



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Διερεύνηση αναπτυξιακών μηχανισμών λειτουργικής
ασυμμετρίας με τη χρήση του λειτουργικού διακρανιακού
υπερήχου Doppler σε πληθυσμό με ειδική διαταραχή της
ανάγνωσης, δυσλεξία.**

Αγγελική Δ. Κουφάκη

ΑΘΗΝΑ 2014

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Διερεύνηση αναπτυξιακών μηχανισμών λειτουργικής ασυμμετρίας με τη χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler σε πληθυσμό με ειδική διαταραχή της ανάγνωσης, δυσλεξία.

Αγγελική Δ. Κουφάκη

A.M.: 600

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Παπαδάτος Γιάννης, Ομότιμος Καθηγητής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

Παπαδάτος Γιάννης, Ομότιμος Καθηγητής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καστελλάκης Ανδρέας, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Πολυχρονοπούλου Σταυρούλα, Καθηγήτρια, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Παπαδάτος Γιάννης, Ομότιμος Καθηγητής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Καστελλάκης Ανδρέας, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Πολυχρονοπούλου Σταυρούλα, Καθηγήτρια, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Βρεττός Ιωάννης, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Γαλανάκη Ευαγγελία, Καθηγήτρια Π.Τ.Δ.Ε., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σιδερίδης Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Παπαδάτου-Παστού Μαριέττα, Λέκτορας Π.Τ.Δ.Ε., Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ/...../2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή διερευνά τη σχέση δυσλεξίας και πλευρίωσης, μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, που αποτελεί μια σύγχρονη και πρωτοποριακή μέθοδο απεικόνισης του εγκεφάλου, τόσο για τα ελληνικά, όσο και για τα διεθνή δεδομένα. Καθώς η προσπάθεια αυτή ολοκληρώνεται, οφείλω να ευχαριστήσω θερμά όλους εκείνους που συνέβαλαν σημαντικά στη διεξαγωγή και εκπόνηση της παρούσας διατριβής.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της παρούσας διατριβής κ. Γιάννη Παπαδάτο, Ομότιμο Καθηγητή Ψυχοφυσιολογίας και Ψυχικής Υγιεινής του Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Αθηνών, ο οποίος μου προσέφερε απλόχερα την πολύτιμη και συνεχή καθοδήγησή του, μέσα από ουσιαστικές υποδείξεις και επισημάνσεις, καθόλη τη διάρκεια του σχεδιασμού και της εκπόνησης της παρούσας διατριβής. Ιδιαίτερω, τον ευχαριστώ για τη μακρόχρονη εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου, για το πλήθος των εμπειριών που αποκόμισα μέσα από τη συνεργασία μας, καθώς και για τις πολύτιμες γνώσεις που απέκτησα από εκείνον κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, κ. Καστελλάκη Ανδρέα, Αναπληρωτή Καθηγητή Ψυχοφυσιολογίας του Τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης και την κ. Πολυχρονοπούλου Σταυρούλα, Καθηγήτρια Ειδικής Αγωγής του Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Αθηνών, για την καθοδήγηση καθώς και τις εύστοχες υποδείξεις τους σε όλες τις φάσεις της εργασίας αυτής.

Νιώθοντας ειλικρινή ευγνωμοσύνη για τη βοήθεια που μου προσέφερε, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω με όλη μου την καρδιά την Μαριέττα Παπαδάτου-Παστού, Λέκτορα του Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της παρούσας διατριβής θα ήταν αδύνατη χωρίς την καθοριστική συμβολή της. Οι γνώσεις και η εμπειρία της γύρω από το θέμα που διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή, ο σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας με μεθοδολογικά εργαλεία και οργάνωση, σύμφωνα με προδιαγραφές προτύπων επιστημονικών εργαστηρίων, η έμφαση σε θέματα μεθοδολογίας, δεοντολογίας και ακριβείας στον επιστημονικό λόγο, σε συνδυασμό με την αστείρευτη προθυμία και θετική διάθεση για βοήθεια, απετέλεσαν τα πιο σημαντικά εφόδια που μου

προσφέρθηκαν από εκείνην για την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Πραγματικά αισθάνομαι πολύ τυχερή που συμπορεύτηκα μαζί της σε αυτό το δύσκολο έργο και απετέλεσε για εμένα εκτός από παράδειγμα επιστημονικής κατάρτισης και πρότυπο ήθους, αρχών και αξιών.

Θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μην ευχαριστήσω τον κ. Τιμόθεο Παπαδόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κύπρου για την παραχώρηση των δοκιμασιών Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων (RAN) και τον κ. Αθανάσιο Πρωτόπαπα, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα Μ.Ι.Θ.Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών για την παραχώρηση της κλίμακας μαθησιακής αξιολόγησης (ΚΛΙΜΑ).

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω ακόμα στη διεύθυνση των εκπαιδευτηρίων Κωστέα Γείτονα και στον υποψήφιο διδάκτορα Καραγιαννάκη Γιάννη, μέλος του διοικητικού συμβουλίου της European Dyslexia Association, που κατέστησαν εφικτή την πρόσβαση στο μεγαλύτερο μέρος του δείγματος της διατριβής. Επίσης, στις οικογένειες των μαθητών που δέχτηκαν να συμμετάσχουν τα παιδιά τους στην έρευνα.

Αισθάνομαι ακόμη την ανάγκη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην υποψήφια διδάκτορα και φίλη μου Δήμητρα-Μαρία Τόμπρου, που πορευτήκαμε μαζί καθόλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας, για τη γόνιμη συνεργασία, τη συμπαράσταση και την ενθάρρυνση στις δύσκολες στιγμές.

Τέλος, για πολλούς λόγους που υπερβαίνουν την παρούσα διατριβή νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω μερικούς ακόμη ανθρώπους, την Κωνσταντίνα, την Ρενάτα και τις δύο Αφροδίτες, που καθεμία συνέβαλε μοναδικά, με έμπρακτη υποστήριξη και χωρίς τις οποίες, τα τέσσερα αυτά χρόνια που πέρασαν θα ήταν πολύ πιο δύσκολα. Ως ελάχιστη ένδειξη ευγνωμοσύνης, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου, με μία φράση του R. Sperry: “The great pleasure and feeling in my right brain is more than my left brain can find the words to tell you”.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αναπτυξιακή/εξελικτική δυσλεξία, αποτελεί μια γλωσσικής φύσεως διαταραχή με νευροβιολογικό υπόβαθρο που εκφράζεται με δυσκολίες στο γραπτό λόγο (ανάγνωση και ορθογραφία). Διαφορές ως προς τις εγκεφαλικές δομές που υποστηρίζουν τη γλωσσική λειτουργία έχουν συνδεθεί με τη δυσλεξία. Συγκεκριμένα, στην πλειονότητα του γενικού πληθυσμού το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου είναι εξειδικευμένο για τη γλωσσική επεξεργασία και παραγωγή, ενώ το δεξιό ημισφαίριο είναι κυρίαρχο για τις ολιστικές λειτουργίες, όπως είναι οι οπτικοχωρικές. Αυτή η λειτουργική εξειδίκευση των ημισφαιρίων θεωρείται προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων του ατόμου και είναι γνωστή ως λειτουργική ασυμμετρία ή πλευρίωση. Σύμφωνα με την υπόθεση της «ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης», τα άτομα που παρουσιάζουν δυσλεξία δεν έχουν αναπτύξει την τυπική, αριστερή εγκεφαλική ασυμμετρία ως προς τις γλωσσικές λειτουργίες, αλλά αντίθετα παρουσιάζουν συμμετρία ή ημισφαιρική επικράτηση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο. Πράγματι, σύγχρονες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου παρουσιάζουν ευρήματα που συγκλίνουν προς τη κατεύθυνση ότι δυσλειτουργίες σε εγκεφαλικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου που υποστηρίζουν τις γλωσσικές λειτουργίες αποτελούν τη νευρολογική βάση της δυσλεξίας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει περαιτέρω το νευροβιολογικό υπόβαθρο της δυσλεξίας και συγκεκριμένα τις προβλέψεις της υπόθεσης της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης σε ένα δείγμα 95 μαθητών δημοτικού και γυμνασίου (47 με δυσλεξία, μ.ό. ηλικίας $146,3 \pm 19$ μήνες και 48 ομάδα ελέγχου, μ.ό. ηλικίας $144,8 \pm 18,4$ μήνες). Επιπρόσθετα, μελετήθηκαν τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της λειτουργικής ασυμμετρίας, καθώς και της συμπεριφορικής πλευρίωσης. Η τελευταία, αφορά την προτίμηση χεριού, που αποτελεί έναν έμμεσο δείκτη της πλευρίωσης της γλώσσας στον εγκέφαλο, αφού το 96% των δεξιόχειρων ατόμων εμφανίζει την τυπική αριστερή ημισφαιρική επικράτηση για τις γλωσσικές λειτουργίες. Τέλος, ακολουθώντας πρόσφατες ερευνητικές τάσεις στο πεδίο μελέτης της πλευρίωσης στη δυσλεξία, διερευνήθηκαν τυχόν διαφοροποιήσεις στη εγκεφαλική οργάνωση σε συνάρτηση με τις ιδιαίτερες δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία, διακρίνοντας τους σε δύο υπο-ομάδες: α) με φωνολογικές δυσκολίες και β) με δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων.

Για τη μέτρηση της πλευρίωσης, χρησιμοποιήθηκε μία σειρά μεθόδων, που εκτείνονται από την τεχνική της μετα-ανάλυσης, μέχρι τη χρησιμοποίηση ερωτηματολογίων [Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου, ΕΕ. (Oldfield, 1971)], συμπεριφορικών μεθόδων [Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού, ΠΠΧ. (Bishop, Ross, Daniels, & Bright, 1996) και Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, ΔΜΠ. (Annett, 1985. 2002)], νευροψυχολογικών δοκιμασιών [Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, ΛΑΟΗ. (Stephan, Fink, & Marshall, 2007)] και έμμεσων ορμονικών μετρήσεων [λόγος του μήκους των δαχτύλων μέσου και παράμεσου, 2D:4D. (Manning Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998)] καθώς και μία σύγχρονη μέθοδος απεικόνισης εγκεφάλου, ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler. Ο υπέρηχος Doppler βασίζεται στη μέτρηση της ταχύτητας της αιματικής ροής στη δεξιά και αριστερή μέση εγκεφαλική αρτηρία κατά τη εκτέλεση ενός γλωσσικού έργου και κατόπιν στη σύγκρισή τους. Το

ημισφαίριο που αιματώνεται ταχύτερα θεωρείται και το κυρίαρχο για τη γλωσσική λειτουργία.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συνοψίζονται ως εξής: Από την μετα-ανάλυση προέκυψε ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν 57% περισσότερες πιθανότητες μη τυπικής πλευρίωσης, με βάση την προτίμηση χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Τα πειραματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν επιβεβαίωσαν το εύρημα αυτό για την πλειονότητα των συμπεριφορικών δεικτών πλευρίωσης (προτίμησης και δεξιότητας χεριού). Συγκεκριμένα, στο Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου, οι δυσλεξικοί μαθητές εμφάνισαν αριστεροχειρία σε ποσοστό 36% σε σύγκριση με το 20,8% της ομάδας ελέγχου ($p = 0,006$). Για τη δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού, μόλις το 17% των μαθητών με δυσλεξία χρησιμοποίησε αποκλειστικά το δεξιό του χέρι για την ολοκλήρωσή της, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που χρησιμοποίησε το δεξιό χέρι σε ποσοστό 33,3% ($p = 0,067$). Στη Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, οι μαθητές με δυσλεξία ήταν πιο αργοί και με τα δύο χέρια ($p < 0.001$) επιδεικνύοντας μειωμένη δεξιότητα χεριού. Από τον συγκεντρωτικό δείκτη πλευρίωσης που προέκυψε από τις τρεις δοκιμασίες, το ποσοστό των μαθητών με δυσλεξία που εμφάνιζε ταυτόχρονα δεξιά προτίμηση και δεξιά δεξιότητα χεριού ήταν 27,7%, ενώ της ομάδας ελέγχου 45,8% ($p = 0,066$). Όσον αφορά την εγκεφαλική πλευρίωση, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν μη τυπική πλευρίωση σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, όπως διαφάνηκε τόσο από τη νευροψυχολογική δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, όσο και από τον διακρανιακό υπέρηχο Doppler, παρόλο που τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέτρηση αυτή δεν έφτασαν τη στατιστική σημαντικότητα. Όσον αφορά τη δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, οι μαθητές με δυσλεξία δεν παρουσίασαν το τυπικό πλεονέκτημα στο δεξί οπτικό ημιπέδιο, που θεωρείται ενδεικτικό της τυπικής αριστερής πλευρίωσης (50%), σε αντίθεση με το 64,1% της ομάδα ελέγχου που εμφάνισε το τυπικό πλεονέκτημα στο δεξί οπτικό ημιπέδιο ($p = 0,044$). Ο δείκτης πλευρίωσης του διακρανιακού υπερήχου Doppler, ήταν 1,79 για τους μαθητές με δυσλεξία έναντι 2,36 για την ομάδα ελέγχου (θετικές τιμές υποδεικνύουν κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου). Διαφορές στην πλευρίωση εντοπίστηκαν και μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, με τους μαθητές με δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων να εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά δεξιάς προτίμησης και δεξιότητας χεριού (45%, $p = 0,045$) και ενισχυμένη λειτουργική ασυμμετρία ακόμη και από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία (δείκτης πλευρίωσης Doppler = 3,59 έναντι 2,36 της ομάδας ελέγχου). Αναφορικά με τις αναπτυξιακές διαφορές στην πλευρίωση, οι μικρότεροι ηλικιακά μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν τον μικρότερο δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης, ($\Delta\Pi = 0,74$) που υποδηλώνει συμμετρία, σε αντίθεση με τους μαθητές δημοτικού χωρίς δυσλεξία, ($\Delta\Pi = 2,37$), που υποδηλώνει τυπική αριστερή πλευρίωση για τη γλώσσα. Συμπερασματικά τα ευρήματα επιβεβαίωσαν την υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης στη δυσλεξία.

ABSTRACT

Developmental dyslexia is a specific learning disability that is neurobiological in origin and is characterized by difficulties in reading and spelling. In the majority of people, language production is lateralized to the left cerebral hemisphere while visuospatial skills are lateralized to the right. This functional lateralization of the human brain has been considered a prerequisite for the full realisation of one's linguistic potential. A link has been postulated between developmental dyslexia and laterality, whereby atypical laterality (symmetry or right hemisphere dominance), is the cause, at least in part, of developmental dyslexia. Evidence from functional neuroimaging studies has indeed shown dysfunctions in the left hemisphere of dyslexic individuals.

The current study investigated the neurological substrate of developmental dyslexia further in a sample of 95 students (47 dyslexics, mean age 146.3 ± 19 months and 48 controls, mean age $144.8 \pm 18,4$ months), focusing on cerebral language lateralisation and handedness, the latter being a behavioural index of the former. Moreover, the developmental trajectory of cerebral laterality and handedness was examined. Differences in the laterality profiles between heterogeneous subtypes of dyslexia, namely individuals presenting either with phonological deficits or rapid automatized naming deficits, were also examined.

Laterality (language lateralization and handedness) was investigated using both meta-analytical and experimental methods, the latter ranging from questionnaire administration to behavioural, hormonal, and neuropsychological testing as well as brain imaging by means of the functional transcranial Doppler ultrasound (fTCD). fTCD, is a relatively new and non-invasive technique that assesses cerebral lateralisation through measurements of blood flow velocity in the middle cerebral arteries.

The results of the meta-analysis showed a significantly increase in non-right-handedness among dyslexics compared to non-dyslexics ($OR = 1.57$, 95% confidence interval = 1.24 - 1.99). In addition, almost all behavioural laterality indices revealed a small but reliable increase in the proportion of nonright-handers among dyslexic students, as expected ($p = 0.066$). Although the two groups didn't differ significantly in terms of hemispheric dominance as assessed by the fTCD, a reduced leftward asymmetry in dyslexic students ($LI = 1.79$ vs. 2.36) and the findings of the Visual Half-Field Lexical Decision test, provide support for the hypothesis of atypical cerebral laterality in individuals with dyslexia. Laterality differences were also observed in dyslexic students with rapid automatized naming deficits, who showed an exaggerated leftward asymmetry and high incidence of right-handedness even when compared to controls. The youngest group of dyslexics (8-12 years) failed to show left hemispheric dominance in functional transcranial Doppler ultrasound assessment ($LI = 0,74$).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xviii
Κεφάλαιο 1^ο	1
Εισαγωγή	1
1.1. Πλευρίωση της γλώσσας	2
1.1.1. Ανατομικές μελέτες	7
1.1.2. Λειτουργικές μελέτες	9
1.1.3. Θεωρητικές υποθέσεις για την πλευρίωση της γλώσσας	12
1.1.4. Αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler (fTCD)	14
1.2. Συμπεριφορική πλευρίωση-Προτίμηση χεριού	19
1.2.1. Γενετικές θεωρίες	23
1.2.2. Περιβαλλοντικές θεωρίες	26
1.3. Πλευρίωση της γλώσσας και προτίμηση χεριού	28
1.4. Αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της πλευρίωσης και της προτίμησης χεριού	31
Δυσλεξία	36
2.1. Ορισμός - Διαγνωστικά κριτήρια	36
2.2. Χαρακτηριστικές δυσκολίες	39
2.2.1. Δυσκολίες στην ανάγνωση	40

2.2.2. Δυσκολίες στη γραφή και την ορθογραφία	42
2.2.3. Άλλες δυσκολίες	43
2.3. Δυσλεξία και ορθογραφικά συστήματα γραφής	45
2.4. Συχνότητα	47
2.5. Τύποι δυσλεξίας	48
2.5.1. Επίκτητη δυσλεξία	49
2.5.2. Εξελικτική δυσλεξία	50
2.5.3. Το μοντέλο της διπλής διαδρομής για την ανάγνωση	52
2.5.4. Υποτύποι δυσλεξίας	54
2.6. Αιτιολογικές Υποθέσεις	57
2.6.1. Γενετική βάση	58
2.6.2. Η φωνολογική υπόθεση	60
2.6.2.1. Η υπόθεση του διπλού ελλείμματος	62
2.6.3. Η υπόθεση της οπτικής ανεπάρκειας	64
2.6.4. Η υπόθεση της ακουστικής ανεπάρκειας	67
2.6.5. Η υπόθεση της αυτοματοποίησης (παρεγκεφαλιδική)	69
2.6.6. Η μεγαλοκυτταρική υπόθεση	70
Δυσλεξία και πλευρίωση	75
3.1. Η νευρολογική βάση της δυσλεξίας	75
3.1.1. Ανατομικές μελέτες	76
3.1.2. Λειτουργικές μελέτες	78
3.2. Δυσλεξία και συμπεριφορική πλευρίωση	88
3.3. Υποτύποι δυσλεξίας και πλευρίωση	91
3.3.1. Ο εγκεφαλικός μηχανισμός για την ανάγνωση σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής διαδρομής	92
3.3.2. Υποτύποι δυσλεξίας και νευρολογικό υπόβαθρο	94
3.3.4. Υποτύποι δυσλεξίας και προτίμηση χεριού	98
Κεφάλαιο 2^ο	102
Μετα-ανάλυση: δυσλεξία και προτίμηση χεριού	102

2.1. Εισαγωγή	102
2.2. Μέθοδος	105
2.2.1. Κριτήρια συμπερίληψης	106
2.2.2. Στατιστική ανάλυση	107
2.3. Αποτελέσματα	109
2.3.1. Σφάλμα δημοσίευσης	111
2.3.2. Ενδιάμεσες μεταβλητές	112
2.4. Συμπεράσματα	112
2.5. Σκοπός και υποθέσεις της έρευνας	116
Κεφάλαιο 3^ο	120
Μεθοδολογία μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης	120
3.1. Συμμετέχοντες	120
3.2. Κριτήρια και διαδικασία συμπερίληψης	121
3.3. Μέσα συλλογής των δεδομένων	128
3.3.1. Κλίμακα τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven	130
3.3.1.1. Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες	131
3.3.1.2. Τυπικές Προοδευτικές Μήτρες	131
3.3.2. Κλίμακα νοημοσύνης WISC-III	132
3.3.2.1. Λεξιλόγιο	133
3.3.2.2. Ομοιότητες	133
3.3.3. Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-A	134
3.3.3.1. Ανάγνωση Ψευδολέξεων	134
3.3.3.2. Ανάγνωση Πραγματικών Λέξεων	135
3.3.3.3. Διάκριση Πραγματικών Λέξεων-Ψευδολέξεων	135
3.3.3.4. Αναγνωστική Ευχέρεια	136
3.3.4. Αξιολόγηση της ορθογραφικής ικανότητας	136
3.3.4.1. Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας μαθητών δημοτικού	136
3.3.4.2. Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας μαθητών γυμνασίου	137
3.3.4.2.1. Ορθογραφία Λέξεων	137

3.3.4.2.2. Ορθογραφία Κειμένου	138
3.3.5. Φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος	139
3.3.6. Δοκιμασία Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων	140
3.3.7. Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου	143
3.3.8. Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού	144
3.3.9. Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων	146
3.3.10. Ορμονική αξιολόγηση (λόγος 2D:4D)	149
3.3.11. Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου	150
3.3.12. Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου μέσω λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler	155
3.4. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων	162
3.5. Στατιστική ανάλυση	164
Κεφάλαιο 4ο	167
Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης	167
4.1. Περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις	168
4.2. Αποτελέσματα διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων της έρευνας	172
4.3. Έλεγχος στατιστικών υποθέσεων	177
4.3.1. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και συμπεριφορικής πλευρίωσης	177
A. Δείκτης Πλευρίωσης της Προτίμησης Χεριού του Ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου ($\Delta\Pi_{EE}$)	177
A. 1. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{EE}$	177
A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο $\Delta\Pi_{EE}$ και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	178
A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) – αμφιδέξιοι (Μ)	179
A. 2. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{EE}$ στο πόδι και μάτι	182
A. 2. 1. Σχέση ανάμεσα στο $\Delta\Pi_{EE}$ στο πόδι και μάτι και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	184
B. Δείκτης Πλευρίωσης της Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού ($\Delta\Pi_{ΠΠΧ}$)	187
B. 1. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{ΠΠΧ}$	187

B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ _{ΠΠΧ} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	188
B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) – αμφιδέξιοι (Μ)	190
B. 1. 4. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ)	191
Γ. 1. Δείκτης Πλευρίωσης της δεξιότητας χεριού (ΔΠ _{ΔΜΠ})	192
Γ. 1. 1. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ _{ΔΜΠ}	192
Γ. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ _{ΔΜΠ} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	194
Γ. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα δεξιότητας χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ)	199
Γ. 1. 4. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης και δεξιότητας χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – μη δεξιόχειρες (ΜΔ)	200
4.3.2. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών	201
A. 1. Περιγραφικά στοιχεία του λόγου 2D:4D	201
A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο λόγο 2D:4D και τη δυσλεξία και το φύλο των μαθητών	204
4.3.3. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και εγκεφαλικής πλευρίωσης	205
A. 1. Δείκτης Πλευρίωσης της δοκιμασίας ΛΑΟΗ (ΔΠ _{ΛΑΟΗ})	205
A. 1. 1. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ _{ΛΑΟΗ}	205
A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ _{ΛΑΟΗ} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	208
A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και τη συχνότητα εγκεφαλικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική	209
B. Δείκτης Πλευρίωσης του διακρανιακού υπερήχου Doppler (ΔΠ _{Doppler})	210
B. 1. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ _{Doppler}	210
B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ _{Doppler} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών	213
B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα λειτουργικής εγκεφαλικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική	217
4.3.4. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης υπο-ομάδων δυσλεξίας και πλευρίωσης	219
A. 1. Περιγραφικά στοιχεία των δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης	219
A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη συμπεριφορική πλευρίωση	220

A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη συχνότητα προτίμησης/δεξιότητας χεριού	220
B. 1. Περιγραφικά στοιχεία του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης $\Delta\Pi_{Doppler}$	222
B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη λειτουργική πλευρίωση	223
B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και στη συχνότητα λειτουργικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική	224
B. 2. Σχέση ανάμεσα στις αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες και τις αμιγώς δυσκολίες TOE και τη λειτουργική πλευρίωση	225
Κεφάλαιο 5^ο	229
Συζήτηση	229
5.1. Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα	258
5.2. Επίλογος	262
Παράρτημα	267
Βιβλιογραφία	279

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1. Κριτήρια που τέθηκαν για την συμπερίληψη των συμμετεχόντων στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία	128
Πίνακας 3.2. Κατηγοριοποίηση της νοημοσύνης βάσει της Κλίμακας τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven	132
Πίνακας 3.3. Υποομάδες μαθητών με δυσλεξία που δημιουργήθηκαν βάσει του μέσου όρου τους στις δοκιμασίες Απαλοιφής Φωνήματος και δοκιμασιών ΤΟΕ.	143
Πίνακας 4.1. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), και το εύρος (Range) της επίδοσης των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, στις διαγνωστικές δοκιμασίες.	169
Πίνακας 4.2. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD) και το εύρος (Range) της επίδοσης των μαθητών με δυσλεξία στις διαγνωστικές δοκιμασίες.	170
Πίνακας 4.3. Συντελεστής συσχέτισης (Pearson r) μεταξύ των διαγνωστικών δοκιμασιών	175
Πίνακας 4.4. Συντελεστές συσχέτισης (Pearson r και Spearman's rho) μεταξύ των δεικτών πλευρίωσης ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας	176
Πίνακας 4.5. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ _{EE} για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	177
Πίνακας 4.6. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ-Μ	180
Πίνακας 4.7. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ	181
Πίνακας 4.8. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ _{EE} στο πόδι για το σύνολο, για τους μαθητές με δυσλεξία και για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	183
Πίνακας 4.9. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ _{EE} στο μάτι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	184
Πίνακας 4.10. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ _{ΠHX} για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	187

Πίνακας 4.11. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ-Μ	190
Πίνακας 4.12. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ	192
Πίνακας 4.13. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\Delta\text{M}\Pi}$ για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	193
Πίνακας 4.14. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με τη δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ	199
Πίνακας 4.15. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση-δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ	201
Πίνακας 4.16. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του λόγου 2D:4D για το δεξί χέρι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο	202
Πίνακας 4.17. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του λόγου 2D:4D για το αριστερό χέρι, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο	203
Πίνακας 4.18. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) της διαφορά του λόγου των δύο χεριών (Dd-α), για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο	203
Πίνακας 4.19. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ ακρίβειας, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	206
Πίνακας 4.20. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ χρόνου αντίδρασης, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	207
Πίνακας 4.21. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με τον $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ ακρίβειας	209
Πίνακας 4.22. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	211

Πίνακας 4.23. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$ για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης	212
Πίνακας 4.24. Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με το 95% Δ.Ε του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$	218
Πίνακας 4.25. Μέσοι όροι (M) και τυπικές αποκλίσεις (SD), των δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης για το σύνολο μαθητών με δυσλεξία, για τις υπο-ομάδες με δυσκολίες και τις υπο-ομάδες χωρίς δυσκολίες	219
Πίνακας 4.26. Διαφορές στις συχνότητες των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ-Μ	221
Πίνακας 4.27. Διαφορές στις συχνότητες των υπο-ομάδων μαθητών δυσλεξία, με δυσκολία ΤΟΕ γραμμάτων(ε) και των μαθητών χωρίς δυσκολία ΤΟΕ γραμμάτων(ε) αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ	222
Πίνακας 4.28. Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ για το σύνολο μαθητών με δυσλεξία, για τις υπο-ομάδες με δυσκολίες και τις υπο-ομάδες χωρίς δυσκολίες	223
Πίνακας 4.29. Περιγραφικά στοιχεία μαθητών με αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες και δυσκολίες ταχείας ονομασίας	226

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<i>Εικόνα 1.</i> Νευροψυχολογική δοκιμασία σε ασθενή με διατομή μεσολοβίου	5
<i>Εικόνα 2.</i> Απεικόνιση του θεωρητικού μοντέλου Wernicke-Geschwind για το εγκεφαλικό δίκτυο του αριστερού ημισφαιρίου που έχει καθοριστικό ρόλο στη γλωσσική λειτουργία	12
<i>Εικόνα 3.</i> Συσκευή μέτρησης υπέρηχου Doppler και αισθητήρες/ηχοβολείς 2 MHz	17
<i>Εικόνα 4.</i> Εφαρμογή του διακρανιακού υπέρηχου Doppler σε ανήλικο συμμετέχοντα	17
<i>Εικόνα 5.</i> Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Λεξιλογικής Παραγωγής	18
<i>Εικόνα 7.</i> Η αναπτυξιακή πορεία της αναγνωστικής ικανότητας σε μαθητές με δυσλεξία και σε κανονικούς αναγνώστες	52
<i>Εικόνα 8.</i> Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου διπλής διαδρομής για την ανάγνωση βασισμένο στους Coltheart et al. (2001)	54
<i>Εικόνα 9.</i> Σχηματική αναπαράσταση των δύο κύριων υποθέσεων για την ερμηνεία της δυσλεξίας (φωνολογική και μεγαλοκυτταρική) με αναφορά σε επίπεδο συμπεριφοράς, γνωστικό και βιολογικό	73
<i>Εικόνα 10.</i> Σχηματική αναπαράσταση των εγκεφαλικών περιοχών που υποστηρίζουν την αναγνωστική λειτουργία (αριστερό ημισφαίριο).	79
<i>Εικόνα 11.</i> Εγκεφαλικές περιοχές που ενεργοποιούνται κατά την αναγνωστική διαδικασία	81
<i>Εικόνα 12.</i> Σχηματική αναπαράσταση της νευρωνικής δραστηριότητας στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου μεταξύ κανονικών και δυσλεξικών αναγνωστών	85
<i>Γράφημα 2.1</i> Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους δυσλεξικών και μη δυσλεξικών αναφορικά με την αριστεροχειρία	110
<i>Γράφημα 2.2</i> Κωνοειδές διάγραμμα στο οποίο διαφαίνεται ότι τα τυπικά σφάλματα του περιττού λόγου δυσλεξικών και ομάδας ελέγχου για την αριστεροχειρία σε κάθε μελέτη χωριστά κατανομονται συμμετρικά γύρω από το συνοπτικό εκτιμητή	111
<i>Εικόνα 3.1.</i> Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας ΠΠΧ	145
<i>Εικόνα 3.2.</i> Ο διάτρητος πίνακας με τους δέκα πασσάλους διαστάσεων 32 x 18 εκ	147
<i>Εικόνα 3.3.</i> Απεικόνιση χεριού και τρόπος υπολογισμού του λόγου 2D:4D	149
<i>Εικόνα 3.4.</i> Μέτρηση μήκους δαχτύλων με το ψηφιακό παχύμετρο	150
<i>Εικόνα 3.5.</i> Παράδειγμα εμφάνισης των λέξεων-ψευδολέξεων στη δοκιμασία ΛΑΟΗ	153
<i>Εικόνα 3.6.</i> Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες προφορικά, αλλά και γραπτά στην οθόνη του υπολογιστή, πριν την έναρξη της δοκιμασίας ΛΑΟΗ	155

<i>Εικόνα 3.7.</i> Πανοραμική, δισδιάστατη και τρισδιάστατη απεικόνιση της αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης με το λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler	156
<i>Εικόνα 3.8.</i> Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου	158
<i>Εικόνα 3.9.</i> Πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ για ένα συμμετέχοντα (29 πειραματικοί κύκλοι)	159
<i>Εικόνα 3.10.</i> Μέση τιμή της αιματικής ροής στους πειραματικούς κύκλους με καθαρές καταγραφές για την αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ	160
<i>Εικόνα 3.11.</i> Διαφορά στην ταχύτητα αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.	160
<i>Γράφημα 4.1.</i> Αριθμός των μαθητών με δυσλεξία σύμφωνα με τα κριτήρια που τέθηκαν για τη διάκρισή τους σε υπο-ομάδες	171
<i>Εικόνα 4.1.</i> Ιστόγραμμα συχνοτήτων ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου, στο οποίο φαίνεται ότι ακολουθεί ασύμμετρη δεξιά κατανομή	173
<i>Γράφημα 4.2.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του $\Delta\Pi_{EE}$ στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	179
<i>Γράφημα 4.3.</i> Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{EE}$ ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας	181
<i>Γράφημα 4.4.</i> Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{EE}$ ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας	182
<i>Γράφημα 4.7.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του $\Delta\Pi_{PIIX}$ στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	189
<i>Γράφημα 4.8.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του $\Delta\Pi_{PIIX}$ στους μαθητές ανάλογα με το φύλο	189
<i>Γράφημα 4.9.</i> Προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{PIIX}$ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας	191
<i>Γράφημα 4.10.</i> Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{PIIX}$ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας	192
<i>Γράφημα 4.11.</i> Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	195
<i>Γράφημα 4.12.</i> Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευση	195
<i>Γράφημα 4.13.</i> Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	197
<i>Γράφημα 4.14.</i> Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης	197

<i>Γράφημα 4.15.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$ δεξιότητας χεριού στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	198
<i>Γράφημα 4.16.</i> Ποσοστά δεξιότητας χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας	200
<i>Γράφημα 4.17.</i> Ποσοστά δεξιότητας χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{\Sigma}$ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας	201
<i>Γράφημα 4.18.</i> Ποσοστά πλεονεκτήματος οπτικού ημιπεδίου βάσει του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{AΟΗ}}$ ακρίβειας μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία	210
<i>Γράφημα 4.19.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	214
<i>Γράφημα 4.20.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στα αγόρια και στα κορίτσια	215
<i>Γράφημα 4.21.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές του δημοτικού και στους μαθητές του γυμνασίου	215
<i>Γράφημα 4.22.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους	216
<i>Γράφημα 4.23.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία ανάλογα με το φύλο	216
<i>Γράφημα 4.24.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης αφαιρώντας δύο τυπικά σφάλματα ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}-2}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία	217
<i>Γράφημα 4.25.</i> Ποσοστά εμφάνισης τυπικής πλευρίωσης (θετικής ή αρνητικής) και μη τυπικής πλευρίωσης (συμμετρίας) μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία	218
<i>Γράφημα 4.26.</i> Δείκτες λειτουργικής πλευρίωσης μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία	224
<i>Γράφημα 4.27.</i> Θηκογράμματα (boxplots) του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στις υπο-ομάδες μαθητών με αμιγώς φωνολογικές και ταχείας ονομασίας δυσκολίες	227
<i>Γράφημα 4.28.</i> Κάθε κουκίδα αντιπροσωπεύει το δείκτη πλευρίωσης κάθε μαθητή ανάλογα με τη δυσκολία του	227

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Ελληνικές

ΑΟΗ	Αριστερό Οπτικό Ημιπεδίο
ΔΜΠ	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (peg-moving task ή pegboard)
ΔΟΗ	Δεξιό Οπτικό Ημιπεδίο
ΔΠ	Δείκτης Πλευρίωσης
Ε	Οιστρογόνα
ΕΕ	Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EHI, Edinburgh Handedness Inventory)
ΗΕΓ	Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα
ΛΑΟΗ	Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (Visual Half-Field Lexical Decision Test)
ΜΕΑ	Μέση Εγκεφαλική Αρτηρία
ΠΚΣ	Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (Animation Description Task)
ΠΠΧ	Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (QHPT, Quantification of Hand Preference Test)
Τ	Προγεννητική τεστοστερόνη

Ξενόγλωσσες

2D:4D	Έμμεσος ορμονικός δείκτης, λόγος του μήκους των δαχτύλων του δείκτη (2D) και του παράμεσου (4D) (D=digits, Second to Fourth Digit Length Ratio)
DTI	Diffusion Tensor Imaging (μέθοδος απεικόνισης Τανιστή Διάχυσης)
Dδ-α	Η διαφορά των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού
ERP	Event-related Potential (Προκλητό Δυναμικό)
fMRI	Functional magnetic resonance imaging (λειτουργική τομογραφία μαγνητικού συντονισμού)

FTCD	Functional Transcranial Doppler ultrasound (διακρανιακός υπέρηχος Doppler)
MEG	Magnetic Source Imaging (μαγνητοεγκεφαλογραφία)
OR	Odds Ratio (περιττός λόγος)
PET	Positron emission tomography (τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων)
RS	Γονίδιο δεξιάς μετατόπισης, Right Shift της γενετικής θεωρίας της Annett (1972. 1985)
SEM	Standard Error of Mean (τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής)
SPSS	Πακέτο στατιστικής ανάλυσης Statistical Package for the Social Sciences
WISC-III	Τεστ νοημοσύνης Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή

Πλευρίωση

Με μία πρώτη ματιά οι άνθρωποι δεν φαίνεται να παρουσιάζουν σωματικές ασυμμετρίες. Αν φανταστεί κανείς μια κατακόρυφη ευθεία γραμμή που περνά από την άκρη της μύτης του και καταλήγει στις πατούσες του, τότε είναι σε θέση να παρατηρήσει ότι τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του σώματος του, εκατέρωθεν της μέσης ευθείας γραμμής, ταυτίζονται. Όχι μόνο έχουμε δύο μάτια, δύο χέρια, δύο πόδια, αυτιά και ρουθούνια αλλά επιπλέον αυτά είναι όμοια, σαν να είναι το ένα είδωλο του άλλου. Τον 5^ο αιώνα π.Χ, ο γλύπτης Πολύκλειτος έφτασε στην πραγμάτωση της τέλειας συμμετρίας με το έργο του «ο δορυφόρος» (επίσης γνωστό ως «Κανών»), ένα άγαλμα που αποτέλεσε το υπόδειγμα των αναλογιών που θα έπρεπε να έχει η απεικόνιση του ανθρώπινου (ανδρικού) σώματος (Naini, Moss & Gille, 2006). Επίσης, το διάσημο σχέδιο του Λεονάρντο ντα Βίντσι, ο Άνθρωπος του Βιτρούβιου (1490) και οι συνοδευτικές σημειώσεις του, απετέλεσε αντικείμενο μελέτης των αναλογιών του ανθρώπινου σώματος και χρησιμοποιήθηκε ως ένα σύμβολο της συμμετρίας αυτού, και κατ' επέκταση του σύμπαντος (Howe, 1999).

Η συμμετρία αυτή αντανakλάται και στην εσωτερική ανατομία του ανθρώπινου σώματος, για παράδειγμα όλοι έχουμε δύο πνεύμονες, δύο νεφρούς, δύο ωοθήκες οι γυναίκες ή αντίστοιχα δύο όρχεις οι άντρες και δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια. Ωστόσο, πρόκειται για μία συμμετρία μόνο φαινομενική. Στα περισσότερα έμβρυα, ήδη επτά εβδομάδες μετά τη σύλληψη, η δεξιά πλευρά του σώματος τους είναι περισσότερο ανεπτυγμένη από την αριστερή (Ο' Rahilly & Muller, 1987). Όλοι έχουμε μία καρδιά που κατά τα 2/3 της βρίσκεται στο αριστερό τμήμα του σώματός μας και η αριστερή από τη δεξιά πλευρά της διαφέρουν γιατί έχουν διαφορετικούς ρόλους στην κυκλοφορία του αίματος (Μπαλτόπουλος, 2003). Αντίστοιχη ασύμμετρη ανατομία παρατηρείται και στους πνεύμονες, με τον αριστερό να έχει δύο λοβούς ενώ ο δεξιός τρεις.

Η ασυμμετρία, επομένως, φαίνεται να είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση στη φύση και δεν αποτελεί αποκλειστικά ανθρώπινο χαρακτηριστικό, αφού ακόμα και μονοκύτταροι οργανισμοί παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο πλευρών του σώματός τους (Nelson, 2003). Αυτή η ανατομική ασυμμετρία ενός οργανισμού, καθώς και η ανώτερη λειτουργία ενός τμήματος του σώματος ή η επιλεκτική χρήση του, περιγράφεται στην βιβλιογραφία με τον όρο πλευρίωση (laterality) (Martin, 2005).

Είναι γεγονός ότι δύο από τις πιο χαρακτηριστικές συμπεριφορές της ανθρώπινης εξέλιξης, που διαφοροποιούν τον άνθρωπο από το ζωικό βασίλειο, είναι η χρήση του λόγου (Lieberman, 1975, 1984) και η ισχυρή προτίμηση του δεξιού χεριού έναντι του αριστερού (Annet, 1996a. McManus, 1991). Πρόκειται για δύο πλευριωμένες λειτουργίες, στενά συνδεδεμένες, με την προτίμηση χεριού να αποτελεί ένα έμμεσο συμπεριφορικό δείκτη για την πλευρίωση της γλώσσας στον εγκέφαλο (Knecht, Dräger, Deppe, Bobe, Lolmann, et al., 2000a).

1.1. Πλευρίωση της γλώσσας

Οι εγκεφαλικές λειτουργίες που έχουν σχέση με τη γλωσσική λειτουργία εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στο φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Ο φλοιός έχει δύο σημαντικά χαρακτηριστικά οργάνωσης (Kandel, Schwartz, & Jessel, 2011). Πρώτον, κάθε ημισφαίριο προσλαμβάνει μέσω του μεσολόβιου¹, αισθητικές και κινητικές πληροφορίες από την αντίθετη πλευρά του σώματος καθώς υπάρχει μια ετερόπλευρη/χιαστή σχέση μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και του υπόλοιπου σώματος (Vander, Sherman, Luciano, & Τσακόπουλος, 2001). Δεύτερον, τα δύο ημισφαίρια παρότι φαίνεται να είναι όμοια, δεν είναι συμμετρικά ούτε ως προς την ανατομία, ούτε ως προς τις λειτουργίες που ελέγχει το καθένα.

Όταν λοιπόν το ένα ημισφαίριο ή μια εγκεφαλική περιοχή διαφέρει δομικά από την άλλη ή επιτελεί διαφορετικές λειτουργίες, ο ανθρώπινος εγκέφαλος θεωρείται ασύμμετρος ή πλευριωμένος (Bisazza, Rogers, & Vallortigara, 1998).

¹ Το μεσολόβιο αποτελεί τον κυριότερο σύνδεσμο μεταξύ των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων και παίζει σημαντικό ρόλο στη μεταβίβαση και ανταλλαγή των πληροφοριών μεταξύ τους (Gazzaniga, 2000). Οι λεπτές ίνες (>1μm) του μεσολοβίου είναι πιο πυκνές στο πρόσθιο μέρος του (genu-γόνυ μεσολοβίου) και το μέσο σπληνίο μεσολοβίου (splenium), ενώ οι ίνες με μεγαλύτερη διάμετρο (>5 μm) είναι αναλογικά περισσότερες στο οπίσθιο και μέσο τμήμα, εκεί όπου συνδέονται οι πρωτεύουσες και δευτερεύουσες αισθητηριακές (και πιθανώς και κινητικές) περιοχές των ημισφαιρίων (Aboitiz Scheibel, Fisher, & Zaidel, 1992).

Πρόκειται για ένα φαινόμενο που αναφέρεται στη βιβλιογραφία με ένα πλήθος όρων όπως: πλευρίωση, πλαγίωση, πλευρικότητα, πλευροποίηση, πλευρική κυριαρχία, πλευρική επικράτηση, εγκεφαλική πλευρίωση, ημισφαιρική επικράτηση, ή ημισφαιρική εξειδίκευση (Βλάχος, 1998)².

Σήμερα, αποτελεί κοινό τόπο το γεγονός ότι το αριστερό ημισφαίριο θεωρείται το «κυρίαρχο» για τις γλωσσικές λειτουργίες, κυρίως αυτές που έχουν σχέση με την κατανόηση και την παραγωγή του λόγου, ενώ το δεξί ημισφαίριο έχει ιδιαίτερη βαρύτητα σε οπτικοχωρικές λειτουργίες που αφορούν τη δομή του χώρου, σε λεπτομερείς διακρίσεις σχημάτων, στην κλίση στη μουσική και επίσης θεωρείται κέντρο των συναισθημάτων (McManus & Bryden, 1993. Hellige, 1993). Όταν το αριστερό ημισφαίριο αναλαμβάνει την επεξεργασία των γλωσσικών λειτουργιών, η πλευρίωση της γλώσσας αναφέρεται ως τυπική, ενώ όταν υπάρχει συμμετρία ή επικράτηση της γλώσσας στο δεξί ημισφαίριο αναφέρεται ως μη τυπική. Βέβαια, ο διαχωρισμός αυτός είναι μάλλον απλουστευμένος (Szaflarski, Binder, Possing, McKiernan, Ward, et al., 2002) αφού στην πραγματικότητα υπάρχει μια συνέχεια στο βαθμό της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης (Pujol, Deus, Losilla, & Capdevila, 1999. Tzourio, Crivello, Mellet, Nkanga-Ngila, & Mazoyer, 1998). Συγκεκριμένα, η πλευρίωση της γλώσσας δεν αποτελεί ένα μονοδιάστατο φαινόμενο που προσδιορίζεται μόνο από την «κατεύθυνση» της, δηλαδή αριστερή ή δεξιά πλευρίωση ανάλογα με το ποιο από τα δύο ημισφαίρια επεξεργάζεται γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά τις γλωσσικές πληροφορίες, αλλά και από το «βαθμό» συμμετοχής κάθε ημισφαιρίου (Bradshaw & Nettleton, 1983. Habib, Robichon, Lévrier, Khalil & Salamon, 1995) που κυμαίνεται από την ισχυρή επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου έως την ισχυρή επικράτηση του δεξιού ημισφαιρίου (Pujol et al., 1999. Whitehouse & Bishop, 2009).

Η πλέον ασφαλής ένδειξη ότι οι λειτουργίες του λόγου βασίζονται κατά κύριο λόγο στο αριστερό ημισφαίριο είναι ότι εμφανή ελλείμματα σε βασικές συνιστώσες της γλωσσικής λειτουργίας, όπως στην αυθόρμητη ομιλία και στην κατανόηση του προφορικού λόγου, παρουσιάζονται μετά από βλάβη σ' αυτό το ημισφαίριο. Αυτή η

² Στην παρούσα μελέτη οι όροι πλευρίωση, ασυμμετρία και ημισφαιρική επικράτηση χρησιμοποιούνται ταυτόσημα. Δεν αναφέρονται στην «υπεροχή» ή «κυριαρχία» ενός ημισφαιρίου για κάποια γνωστική λειτουργία καθώς τα δύο ημισφαίρια επιτελούν συμπληρωματικές λειτουργίες (Bradshaw & Nettleton, 1983) αλλά στον μεγαλύτερο βαθμό συμμετοχής του ενός ημισφαιρίου σε αυτή τη γνωστική λειτουργία.

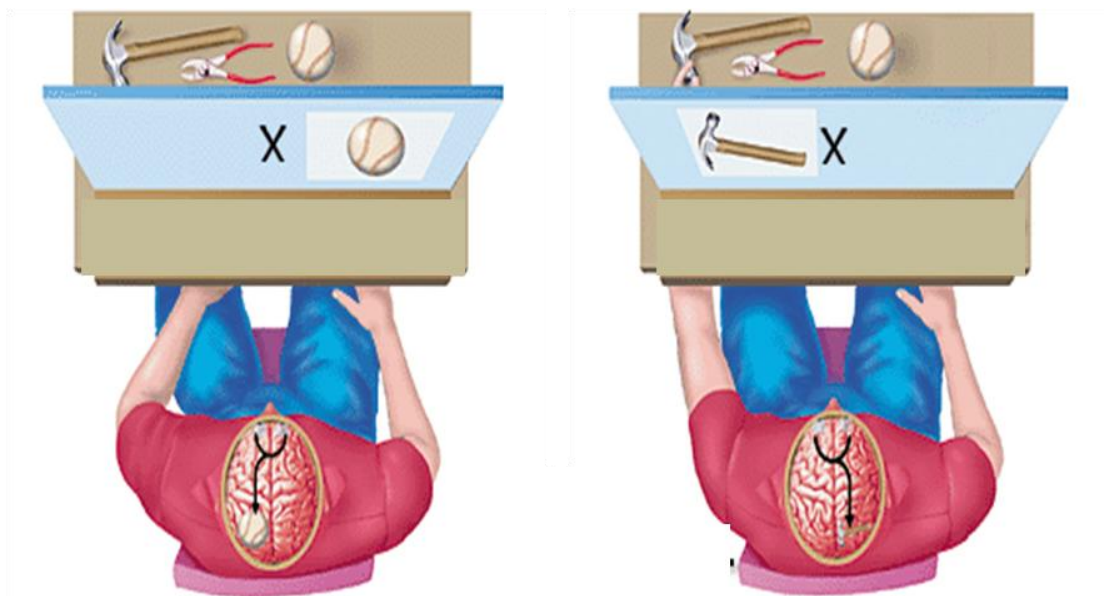
ένδειξη προέκυψε από τη μελέτη της αφασίας³ στο δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα από τον Paul Broca και τον Carl Wernicke, συνεισφέροντας σημαντικά στην κατανόηση του ρόλου των εγκεφαλικών ημισφαιρίων στη γλωσσική λειτουργία. Ο Paul Broca, Γάλλος ιατρός χειρουργός, σε επιστημονική συνάντηση της Εταιρείας Ανθρωπολογίας στο Παρίσι, το 1861, υποστήριξε ότι η αφασία ενός ασθενούς του, ο οποίος μπορούσε να κατανοήσει το λόγο αλλά δεν μπορούσε να μιλήσει, «ήταν το αποτέλεσμα μιας σοβαρής αλλά με ακρίβεια περιγραφόμενης βλάβης στην οπίσθια περιοχή του μετωπιαίου λοβού στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου του» (Head 1926, σ.25). Εξετάζοντας στη συνέχεια περισσότερους από 25 ασθενείς με παρόμοια συμπτώματα (Berker, Berker, & Smith, 1986) κατέληξε στη διάσημη ρήση «Nous parlons avec l' hemisphere gauche», δηλαδή «μιλάμε με το αριστερό ημισφαίριο» (Broca, 1965). Η ερευνητική διαπίστωση του Broca, ότι υπάρχει μία συγκεκριμένη μετωπιαία περιοχή του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνη αποκλειστικά για τις λειτουργίες του προφορικού λόγου προκάλεσε το ενδιαφέρον πολλών μελετητών, ενώ με την ανακάλυψή του τέθηκαν οι βάσεις για τη διατύπωση της θεωρίας περί ασυμμετρίας των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Έκτοτε, το οπίσθιο τμήμα του μετωπιαίου λοβού και συγκεκριμένα η τρίτη μετωπιαία έλικα του εγκεφάλου πήρε την ονομασία «περιοχή Broca» (Broca's area).

Το 1874, ο Γερμανός νευρολόγος Carl Wernicke στην εργασία του με τίτλο «Το σύμπλεγμα συμπτωμάτων της αφασίας. Ψυχολογική μελέτη σε ανατομική βάση» περιέγραψε ένα νέο τύπο αφασίας, όπου ο ασθενής μπορούσε να μιλήσει αλλά εμφάνιζε δυσκολίες σε ότι αφορά στην κατανόηση της ομιλίας (Wernicke, 1984). Ισχυρίστηκε ότι αυτού του τύπου η αφασία οφείλεται σε βλάβη σε τμήμα του κροταφικού λοβού του αριστερού ημισφαιρίου. Η περιοχή αυτή είναι γνωστή σήμερα ως περιοχή του Wernicke και εντοπίζεται στο οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας, και επεκτείνεται ως την υπερχείλιο έλικα (supramarginal gyrus) (Παπαδάτος, 2011a).

Οι παρατηρήσεις του Broca και του Wernicke απετέλεσαν σταθμό για την κατανόηση του εγκεφαλικού μηχανισμού της γλωσσικής λειτουργίας, δεδομένου ότι ο μόνος τρόπος για να εξεταστεί ο εγκέφαλος των ασθενών τους εκείνη την εποχή ήταν μετά θάνατον. Από το 1960 και έπειτα, «ορόσημο» στη μελέτη της λειτουργίας της γλώσσας αποτέλεσε η καθιέρωση της χειρουργικής επέμβασης για την πλήρη

³ Οποιαδήποτε διαταραχή στην αντίληψη και κατανόηση του προφορικού λόγου ως συνέπεια εγκεφαλικού τραυματισμού είναι γνωστή σαν αφασία και διακρίνεται σε διάφορους τύπους ανάλογα με την περιοχή του εγκεφάλου που έχει υποστεί τη βλάβη (Παπαδάτος, 2011a).

διατομή του μεσολοβίου, δηλαδή το χειρουργικό διαχωρισμό των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων για την αντιμετώπιση των επιληπτικών κρίσεων, που έδωσε τη δυνατότητα για άμεσες παρατηρήσεις της πλευρίωσης των εγκεφαλικών λειτουργιών. Σε αυτές τις περιπτώσεις ασθενών, λόγω της απουσίας του μεσολοβίου (split brain, διχοτομημένος εγκέφαλος), η πληροφορία που παρουσιάζεται στη μία πλευρά του εγκεφάλου δεν έχει κανέναν τρόπο να περάσει στην άλλη πλευρά, έτσι μπορεί να υποστεί επεξεργασία μόνο μέσα στο ημισφαίριο που τη δέχεται (Kolb & Whishaw, 2009). Σε νευροψυχολογικές δοκιμασίες, που πρώτος χορήγησε σε ασθενείς με διατομή μεσολοβίου ο Roger Sperry (1968) και για τις οποίες αργότερα, το 1981, του απονεμήθηκε το Νόμπελ Ιατρικής, οι συμμετέχοντες εστίαζαν σε μία κουκίδα που εμφανίζονταν στο κέντρο μιας οθόνης και μία πληροφορία, για παράδειγμα μία εικόνα, εμφανίζονταν πολύ σύντομα στο αριστερό ή στο δεξί οπτικό τους πεδίο και ζητούνταν από τους συμμετέχοντες να πουν τι είδαν (βλ. Εικ. 1).



Εικόνα 1. Νευροψυχολογική δοκιμασία σε ασθενή με διατομή μεσολοβίου. Όταν η εικόνα παρουσιάζεται στο δεξί οπτικό πεδίο, ο συμμετέχοντας απαντά λεκτικά τι είδε, π.χ. «μπαλάκι». Όταν η εικόνα παρουσιάζεται στο αριστερό οπτικό πεδίο, ο συμμετέχοντας αναφέρει ότι δεν είδε τίποτα.

Πηγή:<http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/morris2/chapter2/medialib/summary/6.html>

Εάν η εικόνα παρουσιάζονταν στο δεξιό οπτικό πεδίο, ο ασθενής απαντούσε «μπαλάκι», ενώ όταν η εικόνα παρουσιάζονταν στο αριστερό οπτικό πεδίο δεν απαντούσε τίποτα ή έλεγε ότι είδε «μία αναλαμπή». Αυτό συνέβαινε γιατί το δεξιό ημισφαίριο, που λαμβάνει το οπτικό ερέθισμα (μέσω του οπτικού χιάσματος) από το

αριστερό οπτικό πεδίο, δεν έχει ικανότητες ομιλίας, επομένως δεν μπορούσε να ανταποκριθεί λεκτικά.

Πέρα από τη μελέτη ασθενών με διατομή μεσολοβίου, τη δεκαετία του '60 η πλέον αξιόπιστη μέθοδος για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης ήταν η δοκιμασία της αμυτάλης (Wada Test) που εφαρμόζονταν κατά την προετοιμασία επιληπτικών ασθενών για εγχείρηση, προκειμένου να αποφευχθεί πιθανή βλάβη στις γλωσσικές περιοχές του εγκεφάλου τους (Wada & Rasmussen, 1960). Η δοκιμασία της αμυτάλης καταστέλλει παροδικά τη λειτουργία του ενός ημισφαιρίου, μέσω ενδοαρτηριακής έγχυσης νατριούχου αμυτάλης στην καρωτίδα του ασθενούς. Η παροδική αναισθησία ολόκληρου του ημισφαιρίου καθιστά εφικτό τον εντοπισμό της γλωσσικής λειτουργίας (Kolb & Whishaw, 2009).

Τόσο η δοκιμασία της αμυτάλης, όσο και η μελέτη ασθενών με διατομή μεσολοβίου προσέφεραν σημαντικές πληροφορίες για το εγκεφαλικό υπόβαθρο της γλωσσικής λειτουργίας. Ωστόσο, πρόκειται για δύο επεμβατικές τεχνικές που η εφαρμογή τους απευθύνεται μόνο σε κλινικούς πληθυσμούς που πρόκειται να υποβληθούν σε χειρουργική επέμβαση (Somers, Neggers, Diederer, Boks, Kahn, et al., 2011). Επίσης, το γεγονός ότι τα ευρήματά τους προέρχονται από κλινικούς πληθυσμούς δεν επιτρέπει την άμεση συσχέτιση και γενίκευσή τους στο γενικό πληθυσμό.

Μη επεμβατικό τρόπο για την αξιολόγηση των πλευριωμένων γλωσσικών λειτουργιών αποτελούν οι νευροψυχολογικές δοκιμασίες που χρησιμοποιούν ακουστικά ή οπτικά ερεθίσματα που παρουσιάζονται με ασύμμετρο τρόπο (Toga & Tompson, 2003). Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές αυτού του είδους είναι η δοκιμασία της διχωτικής ακοής (dichotic listening) (π.χ. διαφορετικά ηχητικά ερεθίσματα παρουσιάζονται ταυτόχρονα σε κάθε αυτί με τον εξεταζόμενο να καλείται να αναφέρει τι άκουσε, βλ. Lewis, Orsini, & Satz, 1988) και η ταχυστοσκοπική παρουσίαση οπτικών ερεθισμάτων (π.χ. ταχεία προβολή, συνήθως σε μόνιτορ, οπτικών ερεθισμάτων με τον εξεταζόμενο να καλείται να αναφέρει τι είδε με τη δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια, βλ. Hunter & Brysbaert, 2008). Μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει αυτές τις νευροψυχολογικές δοκιμασίες έχουν επιβεβαιώσει την πλευριωμένη επεξεργασία λεκτικών, οπτικοχωρικών, μουσικών, συναισθηματικών, μαθηματικών και άλλων λειτουργιών σε υγιείς πληθυσμούς (Bethmann, Tempelmann, De Bleser, Scheich, & Brechmann, 2007. Bellis, Billiet, & Ross, 2008). Αναφορικά με τη γλωσσική λειτουργία, στις νευροψυχολογικές

δοκιμασίες διχωτικής ακοής έχει βρεθεί ένα πλεονέκτημα του δεξιού αυτιού στην επεξεργασία των γλωσσικών ερεθισμάτων, καθώς συνδέεται με το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου (Deutsch, 1985. Jäncke, Steinmetz, & Volkmann, 1992. Hugdahl, Carlsson, Uvebrant, & Lundervold, 1997) και αντίστοιχα στις δοκιμασίες ταχυστοσκοπικής παρουσίασης οπτικών ερεθισμάτων, ένα πλεονέκτημα του δεξιού οπτικού ημιπεδίου (ΔΟΗ) για τη γλώσσα (Boles, 1990. Nicholls & Wood, 1998. Weems & Zaidel, 2004).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ανάπτυξη των απεικονιστικών μεθόδων του εγκεφάλου, αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα επιστημονικά άλματα τόσο για την κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου όσο και για τη χαρτογράφηση των εγκεφαλικών περιοχών που υποστηρίζουν την κάθε γνωστική λειτουργία. Μέσω των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης κατέστη δυνατή η μελέτη όχι μόνο ανατομικών, αλλά και των λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου σε εν ζωή υγιή άτομα, κάτι το οποίο δεν ήταν εφικτό να μελετηθεί μέσω της μεταθανάτιας εξέτασης των εγκεφάλων ασθενών με εγκεφαλικές βλάβες ή με την πρόκληση βλαβών σε εγκεφάλους πειραματόζωων (Παπαδάτου-Παστού, Κουφάκη, Ράντου, & Τόμπρου, 2013). Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αναφορά στα κυριότερα ανατομικά και λειτουργικά ευρήματα σχετικά με το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας.

1.1.1. Ανατομικές μελέτες

Οι παρατηρήσεις που βασίζονταν σε κλινικές και παθολογικές μελέτες για τον εντοπισμό της ανατομίας της γλώσσας δίνουν παρόμοια μεταξύ τους αποτελέσματα και αναφέρονται σε ένα δίκτυο μετωπιαίων, κροταφικών και βρεγματικών περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου (Μακρής, 2010). Η σημασία της μελέτης των ανατομικών ασυμμετριών έγκειται στην πιθανή συσχέτισή τους με τη λειτουργικότητα, δηλαδή την ασύμμετρη συμμετοχή των δύο ημισφαιρίων στη γλωσσική λειτουργία. Συνοπτικά, ορισμένες από τις κύριες ανατομικές ασυμμετρίες που έχουν παρατηρηθεί ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου και αναφέρονται παρακάτω (για ανασκ. βλ. Kolb & Whislaw, 1996. Petty, 1999. Watkins, Paus, Lerch, Zijdenbos, Collins, et al., 2001), αφορούν περιοχές που κατέχουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της γλώσσας (βλ. 4.έως 9.):

1. Το δεξιό ημισφαίριο είναι μεγαλύτερο και πιο βαρύ από το αριστερό (Martin, 2005, υπό αμφισβήτηση Toga & Thompson, 2003).
2. Το πλάτος του ινιακού λοβού είναι μεγαλύτερο στο αριστερό ημισφαίριο.

3. Το πλάτος του μετωπιαίου λοβού είναι μεγαλύτερο στο δεξιό ημισφαίριο.
4. Υπάρχει μεγαλύτερος όγκος φαιάς ουσίας στο μετωπιαίο λοβό του δεξιού ημισφαιρίου και στον ινιακό λοβό του αριστερού ημισφαιρίου (Toga & Thompson, 2003).
5. Το κροταφικό πεδίο είναι μεγαλύτερο στο αριστερό ημισφαίριο.
6. Η πλάγια σχισμή του Σύλβιους (Sylvian fissure) είναι μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο και το οπίσθιο άκρο της φαίνεται να βρίσκεται χαμηλότερα απ' ό,τι στο δεξιό ημισφαίριο (Cunningham, 1892).
7. Η έλικα του Heschl που αντιστοιχεί στον πρωτοταγή ακουστικό φλοιό εμφανίζει δύο κατακόρυφες έλικες στο δεξιό ημισφαίριο, ενώ στο αριστερό μία η οποία είναι πιο πλάγια από ότι στο δεξιό.
8. Η έλικα του προσαγωγίου είναι μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο.
9. Η καλυπτρική μοίρα της κάτω μετωπιαίας έλικας (περιοχή 44 Brodmann) είναι μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο.
10. Υπάρχει ασυμμετρία στην κατανομή νευροδιαβιβαστών.

Η πλέον μελετημένη ανατομική ασυμμετρία σχετικά με τη γλωσσική λειτουργία περιλαμβάνει την πλάγια σχισμή του Σύλβιους (Jäncke & Steinmetz, 1993) που διαχωρίζει τον κροταφικό από τον μετωπιαίο και τον βρεγματικό λοβό. Έχει βρεθεί ότι οι εγκεφαλικές περιοχές που βρίσκονται γύρω από αυτήν τη σχισμή παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ακοή, την όραση, την ομιλία και στην παραγωγή των λέξεων (Vander et al., 2001), ενώ δυσλειτουργία σε αυτήν την περιοχή φαίνεται ότι αποτελεί τη βάση των φωνολογικών προβλημάτων (Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz, & Geschwind, 1985. Temple, 2002). Επίσης, ασυμμετρίες στη δομή αυτή έχουν βρεθεί ακόμα και σε έμβρυα από τα μέσα της κύησης (Chi, Dooling & Gilles 1977).

Μια επίσης σημαντική περιοχή για τη γλώσσα και κυρίως για την κατανόηση που έχει μελετηθεί εκτενώς, αφορά μία περιοχή του κροταφικού λοβού, το κροταφικό πεδίο, γνωστό και ως planum temporal. Οι ανατομικές μελέτες των Geschwind και Levitsky (1968), έδειξαν ότι το 65% των περιπτώσεων που μελέτησαν εμφάνιζε μεγαλύτερο κροταφικό πεδίο στο αριστερό ημισφαίριο, το 11% είχε μεγαλύτερο δεξιό κροταφικό πεδίο ενώ οι υπόλοιποι εμφάνιζαν συμμετρία ως προς τη δομή αυτή. Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη σε δείγμα 142 υγιών ενηλίκων, με σύγχρονες μεθόδους ανατομικής απεικόνισης μαγνητικής τομογραφίας (magnetic resonance imaging, MRI) και μέτρηση της φαιά ουσίας του εγκεφάλου επιβεβαιώθηκε αυτή η

ασυμμετρία, με το κροταφικό πεδίο να είναι μεγαλύτερο στο αριστερό ημισφαίριο σε ποσοστό περίπου 80% των συμμετεχόντων (Watkins, et al., 2001).

Το γεγονός ότι οι περισσότερες ανατομικές ασυμμετρίες που έχουν παρατηρηθεί στον εγκέφαλο αφορούν περιοχές που εμφανίζουν ενεργοποίηση κατά τη γλωσσική λειτουργία, συχνά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η λειτουργία του λόγου ελέγχεται από το αριστερό ημισφαίριο, λόγω εγγενούς εγκεφαλικής ασυμμετρίας, η οποία ευνοεί το αριστερό ημισφαίριο για τις γλωσσικές λειτουργίες (Martin, 2005). Για παράδειγμα, η ασυμμετρία του κροταφικού πεδίου έχει εντοπιστεί πέρα από τους ανθρώπους και σε ανώτερα θηλαστικά, όπως οι χιμπατζήδες (Yeni-Komshian & Benson, 1976), όμως η σημαντικά αυξημένη διαφοροποίησή του στους ανθρώπους οδηγεί στη διαπίστωση ότι πιθανώς να σχετίζεται με την εξέλιξη της γλωσσικής ικανότητας (Toga & Thompson, 2003).

Ωστόσο, η σχέση της ανατομικής ασυμμετρίας με τη λειτουργικότητα δε φαίνεται να είναι τόσο ξεκάθαρη (Beaton, 1997. Whitehouse & Bishop, 2009). Το μέγεθος μιας εγκεφαλικής περιοχής από μόνο του, ενδεχομένως να μην είναι σε θέση να συσχετιστεί με τη λειτουργικότητα, αφού αυτή σχετίζεται όχι μόνο με το ανατομικό μέγεθος της περιοχής, αλλά κυρίως με τη δραστηριότητα και τη συνδεσιμότητα (πυκνότητα) των νευρώνων. Πιθανόν, να συμβαίνει η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή οι ορμόνες ή οι νευροδιαβιβαστές που έχουν καθοριστικό ρόλο στη συνδεσιμότητα και λειτουργία των νευρικών κυττάρων να επιδρούν στην ανάπτυξη των εγκεφαλικών ημισφαιρίων ανατομικά (βλ. Habib & Robichon, 2003).

1.1.2. Λειτουργικές μελέτες

Από το 1980 και έπειτα, με την ανάπτυξη των απεικονιστικών μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου κατέστη δυνατός ο *in vivo* εντοπισμός των εγκεφαλικών περιοχών που ενεργοποιούνται την ώρα που κάποιος μιλάει, ακούει ή διαβάζει καθώς και η αξιολόγηση του βαθμού με τον οποίο συμμετέχει ενεργά η κάθε εγκεφαλική περιοχή στη γλωσσική λειτουργία (Toga & Thompson, 2003). Οι μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης στηρίζονται στην καταγραφή μεταβολών του ενεργειακού μεταβολισμού από τους νευρώνες, όπως η λειτουργική τομογραφία μαγνητικού συντονισμού (functional magnetic resonance imaging, fMRI) και η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (positron emission tomography, PET), είτε σε αλλαγές στο δυναμικό μεμβράνης ενεργοποιημένων νευρώνων μέσω της

ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (HEΓ) με τη χρήση προκλητών δυναμικών (event-related potentials, ERPs), ή σε αλλαγές της ταχύτητας της αιματικής ροής στις μέσες εγκεφαλικές αρτηρίες μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler (functional transcranial Doppler ultrasound, fTCD) (περισσότερες λεπτ. για το διακρανιακό υπερήχο Doppler, βλ. κεφ. 1. υποκ. 1.1.4).

Από την ανασκόπηση των μελετών λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου με τη χρήση PET και fMRI, που πραγματοποιήθηκαν την τελευταία εικοσαετία (για ανασκ. βλ. Price, 2012) φαίνεται ότι το εγκεφαλικό δίκτυο που ενεργοποιείται κατά τη γλωσσική λειτουργία είναι συνθετότερο από εκείνο που είχε προταθεί, στηριζόμενο στις παρατηρήσεις του Broca και του Wernicke, καθώς και από το θεωρητικό μοντέλο των Wernicke-Geschwind, σύμφωνα με το οποίο επτά περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της γλώσσας (Geschwind, 1970).

Βάσει του μοντέλου των Wernicke-Geschwind, η ακουστική και οπτική αντίληψη της γλώσσας πραγματοποιείται στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό (γραπτός λόγος) και στον πρωτοταγή ακουστικό φλοιό (προφορικός λόγος) αντίστοιχα. Οι νευρωνικές αναπαραστάσεις των γλωσσικών πληροφοριών προβάλλονται στηγωνιώδη έλικα (μετασχηματίζει την οπτική μορφή μιας γραπτής λέξης σε ακουστικό κώδικα) και την περιοχή του Wernicke, όπου συνδέονται με το νόημα των λέξεων. Στη συνέχεια μέσω της τοξοειδούς δεσμίδας προβάλλονται στην περιοχή του Broca όπου αποθηκεύεται η μνήμη για την άρθρωση των λέξεων και κατόπιν μεταβιβάζονται στην κινητική περιοχή του φλοιού όπου συντελείται το κινητικό πρόγραμμα για τη γραφή και την ομιλία (Geschwind, 1970. Pinel, 2011) (βλ. Εικ. 2).

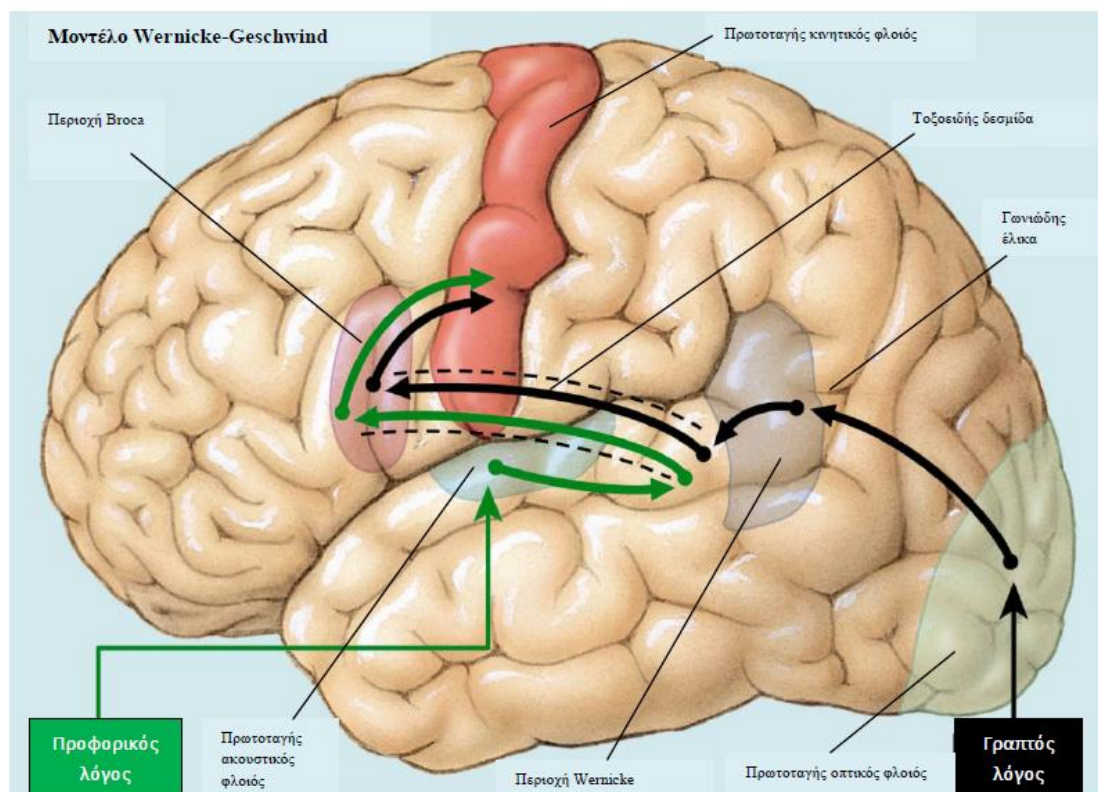
Από την πρώτη κιόλας μελέτη με την μέθοδο απεικόνισης PET (Petersen, Fox, Posner, Mintun, & Raichle, 1988) βρέθηκε ότι κατά την επεξεργασία φωνολογικών, σημασιολογικών και άλλων σχετικών με τη γλώσσα πληροφοριών ενεργοποιείται ένα πιο σύνθετο νευρωνικό δίκτυο στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου που περιλαμβάνει επιπρόσθετα περιοχές του βρεγματικού και προμετωπιαίου φλοιού. Σύμφωνα με τον Price (2012), που πραγματοποίησε ανασκόπηση στις μελέτες λειτουργικής απεικόνισης που πραγματοποιήθηκαν από το 1992 έως το 2011 σε υγιείς συμμετέχοντες και διερευνούσαν το λειτουργικό εγκεφαλικό υπόβαθρο της γλωσσικής λειτουργίας, οι σύνθετες γλωσσικές λειτουργίες, δεν εδράζονται σε μία συγκεκριμένη εγκεφαλική περιοχή αλλά βασίζονται στη συντονισμένη και παράλληλη επεξεργασία πολλών δομών, η πλειονότητα των οποίων βρίσκεται στο

αριστερό ημισφαίριο.

Επίσης, ενώ το αριστερό ημισφαίριο φαίνεται να είναι αυτό που επικρατεί για τις γλωσσικές λειτουργίες, στις περισσότερες μελέτες (fMRI & PET), οι συμμετέχοντες ενεργοποιούσαν και το δεξιό ημισφαίριο κατά την επεξεργασία των γλωσσικών ερεθισμάτων (Price, 2012). Το δεξιό ημισφαίριο φαίνεται να κατέχει κάποιο ρόλο σε επιμέρους λειτουργίες της γλώσσας, όπως στην προσωδία (επιτονισμός, τονικό ύψος, μελωδία), την έκφραση και την αναγνώριση του συναισθήματος στον τόνο της φωνής, την αντίληψη του μεταφορικού λόγου, την οργάνωση της αφήγησης και επιπλέον παρέχει ένα πλαίσιο για την κατανόηση της γλώσσας, για παράδειγμα πληροφορίες σχετικά με το χώρο (Xenakis-Blonder, Bowers & Heilman, 1991. Bottini, Corcoran, Sterzi, Paulesu, Schenone, et al., 1994).

Μία πολύ σημαντική μελέτη για την διερεύνηση της γλωσσικής πλευρίωσης πραγματοποίησαν οι Knecht, Deppe, Dräger, Bobe, Lolmann et al. (2000b), σε ένα δείγμα 188 υγιών δεξιόχειρων ενηλίκων με τη χρήση της μεθόδου του διακρανιακού υπερήχου Doppler. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το 92,5% των συμμετεχόντων εμφάνιζε πλευρίωση της γλώσσας στο αριστερό ημισφαίριο.

Συμπερασματικά, τα δεδομένα από τις σύγχρονες μεθόδους απεικόνισης παρέχουν σαφείς ενδείξεις ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος εμφανίζει λειτουργικές διαφοροποιήσεις στην επεξεργασία της γλώσσας. Κατά τη διάρκεια της γλωσσικής παραγωγής ενεργοποιείται ένα ευρύ εγκεφαλικό δίκτυο, οι βασικές περιοχές του οποίου είναι πλευριωμένες στο αριστερό ημισφαίριο, υποδεικνύοντας τη διαφοροποιημένη λειτουργία των δύο ημισφαιρίων (Henninger, 1989). Ωστόσο, η συμμετοχή και του δεξιού ημισφαιρίου σε κάποιες διαστάσεις της γλωσσικής ικανότητας, αντικατοπτρίζει την ταυτόχρονα συμπληρωματική εξειδίκευση και αλληλεπίδραση τους (Habib et al., 1995). Αν και η προέλευση αυτού του διαχωρισμού των ημισφαιρικών λειτουργιών παραμένει ασαφής (Whitehouse & Bishop, 2009), ωστόσο έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρητικές υποθέσεις για το πλεονέκτημα του αριστερού ημισφαιρίου στις γλωσσικές λειτουργίες.



Εικόνα 2. Απεικόνιση του θεωρητικού μοντέλου Wernicke-Geschwind για το εγκεφαλικό δίκτυο του αριστερού ημισφαιρίου που έχει καθοριστικό ρόλο στη γλωσσική λειτουργία. Πηγή: Pinel, (2011).

1.1.3. Θεωρητικές υποθέσεις για την πλευρίωση της γλώσσας

Οι θεωρίες που ερμηνεύουν το φαινόμενο της πλευρίωσης στον άνθρωπο αναφέρονται σε γενετικούς παράγοντες, όπως «υποψήφια» γονίδια (Annett, 1985. McManus, 2002), σε ορμονικούς παράγοντες κατά την εμβρυική ηλικία (Geschwind & Galaburda, 1985a.b) και σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το ενδομήτριο περιβάλλον (Previc, 1991) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 1.2.1 και 1.2.2). Επίσης, νευροανατομικές και νευροβιολογικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ημισφαιρίων έχουν προταθεί για την εξήγηση της πλευρίωσης κάποιων λειτουργιών (Buxhoeveden, Switala, Roy, Litaker & Casanova, 2001). Για παράδειγμα, η αριστερή ασυμμετρία του κροταφικού πεδίου, η οποία αποτελεί μία εγγενή νευροανατομική διαφοροποίηση, είναι πιθανό να ευνοεί το αριστερό ημισφαίριο για τις γλωσσικές λειτουργίες (Foundas, Leonard, Gilmore, Fennell, & Heilman, 1994) ή μπορεί να συμβαίνει και η αντίστροφη διαδικασία, αφού η λειτουργικότητα δε σχετίζεται μόνο με την ανατομική διαμόρφωση μιας εγκεφαλικής περιοχής (βλ. Habib & Robichon, 2003), όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 1.1.1.

Μια υπόθεση σχετικά με την προέλευση της πλευρίωσης της γλώσσας προέρχεται από τη μελέτη της εξελικτικής πορείας του προφορικού λόγου. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, ο προφορικός λόγος αντικατέστησε εξελικτικά ένα πρωταρχικό σύστημα χειρονομιών που χρησιμοποιούσαν τα πρωτεύοντα θηλαστικά για να επικοινωνήσουν (Kimura, 1984. Hari, Forss, Avikainen, Kirveskari, Salenius, et al., 1998. Meister, Boroojerdi, Foltys, Sparing, Huber, et al., 2003). Αυτό το σύστημα χειρονομιών πιθανόν να βασίζεται στους «κατοπτρικούς νευρώνες» του εγκεφάλου. Πρόκειται για ένα δίκτυο προκινητικών νευρώνων που ενεργοποιούνται όταν ο πίθηκος κάνει μια χειρονομία, για παράδειγμα πιάνει ένα φιστίκι, ή όταν βλέπει έναν άλλο πίθηκο να κάνει την ίδια πράξη, δηλαδή μέσω της παρατήρησης (Rizzolatti & Arbib, 1998. Arbib, 2001). Οι Rizzolatti και Arbib, (1998) που πραγματοποίησαν αυτά τα πειράματα σε πιθήκους στο πανεπιστήμιο της Πάρμα, ανέφεραν ότι οι κατοπτρικοί νευρώνες στους πιθήκους αποτελούν ομόλογη περιοχή της περιοχής Broca στους ανθρώπους. Τα ευρήματα σχετικά με το νευροβιολογικό υπόβαθρο της νοηματικής γλώσσας των κωφών ατόμων, που φανερώνουν ότι ενεργοποιούν τις ίδιες εγκεφαλικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου με τους ακούοντες (Hickok, Bellugi, & Klima, 2001. Hickok, Love-Geffen, & Klima, 2002. Sandler, & Lillo-Martin, 2006) καθώς και η σημαντική συμμετοχή της περιοχής Broca στη μίμηση μιας δραστηριότητας (Iacoboni, Woods, Brass, Bekkering, Mazziotta, et al., 1999, Heiser, Iacoboni, Maeda, Marcus, & Mazziotta, 2003, βλ. Papadatou-Pastou, 2011), αποτελούν ενισχυτικά ευρήματα αυτής της υπόθεσης.

Μια διαφορετικής προσέγγισης ερμηνεία αναφέρει ότι ο διαχωρισμός των ημισφαιρικών λειτουργιών επιτρέπει την παράλληλη και ταυτόχρονη επεξεργασία διαφορετικών πληροφοριών από τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου (Vallortigara & Rogers, 2005) επιλύοντας έτσι προβλήματα τόσο χωρικής (Vallortigara Rogers & Bisazza, 1999), όσο και χρονικής φύσεως (Lieberman, 1984) στην επεξεργασία των πληροφοριών. Αναφορικά με τη γλωσσική λειτουργία, η αυξημένη νευρωνική δραστηριότητα του αριστερού ημισφαιρίου αφήνει ελεύθερη την αντίστοιχη περιοχή του δεξιού ημισφαιρίου για άλλες λειτουργίες και επιπρόσθετα ο χρόνος μεταφοράς των πληροφοριών εντός ενός ημισφαιρίου είναι συντομότερος.

Στην ερώτηση γιατί το αριστερό και όχι το δεξιό ημισφαίριο εξειδικεύεται στις γλωσσικές λειτουργίες, έχει προταθεί μία πιθανή εξήγηση από τους Belin, Zilbovicius, Crozier, Thivard και Fontaine (1998), σύμφωνα με την οποία υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ημισφαιρίων ως προς τη χρονική επεξεργασία των

πληροφοριών, με το αριστερό ημισφαίριο να εμφανίζει πλεονέκτημα στην επεξεργασία των πληροφοριών με μεγάλη χρονική ακρίβεια (Lackner & Teuber, 1973. Hammond, 1982). Το πλεονέκτημα του αριστερού ημισφαιρίου έχει βρεθεί μέσα από νευροψυχολογικές μελέτες με δοκιμασίες ταχείας παρουσίασης ηχητικών ερεθισμάτων (Tallal & Piercy, 1973. Belin et al., 1998), καθώς η αντίληψη του προφορικού λόγου βασίζεται σε αυτήν ακριβώς την διαδικασία της άμεσης διάκρισης της ηχητικής δομής των λέξεων.

Επιπλέον, μία άλλη ερμηνεία που σχετίζεται με τον τρόπο επεξεργασίας των πληροφοριών από τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια έχει διατυπωθεί από τους Aziz-Zadeh, Iacoboni, Zaidel, Wilson και Mazziota (2004) που υπέθεσαν ότι η κωδικοποίηση των πληροφοριών στο αριστερό ημισφαίριο γίνεται διαμέσου οπτικών, ακουστικών και κινητικών καναλιών σε αντίθεση με το δεξιό όπου γίνεται μόνο μέσω οπτικών και κινητικών καναλιών. Αυτό επιτρέπει μια πιο σύντομη αναπαράσταση των πληροφοριών στο αριστερό ημισφαίριο και του δίνει την ευελιξία να εξειδικευτεί στις γλωσσικές λειτουργίες (Hauser, Chomsky, & Fitch 2002). Τέλος, οι Geschwind και Galaburda (1987) ανέφεραν ότι το δεξιό ημισφαίριο ωριμάζει νωρίτερα από το αριστερό και για το λόγο αυτό ευθύνεται κυρίως για δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την επιβίωση, όπως η προσοχή, η ανάλυση του χώρου και τα συναισθήματα.

1.1.4. Αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler (fTCD)

Μία καινούρια μέθοδος που έρχεται να προστεθεί στον κατάλογο των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου (fMRI, PET, ERPs) για την αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης είναι ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler. Ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler επιτρέπει την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης μέσω της μέτρησης και κατόπιν της σύγκρισης της ταχύτητας της αιματικής ροής στις μέσες εγκεφαλικές αρτηρίες (MEA), οι οποίες αποτελούν τις κύριες πηγές αιμάτωσης των γλωσσικών περιοχών Broca και Wernicke (Παπαδάτου-Παστού & συν., 2013).

Με τη χρήση της μεθόδου fMRI ή της PET, η ημισφαιρική επικράτηση καθορίζεται με βάση τον υπολογισμό της διαφοράς ανάμεσα στις ενεργοποιημένες περιοχές του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου σε σχέση με το άθροισμα όλων

των ενεργοποιημένων εγκεφαλικών περιοχών. Η μέθοδος του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler από την άλλη μεριά, παρέχει τις ίδιες πληροφορίες με έναν πολύ πιο αποτελεσματικό τρόπο, δηλαδή με την απευθείας σύγκριση της αιματικής ροής των δύο ΜΕΑ, παρέχοντας ταυτόχρονα εξαιρετική χρονική ευκρίνεια, συγκρίσιμη των μεθόδων αυτών (Sitzer, Knorr, & Seitz, 1994). Επιπλέον, η μέθοδος του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler δεν είναι επεμβατική, όπως η δοκιμασία της αμυτάλης (βλ. κεφ. 1. υποκ. 1.1), ούτε απαιτεί την ενέσιμη χορήγηση ραδιοϊσοτόπων, όπως γίνεται στην περίπτωση της PET. Συγκριτικά με την fMRI, το ιδιαίτερα υψηλό της κόστος, καθιστά δύσκολη την εκτεταμένη χρήση της για ερευνητικούς σκοπούς (Pelletier, Sauerwein, Lepore, Saint-Amour & Lassonde, 2007) σε αντίθεση με τη μέθοδο του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler, που επιπρόσθετα πλεονεκτεί στο ότι δεν επηρεάζεται από την κίνηση του κεφαλιού ή από μυϊκές κινήσεις που έχουν να κάνουν με την εκφορά λόγου (Lohmann, Drager, Muller-Ehrenberg, Deppe, & Knecht, 2005).

Η αξιολόγηση της πλευρίωσης της γλώσσας μέσω του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler χρησιμοποιείται περίπου δύο δεκαετίες, με πρωτοπόρους το πανεπιστήμιο του Μονάχου και το εργαστήριο των Deppe και Knecht και έχει πραγματοποιηθεί τόσο σε ενήλικες (π.χ., Stroobant, Buijs, & Vingerhoets, 2009. Lust, Geuze, Groothuis, & Bouma, 2011) όσο και σε παιδιά (π.χ., Lohmann, et al., 2005. Bishop, Watt, & Papadatou-Pastou, 2009. Stroobant, Van Boxstael, & Vingerhoets, 2011. Badcock, Nye, & Bishop, 2012). Πέρα από τη μελέτη της γλωσσικής πλευρίωσης, έχει χρησιμοποιηθεί και για τη μελέτη της ημισφαιρικής επικράτησης της οπτικοχωρικής μνήμης (π.χ., Whitehouse & Bishop, 2009), της οπτικοχωρικής προσοχής (π.χ., Rosch, Bishop, & Badcock, 2012), της οπτικής αντίληψης (π.χ., Rey, Parkhutik, Temble, & Alcañiz, 2011), της επεξεργασίας ακουστικών ερεθισμάτων (Artal, Cabrera, & Horan, 2004) κ.ά.

Η βασική λειτουργία της μεθόδου έγκειται στη μέτρηση της αιμάτωσης των δύο ημισφαιρίων κατά τη διάρκεια κάποιας γνωστικής δοκιμασίας που εκτελεί ο εξεταζόμενος, όπως για παράδειγμα της γλωσσικής παραγωγής. Οι αλλαγές στην αιμάτωση θεωρούνται αντιπροσωπευτικές των αλλαγών στο μεταβολικό ρυθμό του εγκεφάλου, αλλά και στη νευρωνική δραστηριότητα αυτή καθεαυτή (Silvestrini, Letizia, Matteis, Troisi, & Caltagirone, 1994. Rihs, Gutbrod, Gutbrod, Steiger, Sturzenegger, et al., 1995. Silvestrini, Troisi, Matteis, Cupini, & Caltagirone, 1995).

Με απλά λόγια, θεωρείται ότι όσο πιο έντονα δουλεύει κάποια περιοχή του εγκεφάλου τόσο πιο πολύ αιματώνεται.

Ο λειτουργία του διακρανιακού υπερήχου Doppler βασίζεται στο φαινόμενο Doppler σύμφωνα με το οποίο η συχνότητα από μία κινούμενη πηγή συχνοτήτων παρατηρείται ως υψηλότερη όταν η πηγή πλησιάζει τον παρατηρητή και ως χαμηλότερη όταν απομακρύνεται από αυτόν (Doppler, 1842). Για τον υπολογισμό της ταχύτητας αιματικής ροής στις ΜΕΑ, μετράται η μεταβολή της συχνότητας μεταξύ των εκπεμπόμενων υπερήχων από ηχοβολείς που βρίσκονται τοποθετημένοι επιδερμικά στην περιοχή του κροταφικού οστού και της αντανάκλασης αυτών από τα ερυθρά αιμοσφαίρια που κινούνται μέσα στις ΜΕΑ. Οι ηχοβολείς/αισθητήρες (2 MHz), τοποθετούνται στο κεφάλι του εξεταζόμενου υπό τις κατάλληλες γωνίες έτσι ώστε να μετρούν την ταχύτητα ροής του αίματος στις ΜΕΑ και είναι συνδεδεμένοι με τη συσκευή μέτρησης υπερήχου Doppler (DWL Multidop T2: manufacturer, DWL Elektronische Systeme, Singen, Germany) (βλ. Εικ. 3 και Εικ.4).

Για τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ταχύτητας ροής του αίματος, που καθορίζουν ποιο ημισφαίριο είναι αυτό που επικρατεί για την υπό μελέτη λειτουργία (Deppe, Ringelstein, & Knecht, 2004), έχουν αναπτυχθεί δύο εξειδικευμένα λογισμικά ανάλυσης, το Average από το Πανεπιστήμιο του Μονάχου (Deppe, Knecht, Henningsen, & Ringelstein, 1997) και το dopOSCI, εφαρμογή του Matlab, που αναπτύχθηκε από το εργαστήριο Μελέτης των Δυσκολιών Επικοινωνίας των Παιδιών του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης (Oxford Study of Children's Communication Impairments, www.psy.ox.ac.uk/oscci/). Η ανάλυση των δεδομένων από τα λειτουργικά ανάλυσης λαμβάνει υπόψη τόσο τον παλμό της καρδιάς, όσο και τις συνολικές διαφορές στην αιμάτωση των δύο ημισφαιρίων και αποτελεί μια πλήρως αυτοματοποιημένη, αντικειμενική διαδικασία που επιτρέπει τον εντοπισμό διαφορών στην αιμάτωση των δύο ΜΕΑ στο επίπεδο του 1% (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.12).



Εικόνα 3. Συσκευή μέτρησης υπέρηχου Doppler και αισθητήρες/ηχοβολείς 2 MHz.



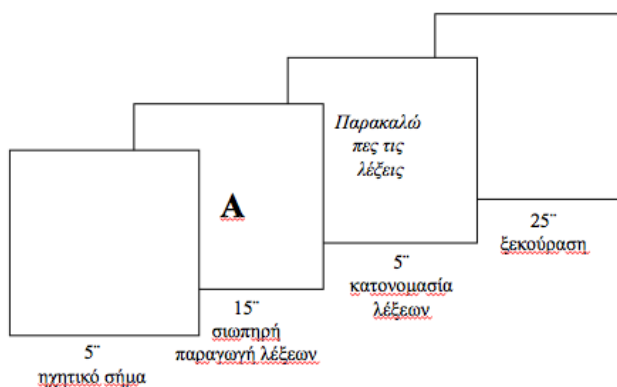
Εικόνα 4. Εφαρμογή του διακρανιακού υπέρηχου Doppler σε ανήλικο συμμετέχοντα
 Πηγή: <http://www.jove.com/video/2161/assessment-of-cerebral-lateralization-in-children-using-functional-transcranial-doppler-ultrasound-ftcd>

Η κλασική δοκιμασία που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας με τον υπέρηχο Doppler είναι η δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής (Word Generation task)⁴, η οποία αναπτύχθηκε από τους Knecht, Henningsen, Deppe, Huber, Ebner et al. (1996). Στη δοκιμασία αυτή ο συμμετέχων βλέπει ένα γράμμα στην οθόνη του Η/Υ και καλείται να σκεφτεί, δηλαδή να παράγει

⁴ Με τη χρήση της δοκιμασίας Λεξιλογικής Παραγωγής έχει μελετηθεί η εγκυρότητα εξωτερικού κριτηρίου του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας σε σχέση με την fMRI (Deppe, Knecht, Papke, Lohmann, Fleischer, et al., 2000) και με τη δοκιμασία της αμυτάλης (Knecht, Deppe, Ebner, Henningsen, Huber, et al., 1998a), δίνοντας υψηλές συσχετίσεις και με τις δύο τεχνικές ($r = .97, p < .001$ και $r = .92, p < .001$, αντιστοίχως). Επιπροσθέτως, η δοκιμασία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας επαναληπτικών μετρήσεων της τεχνικής (Knecht, Deppe, Ringelstein, Wirtz, Lohmann, et al., 1998b), δίνοντας πάλι υψηλές τιμές συσχέτισης μεταξύ των μετρήσεων ($r = .95, p < .001$) (βλ. Παπαδάτου-Παστού et al., 2013).

σιωπηλά, όσες περισσότερες λέξεις μπορεί που να ξεκινούν με το γράμμα αυτό. Το γράμμα παρουσιάζεται σε οθόνη υπολογιστή πέντε δευτερόλεπτα μετά από ένα ηχητικό σήμα που ακούγεται για να επιστήσει την προσοχή του συμμετέχοντα στη διαδικασία. Μετά το διάστημα σιωπηρής λεξιλογικής παραγωγής, που διαρκεί 15 δευτερόλεπτα, ο συμμετέχων καλείται να αναφέρει, μέσα σε μία περίοδο πέντε δευτερολέπτων, τις λέξεις που μόλις σκέφτηκε. Ο πειραματικός κύκλος ολοκληρώνεται με μία περίοδο ξεκούρασης διάρκειας 25 δευτερολέπτων, η οποία επιτρέπει στην αιματική ροή να επιστρέψει στην ταχύτητα που είχε πριν την έναρξη της λεξιλογικής παραγωγής (βλ. Εικ. 5). Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για 23 γράμματα, τα οποία παρουσιάζονται με τυχαία σειρά και για μία μόνο φορά το καθένα.

Ένας βασικός περιορισμός της δοκιμασίας αυτής, όμως, είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναλφάβητους πληθυσμούς ή σε παιδιά που δεν έχουν μάθει να διαβάζουν, καθώς επίσης και σε κλινικούς πληθυσμούς (Lohmann et al., 2005). Οι Bishop et al. (2009) κατασκεύασαν μία εναλλακτική δοκιμασία, την Περιγραφή Κινουμένου Σχεδίου (ΠΚΣ, Animation Description task), η οποία είναι κατάλληλη για συμμετέχοντες μικρότερης ηλικίας και πληθυσμούς με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η δοκιμασία αυτή παρουσιάζεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3 (υποκ. 3.3.12).



Εικόνα 5. Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Λεξιλογικής Παραγωγής.

Ένα μειονεκτήματα του διακρανιακού υπερήχου Doppler είναι ότι δεν παρουσιάζει καλή χωρική ανάλυση, καθώς παρέχει πληροφορίες μόνο σε επίπεδο ημισφαιρίων, μη επιτρέποντας κατ' αυτό τον τρόπο να μελετηθούν συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια του υπό μελέτη γνωστικού έργου. Επίσης, σε ποσοστό 5% του γενικού πληθυσμού, το κροταφικό οστό όπου τοποθετούνται οι αισθητήρες/ηχοβολείς δεν παρουσιάζει διαπερατότητα

με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διενέργεια της εξέτασης (Illingworth & Bishop, 2009). Από την άλλη, πρόκειται για μία αξιόπιστη και έγκυρη μέθοδο για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης και παράλληλα μη παρεμβατική. Αξίζει να αναφερθεί ότι η τεχνική Doppler χρησιμοποιείται σε εγκυμονούσες γυναίκες από το 1977, για να εξεταστεί το αίμα που ρέει στο αγέννητο μωρό μέσω του ομφαλίου λώρου, ενώ από την δεκαετία του 1980, για να εξεταστεί η ροή του αίματος μεταξύ μήτρας και πλακούντα, επομένως, αποτελεί μια απόλυτα ασφαλή τεχνική. Το χαμηλό της κόστος, η σχετική ευκολία στη συλλογή δεδομένων, η δυνατότητα μεταφοράς του εξοπλισμού και η εφαρμογή της σε ειδικές κατηγορίες πληθυσμού, όπως άτομα αναλφάβητα ή με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες την καθιστούν ιδανική για ευρείας κλίμακας μελέτες.

1.2. Συμπεριφορική πλευρίωση-Προτίμηση χεριού

Η πλευρίωση του εγκεφάλου και ο τρόπος που συνδέεται με την προτίμηση χεριού, αποτελεί την πιο εμφανή και συχνότερα μελετημένη ασυμμετρία της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Bryden, 1982). Με τον όρο «προτίμηση χεριού» (handedness) νοείται η προτίμηση στη χρήση του ενός χεριού έναντι του άλλου ή η ικανότητα να διεκπεραιώνονται κάποιες δραστηριότητες πιο αποτελεσματικά με τη χρήση του ενός χεριού (Corey, Hurley & Foundas, 2001).

Η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων είναι δεξιόχειρες, με το 90% περίπου του πληθυσμού να χρησιμοποιεί το δεξί χέρι για τη γραφή και για άλλες εξειδικευμένες δραστηριότητες που απαιτούν τη χρήση του ενός μόνο χεριού. Τα ποσοστά για την αριστεροχειρία διαφέρουν μεταξύ των ερευνών και κυμαίνονται από 1,6% (Hoosain, 1990) έως 32,2% (Gladue & Bailey, 1995) με την επικρατέστερη εκτίμηση να είναι γύρω στο 10% (Hardyck & Petrinovich, 1977. Holtzen, 1994. Annett, 1985. Cavill & Bryden, 2003).

Η αξιοσημείωτα ισχυρή προτίμηση σε επίπεδο πληθυσμού προς το ένα χέρι, το δεξί, είναι ένα μοναδικό ανθρώπινο χαρακτηριστικό (Martin & Jones, 1999. McManus, 1999). Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ζώα, όπως ποντίκια (Collins, 1985), αρουραίους (Kirk, 1935) και γάτες (Burgess & Villablanca, 1986) έχουν βρει επίσης ότι εμφανίζουν προτίμηση υπέρ του ενός ποδιού (ή πατούσας), χωρίς όμως η κατανομή αυτής της προτίμησης να είναι ανάλογη των ανθρώπων. Μία μετανάλυση σχετικών ευρημάτων σε δείγμα 1524 πιθήκων, έδειξε ότι εμφανίζουν

δεξιά προτίμηση χεριού σε ποσοστό 55% (Hopkins, 2006), πολύ μικρότερο συγκριτικά με το 90% του ανθρώπινου είδους. Αυτή η άνιση κατανομή υπέρ των δεξιόχειρων είναι που διαφοροποιεί το ανθρώπινο είδος από το ζωικό βασίλειο (Gilbert & Wysocki, 1992).

Μεγάλος αριθμός ευρημάτων υποστηρίζουν ότι η προτίμηση χεριού στον άνθρωπο είναι ένα αναπτυξιακό χαρακτηριστικό, τόσο οντογενετικά (σχετικά με την ανάπτυξη του ανθρώπου), όσο και φυλογενετικά (σχετικά με την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους) (βλ. Papadatou-Pastou, 2008). Αναφορικά με την ανάπτυξη, οι Hepper, Shahidullah και White, (1991) παρατήρησαν με τη χρήση υπερήχου ότι το 92% των εμβρύων που πιπίζαν τον αντίχειρά τους έτειναν να διαλέγουν το δεξί χέρι, ενώ μια άλλη μελέτη με τη χρήση υπερήχου αναφέρει ότι το 75% των δέκα εβδομάδων εμβρύων κουνούσαν συχνότερα το δεξί τους χέρι μέσα στη μήτρα (Hepper, McCathey & Shannon, 1998) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ 1. υποκ. 1.4).

Φυλογενετικά, συγκριτικές μελέτες αναφέρουν ότι η διαμόρφωση της προτίμησης χεριού στον άνθρωπο ξεκινάει αμέσως μετά από το διαχωρισμό του από τους μεγάλους πιθήκους (Corballis, 1991). Η παλαιότερη ένδειξη της ανθρώπινης προτίμησης χεριού προέρχεται από την εποχή των παγετώνων (Pleistocene), όπου σημάδια από χρήση κοφτερών αντικειμένων σε απολιθώματα υποδηλώνουν την ύπαρξη αριστερόχειρα και δεξιόχειρα ανθρώπου του Νεάντερταλ. Όσον αφορά τον *Homo sapiens*, ενδείξεις από ζωγραφιές σε σπηλιές υπάρχουν από την ύστερη Παλαιολιθική εποχή, όπου εμφανίζεται να χρησιμοποιεί και τα δύο χέρια για να κρατάει το κυνηγετικό του όπλο, με το δεξί να υπερτερεί (Groenen, 1997), όπως επίσης και να το χρησιμοποιεί συχνότερα για την κατασκευή των εργαλείων του (Uomini, 2011). Ίδιες ενδείξεις για προτίμηση του δεξιού χεριού έχουμε και από την Νεολιθική εποχή (Spenneman, 1984).

Από την αξιολόγηση 12.000 έργων τέχνης που προέρχονταν από την Ευρώπη, την Αφρική, την Αμερική και την Ασία (Coren & Porac, 1977) και πλούτο ευρημάτων από την επιστήμη της ανθρωπολογίας (Brinton, 1986), φαίνεται αυτή η ισχυρή προτίμηση του δεξιού χεριού έναντι του αριστερού να μην έχει υποστεί κάποια συστηματική αλλαγή τους τελευταίους 50 αιώνες. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και μία ανασκόπηση ευρημάτων από ανθρώπινα απολιθώματα που η ύπαρξή τους υπολογίζεται ότι ξεπερνάει τα 500.000 χρόνια (Fruyer, Lozano, Bermúdez de Castro, Carbonell, Arsuaga, et al., 2012).

Ορισμένες μελέτες θεωρούν δεδομένο ότι το χέρι που χρησιμοποιεί ένα άτομο για να γράψει είναι και αυτό που επικρατεί (McManus, 1991). Η μέθοδος αυτή είναι συνήθως ορθή όσον αφορά τους δεξιόχειρες, όμως φαίνεται να ταξινομεί λάθος το 40% των αριστερόχειρων (Satz, Achenbach & Fennell, 1967). Επομένως, απαραίτητη προϋπόθεση για τη μέτρηση της προτίμησης χεριού για την πρόβλεψη της πλευρίωσης των λειτουργιών και των δραστηριοτήτων του ανθρώπου είναι ο ορισμός κριτηρίων βάσει των οποίων ένα άτομο ταξινομείται ως δεξιόχειρας ή αριστερόχειρας.

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος για την αξιολόγηση της επικράτησης της δεξιοχειρίας ή της αριστεροχειρίας είναι τα ερωτηματολόγια προτίμησης χεριού (*hand preference questionnaires*) (Annett, 1970a. Oldfield, 1971. Raczkowski, Kalat & Nebes 1974. Briggs & Nebes, 1975. Steenhuis & Bryden, 1989), στα οποία ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει ποιο χέρι προτιμά να χρησιμοποιεί για διάφορες χειρωνακτικές εργασίες. Το πιο γνωστό ερωτηματολόγιο αυτού του είδους είναι το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EE) (Edinburg Handedness Inventory) (Oldfield, 1971) που απαρτίζεται από ερωτήματα σχετικά με δέκα δραστηριότητες: γράψιμο, ζωγραφική, πέταγμα πέτρας, ψαλίδι, οδοντόβουρτσα, μαχαίρι, κουτάλι, σκούπα, σπίρτο και άνοιγμα κουτιού. Στα ερωτηματολόγια προτίμησης ο ερωτώμενος καλείται να φανταστεί τον εαυτό του να εκτελεί μια δραστηριότητα, οπότε στερούνται αντικειμενικότητας η οποία εξασφαλίζεται κυρίως μέσα από δοκιμασίες δεξιότητας (*hand skill tests*) (Bryden, Bulman-Fleming & MacDonald, 1996. Bryden, Pryde & Roy, 2000) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.7).

Οι δοκιμασίες δεξιότητας μετρούν την ικανότητα των δύο χεριών να εκτελούν μια εργασία και εστιάζουν σε χαρακτηριστικά της επίδοσης του ατόμου, όπως η ταχύτητα (Tapley & Bryden, 1985. Annett, 1976. 1985), η ακρίβεια (Bishop, 1990. Watson & Kimura, 1989) και η δύναμη (Provins & Magliaro, 1989. Corey et al., 2001). Συνιστώνται περισσότερο σε πληθυσμούς όπως παιδιά και ηλικιωμένους, οι οποίοι συνήθως δυσκολεύονται να χειριστούν γραπτά ερωτηματολόγια και να θυμηθούν ποιο χέρι χρησιμοποιούν για να εκτελέσουν κάποια δραστηριότητα (Bryden et al., 2000). Μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες δεξιότητας είναι η δοκιμασία μετακίνησης πασσάλων (ΔΜΠ) (*peg-moving task ή pegboard*) της Annett (1985). Η δοκιμασία περιλαμβάνει 10 κυλινδρικούς μικρούς πασσάλους και ένα παραλληλόγραμμο διάτρητο πίνακα και οι συμμετέχοντες

καλούνται να μετακινήσουν όλους τους πασσάλους, τον ένα μετά τον άλλο, από τη πίσω πλευρά στην μπροστινή, με το ένα χέρι, καθώς χρονομετρούνται (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.8).

Η προτίμηση χεριού, όπως και η πλευρίωση της γλώσσας, δεν είναι ένα μονοδιάστατο φαινόμενο που προσδιορίζεται μόνο από την «κατεύθυνσή» του, δηλαδή εάν είναι κάποιος δεξιόχειρας ή αριστερόχειρας, αλλά και από το «βαθμό» προτίμησης, δηλαδή τη συχνότητα χρήσης του ενός ή του άλλου χεριού για διάφορες δραστηριότητες (Bryden et al., 2000). Πολλοί ερευνητές αξιολογούν τα αποτελέσματα που προκύπτουν μόνο όσον αφορά την «κατεύθυνση» της προτίμησης, διακρίνοντας δύο κατηγορίες, δεξιόχειρες και αριστερόχειρες, ενώ άλλοι ερευνητές, διακρίνουν το «βαθμό» προτίμησης χεριού που κυμαίνεται από την ισχυρή προτίμηση του αριστερού χεριού έως την ισχυρή προτίμηση του δεξιού χεριού και εκφράζεται ως μια συνεχής μεταβλητή (Δελλατόλας & Πόταγας, 2010. Annett, 2011).

Ένα ερώτημα που προκύπτει είναι εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ του προτιμώμενου χεριού όπως προσδιορίζεται από τα ερωτηματολόγια προτίμησης και του επιδεξιότερου χεριού όπως προκύπτει από τις δοκιμασίες δεξιότητας. Από το άθροισμα των απαντήσεων σε ένα ερωτηματολόγιο προτίμησης φαίνεται ότι η κατανομή της προτίμησης χεριού στο γενικό πληθυσμό έχει τη μορφή ασύμμετρης καμπύλης J, ενώ η κατανομή της δεξιότητας διαφέρει και έχει περίπου τη μορφή της κανονικής κωδωνοειδούς κατανομής, δηλαδή του ανεστραμμένου U (Annett, 1972. 1996b, Bishop, 2005. Δελλατόλας & Πόταγας, 2010). Αυτό φανερώνει ότι η χρήση μόνο μίας μέτρησης, όπως για παράδειγμα του ερωτηματολογίου προτίμησης, είναι πιθανόν να οδηγήσει σε λανθασμένη ταξινόμηση καθώς ορισμένοι άνθρωποι τείνουν να θεωρούν τους εαυτούς τους δεξιόχειρες, ενώ στην πραγματικότητα η επίδοσή τους με το αριστερό χέρι υπερέρχει σε δοκιμασίες δεξιότητας. Οπότε, ο συνυπολογισμός δοκιμασιών δεξιότητας και ερωτηματολογίων προτείνεται για την αξιολόγηση της επικράτησης χεριού και αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμος (Rigal, 1992).

Η επιλογή του ατόμου να χρησιμοποιεί το ένα χέρι έναντι του άλλου έχει αναφερθεί ότι ίσως οφείλεται στο ότι έχει εξασκηθεί περισσότερο στη χρήση αυτού και έχει θετικότερα αποτελέσματα στις δραστηριότητες που επιτελεί (Bishop, 1990). Ωστόσο αυτή η επεξήγηση δε φαίνεται να μπορεί να δικαιολογήσει την άνιση κατανομή υπέρ της χρήσης του δεξιού χεριού (Papadatou-Pastou, 2008) και ένα εύλογο ερώτημα που προκύπτει αφορά την αιτιολογία και την προέλευση αυτής της ασύμμετρης χρήσης των χεριών. Σήμερα υπάρχει γενική συμφωνία ότι η προτίμηση

χεριού προσδιορίζεται με πολυσύνθετους τρόπους από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, αλλά οι μηχανισμοί με τους οποίους αυτοί οι παράγοντες λειτουργούν δεν είναι απόλυτα κατανοητοί (Hellige, 1993). Παρακάτω αναφέρονται οι επικρατούσες γενετικές και περιβαλλοντικές θεωρίες, κάποιες από τις οποίες αρχικά διατυπώθηκαν για τον προσδιορισμό της εγκεφαλικής πλευρίωσης και στη συνέχεια έκαναν προβλέψεις για τον προσδιορισμό της φύσης της προτίμησης χεριού.

1.2.1. Γενετικές θεωρίες

Τα σύγχρονα δεδομένα από οικογενειακές και γενετικές μελέτες αποδίδουν κατά ένα μέρος τη διαμόρφωση της προτίμησης χεριού στην κληρονομικότητα. Μια σειρά από μελέτες διδύμων (για ανασκ. βλ. McManus, 1980. Medland, Duffy, Wright, Geffen, & Martin, 2006), όπως επίσης και μία πρόσφατη μελέτη σε δείγμα 25.732 οικογενειών, έχουν δείξει ότι η προτίμηση χεριού είναι ένα κληρονομικό χαρακτηριστικό, με τη γενετική συνεισφορά να εκτιμάται στο 25%, δηλαδή στο $\frac{1}{4}$ της συνολικής διακύμανσης (Medland, Duffy, Wright, Geffen, Hay, et al., 2009).

Μία από τις πιο δημοφιλείς θεωρίες για την αιτιολογία της ασυμμετρίας στην προτίμηση χεριού είναι αυτή που πρότεινε η Annett (1972. 1985) συσχετίζοντας την προτίμηση χεριού με ένα υποθετικό γονίδιο, το RS (Right Shift), το οποίο διαμορφώνει την πλευρίωση της γλώσσας. Το γονίδιο RS ασκεί συστηματική επιρροή στην ανθρώπινη ασυμμετρία, αφού ήδη από το ενδομήτριο περιβάλλον παρεμποδίζει την ανάπτυξη του δεξιού ημισφαιρίου εξασθενώντας κατά συνέπεια το αριστερό χέρι και μεταφέρει τις γλωσσικές λειτουργίες στο αριστερό ημισφαίριο.

Η Annett (1972. 1996b) βασιζόμενη σε μελέτες που είχαν πραγματοποιηθεί σε ζώα, όπως ποντίκια, αρουραίους, γάτες, μαϊμούδες και χιμπατζήδες, αναφέρει ότι οι προτιμήσεις τους ως προς το χέρι ή το πόδι ακολουθούν την κανονική κατανομή, με το 25% να εμφανίζει δεξιά προτίμηση, το 25% αριστερή προτίμηση και το υπόλοιπο 50% μικτή προτίμηση. Αν το ανθρώπινο σώμα μπορούσε να παρομοιαστεί με μία μηχανή εκτόξευσης μπαλών που χρησιμοποιείται στο τένις, τότε τα μπαλάκια που θα έπεφταν στην αριστερή πλευρά του γηπέδου θα αντιπροσώπευαν τους ανθρώπους με ανεπτυγμένη την αριστερή πλευρά του σώματός τους, τα μπαλάκια που θα έπεφταν στην δεξιά πλευρά του γηπέδου θα αντιπροσώπευαν τους ανθρώπους με ανεπτυγμένη την δεξιά πλευρά του σώματός τους, όμως τα περισσότερα από τα μπαλάκια θα

έπεφταν στο κέντρο του γηπέδου χωρίς σαφή προσανατολισμό, εφόσον ίσχυε η κατανομή που παρατηρείται στα ζώα (Annett, 2011). Στους ανθρώπους ωστόσο, η κατανομή της προτίμησης εμφανίζει μία μετατόπιση/τάση προς τα δεξιά (right shift).

Αυτό που σύμφωνα με την Annett επηρεάζει την προτίμηση στους ανθρώπους και την οδηγεί σε αυτή τη δεξιά μετατόπιση είναι η επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου για τις γλωσσικές λειτουργίες, που υπεύθυνο για αυτήν την επικράτηση είναι το γονίδιο RS. Το γονίδιο RS έχει δύο αλληλόμορφα (+, -), με τους απόγονους να λαμβάνουν ένα αλληλόμορφο από τον κάθε γονέα. Το επικρατές αλληλόμορφο (RS+) προκαλεί μια τάση προς την κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου για τις γλωσσικές λειτουργίες και άρα προς τη δεξιοχειρία, ενώ το υπολειπόμενο (RS-) οδηγεί στην απουσία της δεξιόστροφης τάσης, αφήνοντας άλλους παράγοντες να επιδράσουν ως προς την εγκεφαλική πλευρίωση και κατ' επέκταση την προτίμηση χεριού. Με βάση τη θεωρία, υπάρχουν τρεις πιθανοί συνδυασμοί των δύο αυτών αλληλόμορφων, το RS++, το RS+-, και το RS--, με τον γονότυπο RS++ να προκαλεί μια ισχυρή τάση για τυπική εγκεφαλική πλευρίωση (αριστερή) και συνεπώς δεξιοχειρία, ο γονότυπος RS+- δημιουργεί μια πιο ήπια τάση προς την τυπική εγκεφαλική πλευρίωση και τη δεξιοχειρία, ενώ τέλος, ο γονότυπος RS-- δεν προκαλεί καμία τάση ως προς την πλευρίωση της γλώσσας και άρα σε αυτή την περίπτωση αυτή οφείλεται μόνο σε τυχαίους παράγοντες (Annett, 1972. 1985).

Για το λόγο αυτό, η Annett αναφέρει ότι η θεωρία της είναι περισσότερο «περιβαλλοντική» παρά γενετική καθώς ο πολιτισμικός παράγοντας κατέχει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της προτίμησης, εφόσον όσοι βρίσκονται στο κέντρο της κατανομής και δεν εμφανίζουν καμία προτίμηση (RS--) είναι πιθανόν να διαμορφώνουν δεξιά προτίμηση κατόπιν πιέσεων της κοινωνίας για δεξιοχειρία. Το υπερέχον αλληλόμορφο RS+ θα μπορούσε να παρομοιαστεί με μια μικρή κλίση στη μηχανή του τένις που ωθεί τα μπαλάκια προς τα δεξιά, χωρίς ωστόσο να σημαίνει ότι ωθεί τους «πάντες» στη δεξιοχειρία (Annett, 2011). Η Annett δεν αποκλείει το ενδεχόμενο να υπάρχουν και ορισμένοι μη δεξιόχειρες στην ομάδα των ατόμων που εμφανίζουν τον γονότυπο RS++, ωστόσο οι πιθανότητες είναι μειωμένες.

Από την ποσοτικοποίηση των παραπάνω στοιχείων προκύπτει ότι, το 75% του πληθυσμού προβλέπεται να είναι άτομα με δεξιόστροφη κλίση (δηλαδή τα άτομα με γονότυπους RS++, RS+ -) ενώ το 25% του πληθυσμού (δηλαδή τα άτομα με γονότυπο RS--) δεν παρουσιάζει γενετικά καμία κλίση με αποτέλεσμα οι μισοί περίπου να γίνονται δεξιόχειρες και οι μισοί αριστερόχειρες. Η πρόβλεψη της

θεωρίας αυτής, ότι το ποσοστό των αριστερόχειρων ατόμων θα είναι περίπου 12,5%, είναι πολύ κοντά στην τιμή που δίνουν και άλλοι ερευνητές (Annett, 2002).

Μια δεύτερη γενετική θεωρία, που επίσης ορίζει ως προϋπόθεση την ύπαρξη ενός γονιδίου με δύο αλληλόμορφα, το D (dexterity, για τους δεξιόχειρες) και το C (chance, καμία τάση) διατυπώθηκε από τον McManus (1984). Όσοι έχουν συνδυασμό δύο αλληλόμορφων D (DD γονότυπος), που αποτελεί τον πιο συχνό συνδυασμό, είναι όλοι δεξιόχειρες, ενώ όσοι έχουν συνδυασμό CC ο προσδιορισμός της προτίμησης χεριού προκύπτει τυχαία. Όσοι είναι ετεροζυγώτες (DC) έχουν 50% πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες. Ο McManus δεν αναφέρεται σε σχέση επικράτησης, αλλά ότι τα δύο αλληλόμορφα έχουν μάλλον προσθετική δράση στην ετεροζυγωτική κατάσταση (DC).

Σε αντίθεση με τα γενετικά μοντέλα που προτάθηκαν από τους Annett (1972, 1985) και McManus (1984) που έκαναν λόγο για ένα και μοναδικό γονίδιο που ευθύνεται για την προτίμηση χεριού, η πρόσφατη βιβλιογραφία επικεντρώνεται σε περισσότερους από ένα γενετικούς τόπους που ενδεχομένως θεωρούνται «υποψήφιοι» για την προτίμηση χεριού και εντοπίζονται στα χρωμοσώματα 2 (2p12-q11), 17 (17p11-q23), 10 (10q26) και 12 (12q21-23) (Medland et al., 2009. Scerri, Brandle, Paracchini, Morris, Ring, et al., 2011). Επίσης, ένας επιπλέον γενετικός παράγοντας, το γονίδιο *LRRTM1* στο χρωμόσωμα 2 (2p12-q11) έχει βρεθεί ότι σχετίζεται με την αριστερή προτίμηση χεριού και τη σχιζοφρένεια (Francks, Maegara, Lauren, Abrahams, & Velayos-Baeza, 2007) και πολύ πρόσφατα βρέθηκε ότι το γονίδιο *PCSK6*, που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του νοητού άξονα που χωρίζει το σώμα σε δύο πλευρές, τη δεξιά και την αριστερή (Constam & Robertson, 2000), συνδέεται με την προτίμηση χεριού και τη δυσλεξία (Scerri et al., 2011).

Το γεγονός ότι οι γενετικοί παράγοντες είναι σε θέση να εξηγήσουν μόνο ένα μέρος της συνολικής διακύμανσης του φαινομένου (Medland et al., 2009. Scerri et al., 2011) και συγχρόνως πολλοί μονοζυγωτικοί δίδυμοι παρουσιάζουν συχνά αντίθετες προτιμήσεις χεριού έχει χρησιμοποιηθεί ως επιχείρημα ενάντια στη γενετική βάση της προτίμησης χεριού (Βλάχος, 1998). Η περιβαλλοντική επιρροή κατέχει εξίσου σημαντικό ρόλο στην ερμηνεία των διαφορών στην προτίμηση χεριού (Medland et al., 2009. Annett, 2011), γι' αυτό η πολυπαραγοντική προσέγγιση, ο συνδυασμός δηλαδή γενετικών παραγόντων με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις κρίνεται αναγκαίος

στην προσπάθεια προσδιορισμού της φύσης της προτίμησης χεριού (Βλάχος, 1998. Medland et al., 2009).

1.2.2. Περιβαλλοντικές θεωρίες

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες χωρίζονται σε προγεννητικούς, περιγεννητικούς και μεταγεννητικούς ανάλογα με τη χρονική περίοδο που επιδρούν στην επιλογή της προτίμησης χεριού (Alibeik & Angaji, 2010). Οι κυριότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που έχουν συσχετιστεί με την προτίμηση χεριού αφορούν το ενδομήτριο περιβάλλον, ατυχήματα ή εγκεφαλικές κακώσεις κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, τη σειρά και το βάρος γέννησης καθώς και την κοινωνικοπολιτισμική επιρροή (για ανασκ. βλ. Medland et al., 2009).

Η πιο αντιπροσωπευτική περιβαλλοντική θεωρία που αφορά τους προγεννητικούς παράγοντες έχει προταθεί από τους Geschwind και Galaburda (1985a.b) και είναι γνωστή ως «υπόθεση της τεστοστερόνης». Η θεωρία υποστηρίζει ότι διαφορές στα επίπεδα ορμονών και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης κατά την εμβρυική περίοδο οδηγεί σε διαφοροποίηση της «κανονικής» αρχιτεκτονικής του εγκεφάλου, με αποτέλεσμα την καθυστερημένη ανάπτυξη του αριστερού ημισφαιρίου. Αυτό έχει ως συνέπεια το δεξιό ημισφαίριο να αναπτύσσει μία αντισταθμιστική στρατηγική επικράτησης και αυξημένες πιθανότητες για αριστεροχειρία.

Η θεωρία των Geschwind και Galaburda (1985a.b) αρχικά προτάθηκε για να εξηγήσει τις διαφυλικές διαφορές στην προτίμηση χεριού, αφού σύμφωνα με τους ερευνητές τα αγόρια είναι πιο εκτεθειμένα στην προγεννητική τεστοστερόνη με αποτέλεσμα να είναι πιο ευάλωτα στη μη τυπική ανάπτυξη του αριστερού ημισφαιρίου και κατ' επέκταση στην αριστεροχειρία. Πράγματι, η συχνότητα της δεξιοχειρίας είναι ελαφρώς μεγαλύτερη στο γυναικείο πληθυσμό, με το εύρος της διασποράς στις διάφορες έρευνες να κυμαίνεται μεταξύ 1% και 4% (Harris & Carlson, 1988). Σε μία μετα-ανάλυση των Papadatou-Pastou, Martin, Munafó και Jones (2008) που συμπεριέλαβε 144 μελέτες και είχε δείγμα 1.787.629 ατόμων, βρέθηκε ότι οι άντρες έχουν 23% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Αν και η υπόθεση της τεστοστερόνης έχει αμφισβητηθεί και σε πολλά σημεία είναι ασαφής (Llaurens Raymond & Faurie, 2009) ακόμα και σήμερα παραμένει υπό διερεύνηση συγκριτικά με την εγκεφαλική πλευρίωση (Boets,

De Smedt, Wouters, Lemay & Ghesquière, 2007) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ.1. υποκ. 3.2).

Σύμφωνα με μια υπόθεση του Bakan (1971) στην οποία κατέληξε παρατηρώντας την προτίμηση χεριού σε σχέση με τη σειρά γέννησης των παιδιών, η αριστεροχειρία μπορεί να προκύπτει από την πίεση και την ένταση της γέννησης. Ο Bakan (1971) παρατήρησε ότι τα πρωτότοκα παιδιά ή τα παιδιά που γεννήθηκαν από μεγαλύτερες μητέρες είναι περισσότερο πιθανό να είναι αριστερόχειρες κι ότι η εγκεφαλική ανοξία (έλλειψη οξυγόνου με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι ιστοί και οι νευρώνες του εγκεφάλου) που σχετίζεται με την εγκυμοσύνη και τις επιπλοκές κατά τη διάρκεια του τοκετού μπορεί να προκαλέσει κάποια νευρολογική διαταραχή, με την αριστεροχειρία να είναι ένα ήπιο σύμπτωμα ή σημάδι αυτής της νευρολογικής διαταραχής (Bakan, Dibb & Reed, 1973. Bakan 1991).

Επίσης, καταστάσεις όπως το μητρικό άγχος, ο πρόωρος τοκετός και το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση μπορεί να οδηγήσουν σε μη τυπική προτίμηση χεριού (αριστερή ή μικτή προτίμηση χεριού) (Alibeik & Angaji, 2010). Οι Searleman, Cunningham και Goodwin (1988) προχώρησαν σε μία ανάλυση 23 μελετών που εξέταζαν τη σχέση μεταξύ δεικτών της πίεσης κατά τη γέννηση και της προτίμησης χεριού και βρήκαν ότι η ασυμβατότητα του παράγοντα Rhesus⁵, το μικρό βάρος κατά τη γέννηση και ο τοκετός με καισαρική πιθανώς να σχετίζονται με αυξημένη εμφάνιση μη δεξιοχειρίας στα αγόρια. Ο σημαντικότερος όμως περιγεννητικός δείκτης που φαίνεται να συνδέεται με την αριστεροχειρία είναι το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση (O'Callaghan, Tudehope, Dugdale, Mohay, Burns, et al., 1987. Bishop, 1990. Llaurens et al., 2009).

Μετά τη γέννηση υπεισέρχονται «τρίτοι» παράγοντες, πολιτισμικοί, κοινωνικοί ή εκπαιδευτικοί, που είναι πιθανόν να τροποποιήσουν την υπάρχουσα έμφυτη προτίμηση χεριού (Laland, Kumm, Van Horn, & Feldman, 1995). Για παράδειγμα, η καταπίεση στη χρήση του αριστερού χεριού αποτελεί έναν από αυτούς τους παράγοντες και αναδεικνύεται μέσα από διαπολιτισμικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και υπέδειξαν ότι η πλειονότητα των αριστερόχειρων, που γεννήθηκαν πριν από το 1950 και είχαν αξιολογηθεί για την προτίμηση χεριού μέσω ερωτηματολογίου προτίμησης,

⁵ Το Rhesus είναι ένα αντιγόνο του αίματος το οποίο μεταβιβάζεται σύμφωνα με τους νόμους της κληρονομικότητας. Αν τα ερυθρά αιμοσφαίρια έχουν το συγκεκριμένο αντιγόνο, τότε λέγεται Rhesus θετικό. Σε περίπτωση που η μητέρα είναι Rhesus αρνητική και το μωρό είναι Rhesus θετικό, τότε λέμε ότι υπάρχει ασυμβατότητα Rhesus

χρησιμοποιούσαν το δεξί τους χέρι για τη γραφή, ενώ η πλειονότητα όσων γεννήθηκαν τη δεκαετία του 1960 έγραφαν με το αριστερό (Dellatolas Tubert, Castresanam, Mesbah, Giallonardo, et al., 1991. Δελλατόλας & Πόταγας, 2010).

Επιπρόσθετα, φαίνεται ότι κάποιοι πληθυσμοί υπόκεινται περισσότερο σε πολιτιστικές πιέσεις κατά της χρήσης του αριστερού χεριού (Marchant & McGrew, 1998). Η συχνότητα εμφάνισης της αριστεροχειρίας είναι χαμηλότερη στις χώρες της Νότιας Ευρώπης και της Αφρικής (5-7%) συγκριτικά με τη Γαλλία (8-10%) και τις αγγλοσαξονικές χώρες (περίπου 10%) (Halpern & Coren, 1988). Σύμφωνα με τους Annett (2002) και McManus (2002), στις δυτικές κοινωνίες τον 19^ο αιώνα παρατηρήθηκε αύξηση στα ποσοστά της αριστεροχειρίας και συγκεκριμένα από 2% που ήταν μέχρι το 1900, το ποσοστό έφτασε να κυμαίνεται από 10 έως 15% μεταξύ του 1900-2000. Αντιθέτως, σε «αυστηρές» ανατολικές κοινωνίες, τα ποσοστά εμφάνισης αριστεροχειρίας (όσον αφορά το χέρι προτίμησης για το γράψιμο) φτάνουν να είναι ακόμη και χαμηλότερα του 1% του γενικού πληθυσμού (Hung, Tu, Chen, & Chen, 1985). Παρόλο που τα ποσοστά της αριστεροχειρίας εμφανίζουν διακυμάνσεις μεταξύ διαφόρων χωρών και πολιτισμών (Marchant & McGrew, 1998. Raymond & Pontier, 2004), ωστόσο μέχρι σήμερα δεν έχει υπάρξει καμία γνωστή κοινωνία όπου οι αριστερόχειρες να αποτελούν την πλειονότητα του πληθυσμού (Scerri et al., 2011).

1.3. Πλευρίωση της γλώσσας και προτίμηση χεριού

Με δεδομένη τη «χιαστί» επικοινωνία του εγκεφάλου με το υπόλοιπο σώμα, όπου το αριστερό ημισφαίριο ελέγχει κινητικά το δεξί χέρι, συχνά οδηγείται κανείς στην λανθασμένη υπόθεση ότι η δεξιοχειρία σχετίζεται με την παρουσία του λόγου στο αριστερό ημισφαίριο και αντίστροφα η γλωσσική λειτουργία βρίσκεται στο δεξιό ημισφαίριο των αριστερόχειρων (Kolb & Whishaw, 2009). Ιστορικά αυτή η συσχέτιση της προτίμησης χεριού με την εγκεφαλική οργάνωση αποδίδεται στο Paul Broca, ο οποίος ισχυρίστηκε ότι τόσο η γλωσσική λειτουργία όσο και η δεξιοχειρία αποδίδονται στην έμφυτη ανωτερότητα του αριστερού ημισφαιρίου στους δεξιόχειρες. Υπέθεσε λοιπόν ότι στους αριστερόχειρες αυτό το φαινόμενο αντιστρέφεται (Broca, 1965), κάτι το οποίο δεν επιβεβαιώνεται από τα σύγχρονα ευρήματα (Knecht et al., 2000a. Szaflarski et al., 2002).

Τα ευρήματα από μη επεμβατικές μελέτες απεικόνισης εγκεφάλου τοποθετούν την πλευρίωση της γλώσσας στο αριστερό ημισφαίριο για το 95% των δεξιόχειρων ατόμων (Tzourio et al., 1998. Pujol et al., 1999. Springer, Binder, Hammeke, Swanson, Frost, et al., 1999. Knecht et al., 2000b), παρά το γεγονός ότι και το δεξιό ημισφαίριο μετέχει ενεργά στην επεξεργασία της γλώσσας (Price, 2012). Σε μία μελέτη με την μέθοδο fMRI, οι Szaflarski et al. (2002) μελέτησαν την πλευρίωση της γλώσσας σε ένα δείγμα 50 υγιών μη δεξιόχειρων ατόμων (αριστερόχειρων και αμφιδέξιων), όπως αξιολογήθηκαν με το EE (Oldfield, 1971). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το 22% του δείγματος εμφάνιζε μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, με το 8% να εμφανίζει δεξιά πλευρίωση και το 14% αμφίπλευρη ενεργοποίηση. Το υπόλοιπο 78% των μη δεξιόχειρων ατόμων παρουσίαζε την τυπική εγκεφαλική πλευρίωση, ποσοστό μικρότερο από το 95% που εκτιμάται η ασυμμετρία του αριστερού ημισφαιρίου στους δεξιόχειρες από προηγούμενες μελέτες (Szaflarski et al., 2002). Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν και με τα ποσοστά αριστερόχειρων επιληπτικών ασθενών που εκτιμήθηκαν με την δοκιμασία της νατριούχου αμυτάλης, εκ των οποίων το 70% εμφάνιζε αριστερή πλευρίωση για τη γλώσσα και το υπόλοιπο 30% δεξιά και αμφίπλευρη ενεργοποίηση (Rasmussen & Milner, 1977). Βέβαια το γεγονός ότι τα ευρήματα αυτά προέρχονται από κλινική ομάδα πληθυσμού δεν τα καθιστά γενικεύσιμα.

Μία άλλη πολύ σημαντική μελέτη για τη διερεύνηση της σχέσης της προτίμησης χεριού με την εγκεφαλική πλευρίωση πραγματοποιήθηκε από τους Knecht et al. (2000a) σε ένα δείγμα 326 υγιών ατόμων με τη χρήση του διακρανιακού υπέρηχου Doppler. Οι ερευνητές προέβησαν σε ποσοτικοποίηση της σχέσης αυτής και βρέθηκε ότι η αντιπροσώπευση της γλώσσας στον εγκέφαλο δεν εξαρτάται μόνο από την κατεύθυνση αλλά και από το βαθμό της προτίμησης χεριού. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι το ποσοστό κυριαρχίας του δεξιού ημισφαιρίου στις γλωσσικές λειτουργίες αυξάνεται γραμμικά με το βαθμό προτίμησης χεριού, όπως αυτή μετρήθηκε με το EE (Oldfield, 1971). Το ποσοστό επικράτησης τους δεξιού ημισφαιρίου κυμαινόταν από 4% στους ισχυρά δεξιόχειρες, στο 15% στους αμφιδέξιους και 27% στους ισχυρά αριστερόχειρες με την σχέση αυτή να προσδιορίζεται από τον τύπο: *πιθανότητα κυριαρχίας δεξιού ημισφαιρίου (%) = 15% - προτίμηση χεριού (%) / 10*. Επίσης, οι Vingerhoets, Acke, Alderweireldt, Nys, Vandemaele et al., (2012) αναφέρουν ότι οι αριστερόχειρες εμφανίζουν μειωμένη

ημισφαιρική ενεργοποίηση (βαθμό πλευρίωσης) συγκριτικά με τους δεξιόχειρες, ανεξάρτητα από την κατεύθυνσή της.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι μεταξύ των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων υπάρχουν διαφοροποιήσεις στη λειτουργική οργάνωση των εγκεφάλων τους. Πέρα από τη λειτουργική πλευρίωση, η προτίμηση χεριού συνδέεται και με ανατομικές ασυμμετρίες στον εγκεφαλικό φλοιό και ιδιαίτερα σε περιοχές που σχετίζονται με τη γλώσσα (Geschwind & Galaburda, 1985b. Witelson, 1989). Συγκεκριμένα, η ασυμμετρία της πλάγιας σχισμής του Σύλβιους φαίνεται να είναι πιο έντονη στα δεξιόχειρα άτομα (Hochberg & LeMay, 1975), όπως επίσης και το κροταφικό πεδίο στο αριστερό ημισφαίριο (Kertesz, Black, Polk, & Howell, 1986. Herve, Crivello, Perchey, Mazoyer, & Tzourio-Mazoyer, 2006).

Η Witelson (1989) υπέθεσε ότι τυχόν διαφοροποιήσεις στον τρόπο σύνδεσης των εγκεφαλικών ημισφαιρίων διαμέσου του μεσολοβίου, μεταξύ αριστερόχειρων και δεξιόχειρων, μπορεί να εξηγεί τις διαφοροποιήσεις τους ως προς τη γλωσσική λειτουργία. Από μεταθανάτια εξέταση εγκεφάλων βρήκε ότι το οπίσθιο τμήμα του σώματος του μεσολοβίου είναι μεγαλύτερο στους μη δεξιόχειρες σε ποσοστό περίπου 19%. Αντίθετα, σε μία πιο πρόσφατη μελέτη οι Luders, Cherbuin, Thompson, Gutman, Anstey et al., (2010) βρήκαν ότι η δομή του μεσολοβίου σχετίζεται μόνο με το βαθμό της προτίμησης χεριού και όχι με την κατεύθυνσή της. Συγκεκριμένα βρήκαν ότι η μετρίου βαθμού προτίμηση χεριού, ανεξάρτητα από το εάν είναι αριστερή ή δεξιά, σχετίζεται με μεγαλύτερο μεσολόβιο (αριθμών ινών). Υπέθεσαν ότι το μικρότερο μεσολόβιο στους ισχυρά δεξιόχειρες ή ισχυρά αριστερόχειρες αποτελεί ένδειξη μειωμένης διημισφαιρικής επικοινωνίας στις κινητικές περιοχές του φλοιού. Στην υποστήριξη αυτής της υπόθεσης συνηγορούν και τα ευρήματα των Schlaug, Jancke, Huang, Staiger, και Steinmetz (1995), που μελετώντας τα μεσολόβια 30 μουσικών που εμφανίζουν αμφίπλευρη δεξιότητα στη χρήση και των δύο χεριών, βρήκαν ότι είχαν μεγαλύτερης έκτασης μεσολόβια από την ομάδα ελέγχου.

Συμπερασματικά, από τις ανατομικές και λειτουργικές μελέτες σε ομάδες ατόμων που δείχνουν διαφοροποίηση στη χρήση τους ενός ή του άλλου χεριού προκύπτει ότι η προτίμηση χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι δύο φαινόμενα στενά συνδεδεμένα. Το γεγονός ότι ομάδες ατόμων με διαφορετική προτίμηση χεριού εμφανίζουν διαφορετικά πρότυπα ημισφαιρικής ασυμμετρίας φανερώνει ότι η προτίμηση χεριού αποτελεί ένα έμμεσο συμπεριφορικό δείκτη για τη γλωσσική πλευρίωση στον εγκέφαλο (Knecht et al., 2000a).

1.4. Αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της πλευρίωσης και της προτίμησης χεριού

Ο διαχωρισμός των ημισφαιρικών λειτουργιών αποτελεί προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη της ικανότητας του ανθρώπου να εκφράζει και να μεταβιβάζει ιδέες, επιθυμίες και πληροφορίες διαμέσου του λόγου (Luria, 1973. Geschwind & Galaburda, 1985b. Hiscock, 1998) που αποτελεί την πιο χαρακτηριστική συμπεριφορά της ανθρώπινης εξέλιξης (Lieberman, 1975, 1984). Οντογενετικά, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, στα περισσότερα έμβρυα ήδη εφτά εβδομάδες μετά τη σύλληψη, η δεξιά πλευρά του σώματος τους είναι περισσότερο ανεπτυγμένη από την αριστερή (O' Rahilly & Muller, 1987. Giedd, Snell, Lange, Rajapakse, Casey, et al., 1996). Ο ανθρώπινος εγκέφαλος εμφανίζει δομικές διαφοροποιήσεις ήδη από την περιγεννητική περίοδο, αφού η ανατομική ασυμμετρία στην αριστερή πλάγια σχισμή του Σύλβιους (LeMay, 1976) και η ασυμμετρία στο κροταφικό πεδίο είναι εμφανείς από το τελευταίο τρίμηνο της κύησης (Preis, Jäncke, Schmitz-Hillebrecht & Steinmetz, 1999). Επίσης, μία μελέτη σε παιδιά ηλικίας 4-18 χρονών έδειξε ότι συνολικά ο όγκος του αριστερού τους ημισφαιρίου ήταν μεγαλύτερος από τον όγκο του δεξιού ημισφαιρίου (Giedd et al., 1996).

Αναφορικά με τη λειτουργικότητα, η ασυμμετρία του εγκεφάλου αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι αποκλειστικά ανθρώπινο φαινόμενο, αφού εμφανίζεται ακόμα και σε πουλιά και πρωτεύοντα θηλαστικά (βλ. Papadatou-Pastou, 2008). Ενδεικτικά, τα ωδικά πτηνά παρουσιάζουν έλεγχο του τραγουδιού τους από το αριστερό ημισφαίριο σε αντίθεση με τους παπαγάλους που φαίνεται να παρουσιάζουν συμμετρικό έλεγχο της φωνής (Martin, 2005). Αντίστοιχες λειτουργικές διαφοροποιήσεις ως προς την αντίληψη των ήχων εμφανίζονται σε τριών μηνών νεογέννητα βρέφη (Dehaene & Hertz-Pannier, 2002).

Τα ευρήματα ωστόσο σχετικά με την αναπτυξιακή πορεία της λειτουργικής πλευρίωσης δεν είναι τόσο ξεκάθαρα. Ορισμένες μελέτες με τη χρήση της μεθόδου fMRI σε παιδικό πληθυσμό υποστηρίζουν ότι η αντιπροσώπευση της γλώσσας στις νεώτερες ηλικίες είναι περισσότερο αμφίπλευρη και αυξάνεται με τα χρόνια (Holland, Plante, Weber Byars, Strawsburg Schmithorst, et al., 2001. Szaflarski, Schmithorst, Altaye, Byars, Ret, et al., 2006), ενώ άλλες μελέτες βρήκαν ότι η λειτουργική

πλευρίωση έχει παγιωθεί μέχρι την ηλικία των επτά ετών και δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου (Gaillard, Sachs, Whitnah, Ahmad, Balsamo, et al., 2003. Wood, Harvey, Wellard, Abbott, Anderson, et al., 2004).

Μία πιο πρόσφατη μελέτη των Everts, Lidza, Wilke, Kiefer, Mordasini et al. (2009) σε υγιή πληθυσμό 8,5 έως 20,5 ετών με τη χρήση fMRI, κατέδειξε ότι υπάρχει αύξηση της λειτουργικής πλευρίωσης με την πάροδο της ηλικίας. Τα παιδιά αξιολογήθηκαν με δύο γλωσσικές δοκιμασίες (βλ. Wilke, Lidzba, Staudt, Buchenau, Grodd et al., 2006), που θεωρούνται ενδεικτικές για την αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης με την μέθοδο fMRI και προκαλούν ενεργοποίηση του αριστερού ημισφαιρίου, καθώς αντίστοιχα και με δύο οπτικές δοκιμασίες (βλ. Lidza, Staudt, Grodd & Krageloh-Mann, 2006) που θεωρούνται ενδεικτικές για την αξιολόγηση της ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου. Μάλιστα η μελέτη προέβη σε χαρτογράφηση των περιοχών που ενεργοποιούνταν κατά τις γλωσσικές δοκιμασίες και βρέθηκε ότι τα μεγαλύτερα σε ηλικία παιδιά ενεργοποιούσαν περισσότερο την υπερχειλίο έλικα (supramarginal gyrus), την οπίσθια μέση μετωπιαία έλικα (posterior middle frontal gyrus) και τον κάτω κροταφικό λοβό (inferior temporal lobe) στο αριστερό ημισφαίριο συγκριτικά με τα μικρότερα παιδιά. Το ίδιο συνέβαινε και κατά την εκτέλεση των οπτικών δοκιμασιών, με τα μεγαλύτερα παιδιά να ενεργοποιούν περισσότερο την άνω μέση κροταφική περιοχή (superior middle temporal region), το μέσο ινιακό λοβό (middle occipital lobe) και την υπερχειλίο έλικα στο δεξιό ημισφαίριο.

Όσον αφορά την αναγνωστική ικανότητα, που αποτελεί μια συνθετότερη γλωσσική λειτουργία γιατί περιλαμβάνει και το γραπτό λόγο εκτός από τον προφορικό, η λειτουργική εξειδίκευση του εγκεφαλικού μηχανισμού είναι συνθετότερη. Μία μετανάλυση των Houde, Rossi, Lubin και Joliot (2010) που συμπεριλάμβανε έρευνες της τελευταίας δεκαετίας (1999-2008) που είχαν χρησιμοποιήσει την μέθοδο fMRI σε παιδιά και εφήβους, έδειξε ότι τα παιδιά ενεργοποιούσαν τα ίδια νευρωνικά δίκτυα με τους ενήλικες στο αριστερό ημισφαίριο κατά την διαδικασία της ανάγνωσης, ενώ αντίθετα για άλλες γνωστικές ικανότητες, όπως για παράδειγμα την επίλυση αριθμητικών δοκιμασιών, με την πάροδο της ηλικίας υπήρχε μετατόπιση της ενεργοποίησης από τον δεξιό μετωπιαίο φλοιό στον αριστερό βρεγματικό φλοιό του εγκεφάλου.

Μία ερμηνεία σχετική με την αύξηση της ασυμμετρίας κατά την πάροδο της ηλικίας που στηρίζεται σε ανατομικά στοιχεία δόθηκε από τους Thompson, Giedd,

Woods, MacDonald, Evans et al. (2000). Υπέθεσαν ότι πιθανές αναπτυξιακές αλλαγές στον όγκο του μεσολοβίου, επηρεάζουν την πλευρίωση των γνωστικών λειτουργιών. Προς αυτήν την κατεύθυνση και οι Nagy, Westerberg και Klingberg (2004), περιέγραψαν ότι κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας παρατηρείται αύξηση στη μυελίνωση των μετωπιαίων και βρεγματικών νευραξόνων. Αυτές οι ανατομικές αλλαγές που επιτελούνται αναπτυξιακά πιθανώς να σχετίζονται με λειτουργικές διαφοροποιήσεις ως προς την πλευρίωση των παιδιών και των ενηλίκων (Schlaggar, Brown, Lugar, Visscher, Miezin et al., 2002). Μια άλλη παραδοχή υποστηρίζει ότι η λειτουργική εξειδίκευση δεν είναι αποτέλεσμα αυξημένης ενεργοποίησης κάποιων εγκεφαλικών περιοχών αλλά απόρροια μειωμένης ενεργοποίησης κάποιων άλλων λόγω της απόπτωσης στην παιδική ηλικία, δηλαδή της φυσιολογικής διεργασίας του προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου (Low & Cheng, 2006).

Όσον αφορά την προτίμηση χεριού, που κι αυτή αποτελεί ένα αναπτυξιακό χαρακτηριστικό, τα ευρήματα είναι περισσότερο ξεκάθαρα. Οι Gesell και Ames (1947) βρήκαν ότι το τονικό αντανακλαστικό του αυχένα στα νεογνά αποτελεί ένα ισχυρό δείκτη της μετέπειτα προτίμησης χεριού, στις ηλικίες των 1,5 και 10 ετών, όπως επίσης και η συχνότερη κίνηση του δεξιού χεριού του εμβρύου μέσα στη μήτρα (Hepper et al., 1991. 1998).

Η προτίμηση χεριού αναφορικά με την κατεύθυνση της προτίμησης, δεξιά ή αριστερή, δε φαίνεται να υπόκειται σε καμία συστηματική αλλαγή με την πάροδο της ηλικίας (Kilshaw & Annett, 1983. McManus, Sik, Cole, Mellon, Wong & Kloss, 1998). Πολλές μελέτες αναφέρουν ότι το ποσοστό της αριστεροχειρίας μειώνεται με την πάροδο της ηλικία και συγκεκριμένα μετά τα 60 ή 70 έτη (βλ. Hugdhal, 1996), όμως οι μελέτες που διερευνούν τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της προτίμησης χεριού σε συμμετέχοντες μικρότερους των 60 ετών, θεωρούν ότι η κατεύθυνση της προτίμησης έχει παγιωθεί στην ηλικία των πέντε ετών, πιθανόν και στα τρία έτη ή νωρίτερα (βλ. McManus et al., 1998).

Οι Kilshaw και Annett (1983) επανεξετάζοντας τα δεδομένα από συμμετέχοντες ηλικίας τριάντι έως 63 χρονών, βρήκαν ότι η προτίμηση χεριού δεν υφίσταται καμία αλλαγή με την πάροδο της ηλικίας, ούτε τάση για μετατόπιση της προς τα δεξιά. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι McManus et al. (1998) εξετάζοντας 314 παιδιά ηλικίας τριών, τεσσάρων, πέντε και επτά χρονών. Μάλιστα, επαναξιολογώντας τα πεντάχρονα παιδιά μετά από δύο έτη βρήκαν ότι μόλις ένα αριστερόχειρο παιδί είχε αλλάξει προτίμηση χεριού, εύρημα που δεν οδήγησε σε

στατιστική σημαντικότητα, και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κατεύθυνση της προτίμησης έχει παγιωθεί έως την ηλικία των πέντε ετών, σε αντίθεση με τη δεξιότητα χεριού που αποτελεί ένα πιο ευμετάβλητο χαρακτηριστικό.

Σχετικά με τη δεξιότητα χεριού, οι McManus et al. (1998) αναφέρουν ότι συνεχίζει να αναπτύσσεται μέχρι τα επτά έτη. Επίσης, βρήκαν ότι η ανάπτυξη του βαθμού πλευρίωσης μεταξύ των ηλικιών 3 έως 7, είναι μεγαλύτερη για τους αριστερόχειρες. Άλλες μελέτες δε βρήκαν αντίστοιχες ηλικιακές διαφορές για τη δεξιότητα χεριού (Curt, Maccario, & Dellatolas, 1992. Kilshaw & Annett, 1983). Συγκεκριμένα, οι Kilshaw και Annett (1983) βρήκαν ότι ο χρόνος της ταχύτητας κάθε χεριού χωριστά στη ΔΜΠ, μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας έως την εφηβεία, μετά παραμένει σταθερός για τρεις δεκαετίες και αρχίζει να αυξάνεται μετά τα 50 έτη. Όμως, η διαφορά επίδοσης της ταχύτητας μεταξύ των δύο χεριών, που υποδηλώνει την δεξιότητα χεριού, δε φαίνεται να διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία, αν και υπήρχε μια τάση τα νεώτερα ηλικιακά παιδιά να εμφανίζουν μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των δύο χεριών.

Στο ίδιο εύρημα κατέληξε μία πιο πρόσφατη μελέτη που αξιολόγησε την δεξιότητα χεριού σε 98 συμμετέχοντες που οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από πέντε έως 24 έτη (Roy, Bryden, & Cavin, 2003). Συγκεκριμένα, οι μεγαλύτεροι ηλικιακά συμμετέχοντες, 11 έως 24 ετών, καθώς και τα μικρότερα ηλικιακά παιδιά, 5 έως 10 ετών, εμφάνιζαν δεξιά δεξιότητα χεριού αφού εκτελούσαν γρηγορότερα τη δοκιμασία με το δεξί χέρι (3 δευτερόλεπτα) συγκριτικά με το αριστερό (5 δευτερόλεπτα). Όμως, η διαφορά στην επίδοση μεταξύ των δύο χεριών στη δοκιμασία βελτιώνονταν με την πάροδο της ηλικίας, εύρημα που ερμηνεύτηκε ως αποτέλεσμα της εμπειρίας των μεγαλύτερων συμμετεχόντων στη χρήση του μη προτιμώμενου χεριού.

Δυσλεξία

Η εξελικτική δυσλεξία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία του γραπτού λόγου, που επηρεάζει ένα σημαντικό αριθμό παιδιών (5-17,5%, Shaywitz, 1998) και εκφράζεται μέσα από τη δυσκολία εκμάθησης της ανάγνωσης. Το ερώτημα «τι είναι δυσλεξία» παραμένει ανοιχτό πάνω από ένα αιώνα, με τους περισσότερους ορισμούς να αναφέρονται σε ένα σύνολο χαρακτηριστικών δυσκολιών του γραπτού λόγου που συνδέονται με διάφορες διαστάσεις του προφορικού λόγου και της γλώσσας γενικότερα. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αφιερωθεί ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών μελετών στην προσπάθεια να αποσαφηνιστούν τα αίτια της δυσλεξίας, με το μεγαλύτερο κομμάτι της έρευνας να κάνει λόγο για μια νευρολογικής φύσεως γλωσσική διαταραχή με γενετική προέλευση και συμπεριφορικές ενδείξεις που εκτείνονται πολύ πέρα από τα προβλήματα του γραπτού λόγου.

2.1. Ορισμός - Διαγνωστικά κριτήρια

Μία απλή αναζήτηση του όρου «δυσλεξία» στη βιβλιογραφική βάση ProQuest (όπου περιλαμβάνονται οι βάσεις MEDLINE και PsychInfo) έχει ως αποτέλεσμα περίπου 12.000 αναφορές, εκ των οποίων οι 10.000⁶ αφορούν δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά. Η πλειονότητα αυτών έχουν δημοσιευτεί τη δεκαετία του 2000 (5.519, 2000-2009). Παρότι ο όρος δυσλεξία χρησιμοποιείται για να περιγράψει δυσκολίες στο γραπτό λόγο και κυρίως στην ανάγνωση, είτε ως αποτέλεσμα εξελικτικής επιβράδυνσης (εξελικτική δυσλεξία) είτε ως αποτέλεσμα εγκεφαλικού τραυματισμού (επίκτητη δυσλεξία) (βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.5.1), η επισκόπηση της βιβλιογραφίας γύρω από την εξελικτική δυσλεξία, στην οποία εστιάζει η παρούσα έρευνα, φανερώνει την ύπαρξη διαφόρων ορισμών.

Οι χαρακτηρισμοί «σύνδρομο», «μαθησιακή δυσκολία», «αναγνωστική δυσκολία», «αναγνωστική διαταραχή», «ειδική αναγνωστική διαταραχή» κ.α. έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να περιγράψουν τη δυσλεξία (Fawcett, 2002). Αυτό που παραμένει κοινή αναφορά μέσα από την πληθώρα ορισμών που έχουν διατυπωθεί

⁶ 9.947 που προέκυψε από αναζήτηση στις 15/9/2012.

είναι ότι πρόκειται για μια μη αναμενόμενη αναγνωστική δυσκολία (Critchley, 1970. Lyon, 1995).

Ο πιο παραδοσιακός αλλά ταυτόχρονα και ευρέως χρησιμοποιούμενος ορισμός είναι αυτός της Παγκόσμιας Νευρολογικής Ομοσπονδίας (World Federation of Neurology, 1968), που αναφέρεται στη δυσλεξία ως «μια διαταραχή που εκδηλώνεται ως δυσκολία στη μάθηση της ανάγνωσης, παρά την κατάλληλη εκπαίδευση, την επαρκή νοημοσύνη και τις κοινωνικοπολιτισμικές ευκαιρίες. Η διαταραχή αυτή οφείλεται σε θεμελιώδης γνωστικές δυσλειτουργίες που συνήθως έχουν ιδιοσυστασιακή προέλευση». Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, πρέπει να αποκλειστούν μία σειρά από παράγοντες που δε σηματοδοτούν τη δυσλεξία, όπως η μη επαρκής νοημοσύνη, οι ελλιπείς κοινωνικοπολιτισμικές ευκαιρίες και οι ελλιπείς ευκαιρίες για μάθηση, οι οποίοι αποτελούν μία σειρά «κριτηρίων αποκλεισμού», αναγκαίων για να τεθεί η διάγνωση της δυσλεξίας.

Παρότι ο ορισμός της δυσλεξίας που στηρίζεται σε κριτήρια αποκλεισμού αποτελεί πεδίο διαμάχης μεταξύ των ερευνητών, ωστόσο έχει υιοθετηθεί από τα Συστήματα Ταξινόμησης των Ψυχικών Διαταραχών, ICD-10 (Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης των Νόσων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, WHO, 1999) και DSM-IV (Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Εταιρείας, APA, 1994) (Demonet, Taylor, & Chaix, 2004) και χρησιμοποιείται ευρέως στην κλινική πρακτική και στην έρευνα. Προκειμένου να διαγνωσθεί η δυσλεξία σύμφωνα με τα κριτήρια του ICD-10, απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει διάσταση μεταξύ της επίδοσης του ατόμου σε αναγνωστικές και ορθογραφικές δοκιμασίες και στο δείκτη νοημοσύνης του (WHO, 1999). Από την άλλη μεριά, το DSM-IV χωρίς να χρησιμοποιεί τον όρο «δυσλεξία», κάνει λόγο για «μαθησιακή διαταραχή της ανάγνωσης» που μπορεί να διαγνωσθεί όταν η επίδοση του ατόμου σε σταθμισμένες δοκιμασίες της ακριβείας (accuracy) ή της κατανόησης (comprehension) της ανάγνωσης, βρίσκεται αισθητά πιο κάτω από το προσδοκώμενο επίπεδο, δεδομένης της χρονολογικής και νοητικής του ηλικίας και της εκπαίδευσης που αντιστοιχεί στην ηλικία του. Επίσης, προϋπόθεση αποτελεί η διαταραχή αυτή να μην οφείλεται σε κάποιο αισθητηριακό ή νευρολογικό έλλειμμα.

Σε άλλες διαγνωστικές κατηγορίες που περιλαμβάνονται στο DSM-IV, όπως η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής - υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ), τίθενται πολύ συγκεκριμένα κριτήρια για τη διάγνωσή τους σε αντίθεση με τη δυσλεξία που τα κριτήρια είναι ασαφή και μη ποσοτικοποιημένα (Norton, 2012). Για παράδειγμα,

κάποιος ερευνητής που επιλέγει το δείγμα του με βάση τον ορισμό του DSM-IV μπορεί να αξιολογήσει την επίδοση στην ανάγνωση με δοκιμασίες ακριβείας, ενώ κάποιος άλλος με δοκιμασίες κατανόησης και να θεωρηθεί επαρκής δείκτης νοημοσύνης το 85 και το 90 αντίστοιχα. Αποτέλεσμα αυτής της ασάφειας μεταξύ των ορισμών και των διαγνωστικών κριτηρίων είναι το μεγάλο εύρος στα αναφερόμενα ποσοστά συχνότητας της δυσλεξίας που κυμαίνονται από 5 έως 17,5% (Shaywitz, 1998).

Επίσης στο πλαίσιο της διάγνωσης σημαντικό ρόλο παίζει και το ορθογραφικό σύστημα της κάθε γλώσσας. Στα αγγλικά που είναι μη διαφανής γλώσσα, οι συχνότερες αναγνωστικές δυσκολίες εντοπίζονται στην αποκωδικοποίηση μεμονωμένων λέξεων και στη φωνολογική επεξεργασία. Αντίθετα, σε ορθογραφικά διαφανείς γλώσσες όπως είναι τα ελληνικά, η έκταση και η βαρύτητα της αναγνωστικής δυσκολίας μπορούν να αξιολογηθούν ακριβέστερα στη βάση της ταχύτητας και όχι της ακριβείας της ανάγνωσης (Protorapas & Skaloumbakas, 2008) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.3).

Ένας ορισμός που λαμβάνει υπόψη αυτές τις διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας, προέκυψε ύστερα από συνάντηση της Διεθνούς Εταιρείας Δυσλεξίας (International Dyslexia Association) στην Ουάσινγκτον το 2002. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό «η δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία νευρολογικής φύσεως. Εκδηλώνεται με δυσκολίες στην ακρίβεια ή/και στην ευχέρεια αναγνώρισης των λέξεων, με χαμηλές επιδόσεις στην ορθογραφία και τη φωνολογική αποκωδικοποίηση. Αυτές οι δυσκολίες είναι μη αναμενόμενες συγκριτικά με τις λοιπές γνωστικές ικανότητες και δεν είναι απόρροια αναποτελεσματικής διδασκαλίας» (Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003).

Επιπρόσθετα, στην προτεινόμενη έκδοση του DSM-5 (APA, 2010. Η επίσημη έκδοση αναμένεται το Μάιο του 2013) στα κριτήρια προκειμένου να τεθεί η διάγνωση της αναγνωστικής διαταραχής, αναφέρεται ότι η επίδοση του ατόμου σε δοκιμασίες αναγνωστικής αποκωδικοποίησης ή ευχέρειας της ανάγνωσης πρέπει να βρίσκεται αισθητά πιο κάτω από το προσδοκώμενο επίπεδο, δεδομένης της σχολικής του φοίτησης, της νοημοσύνης και της χρονολογικής του ηλικίας. Η χαμηλή επίδοση σε δοκιμασίες αναγνωστικής κατανόησης που συμπεριλαμβάνονταν στο DSM-IV αποτελεί πλέον κριτήριο μίας νέας διαγνωστικής κατηγορίας που ανήκει στις

διαταραχές επικοινωνίας και όχι στις μαθησιακές διαταραχές (Snowling & Hulme, 2012)⁷.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι ενώ η δυσλεξία μελετάται πάνω από 120 χρόνια, η ποικιλία των ορισμών και οι συνεχείς αλλαγές και αναθεωρήσεις στα διαγνωστικά κριτήρια αντανakλούν ότι η φύση της διαταραχής αποτελεί ακόμα και σήμερα ένα ανοιχτό πεδίο μελέτης. Η πολύπλοκη φύση της αναγνωστικής ικανότητας έχει ως αποτέλεσμα ανομοιογενείς δυσκολίες μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία, χωρίς ωστόσο κανένα σύμπτωμα ή καμία μεμονωμένη δυσκολία να μπορεί να χαρακτηριστεί ως παθογνωμική για τη διάγνωσή της (Παπαδάτος, 2011b).

2.2. Χαρακτηριστικές δυσκολίες

Η παρακάτω μελέτη περίπτωσης δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό των Παιδιάτρων (Journal of Pediatrics) προκειμένου να αναδειχθούν οι δυσκολίες που αντιμετωπίζει ένα παιδί με δυσλεξία (Stein & Lounsbury, 2004):

«Ο Σαμ είναι ένα αγόρι 7 χρονών και 10 μηνών και προς το τέλος της Β΄ τάξης του δημοτικού, οι γονείς του απευθύνθηκαν στον παιδίατρο, λόγω του γεγονότος ότι δεν ανταποκρίνονταν στα μαθησιακά του καθήκοντα.... Στην Α΄ δημοτικού ο Σαμ είχε παρακολουθήσει ένα ενισχυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας της ανάγνωσης αλλά αυτή τη χρονιά δεν είχε λάβει καμία πρόσθετη βοήθεια. Η μητέρα αναφέρει ότι δεν είχε προηγηθεί άλλη αξιολόγηση, παρά μόνο στο νηπιαγωγείο όπου ο Σαμ δυσκολευόταν με το «ρ», πρόβλημα το οποίο ξεπεράστηκε από μόνο του. Ο Σαμ έχει αρκετούς φίλους και παρότι δεν εμφανίζει προβλήματα κινητικότητας δυσκολεύεται αρκετά στη γραφή... Σύμφωνα με το δάσκαλό του, η επίδοσή του στην ανάγνωση, την ορθογραφία και την γραπτή έκφραση είναι φανερά κατώτερη από τη γενικότερη επίδοση της τάξης του, ενώ οι επιδόσεις του στα μαθηματικά δε διαφέρουν από αυτές των συνομηλίκων του... Από την παιδιατρική αξιολόγηση προέκυψε ότι πρόκειται για ένα ευγενικό και υπάκουο παιδί, χωρίς αισθητηριακές ή νευρολογικές δυσλειτουργίες εκτός από το γεγονός ότι εμφάνιζε μικτή προτίμηση χεριού και κάποια κινητική αδεξιότητα... Η επικοινωνιακή του ικανότητά ήταν τυπική και όταν του ζητήθηκε να διαβάσει ένα εύκολο κείμενο φάνηκε να προσπαθεί να

⁷ Στην προτεινόμενη έκδοση του DSM-5 στην διαγνωστική κατηγορία Νευροαναπτυξιακές Διαταραχές συμπεριλαμβάνονται οι Μαθησιακές Διαταραχές και οι Διαταραχές Επικοινωνίας. Στις Μαθησιακές Διαταραχές ανήκουν η Δυσλεξία, η Δυσαριθμησία και η Διαταραχή της Γραπτής Έκφρασης. Στις Διαταραχές Επικοινωνίας συγκαταλέγονται η Γλωσσική Διαταραχή, η Ειδική Γλωσσική Διαταραχή και η Διαταραχή της Άρθρωσης (speech-sound disorder). Οι δυσκολίες στην αναγνωστική κατανόηση αποτελούν μέρος της Γλωσσικής Διαταραχής (Snowling & Hulme, 2012).

μαντέψει τις λέξεις όπως και το νόημα μέσα από τις εικόνες. Σίγουρα δεν εμφάνιζε ευχέρεια στην ανάγνωση...» (Προσαρμογή στα ελληνικά. Stein & Lounsbury, 2004).

Παρά το γεγονός ότι ο Σαμ εμφανίζει δυσκολίες που είναι χαρακτηριστικές της δυσλεξίας, δεν υπάρχει ένας «κατάλογος» δυσκολιών που κάθε παιδί με δυσλεξία να τον ακολουθεί απαρέγκλιτα. Στη συνέχεια αναφέρονται οι κυριότερες δυσκολίες των δυσλεξικών παιδιών στην ανάγνωση, την ορθογραφία και άλλους τομείς της συμπεριφοράς και πώς αυτές εκφράζονται μέσα από τα διαφορετικά ορθογραφικά συστήματα κάθε γλώσσας.

2.2.1. Δυσκολίες στην ανάγνωση

Η βασική αναγνωστική λειτουργία, δηλαδή η ανάγνωση μίας μεμονωμένης λέξης, περιλαμβάνει δύο σύνθετες αλλά και διακριτές γνωστικές λειτουργίες: την *αποκωδικοποίηση (decoding)* και την *κατανόηση*. Η αποκωδικοποίηση αναφέρεται στη διαδικασία αναγνώρισης των γραμμάτων σαν σύμβολα, τη μετατροπή τους σε φωνήματα⁸, τη σύνθεση των γραμμάτων σε συλλαβές και τη φωνολογική αναγνώριση της λέξης. Η κατανόηση αναφέρεται στην ανύψωση της σημασίας της λέξης που αποκωδικοποιήθηκε από τη μακρόχρονη μνήμη (Πόρποδας, 2002).

Πέρα από τις τυχόν δυσκολίες στην αναγνωστική κατανόηση, που στην αναθεωρημένη έκδοση του DSM-5 ταξινομούνται σε άλλη διαγνωστική κατηγορία, (διαταραχές επικοινωνίας) και στην κλινική πρακτική αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστή διαταραχή με διαφορετικό αιτιολογικό υπόβαθρο και αντιμετώπιση (Cain, 2010), οι συχνότερες αναγνωστικές δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία σχετίζονται με έλλειμμα στη συνειδητή φωνολογική επεξεργασία του λόγου ή φωνολογική επίγνωση (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.2) (Wagner & Torgesen, 1987. Porpodas, 1999). Αυτές οι δυσκολίες εκφράζονται ως μειωμένη ικανότητα ανάγνωσης λέξεων, είτε όταν διαβάζονται μεμονωμένα, είτε όταν διαβάζονται ως μέρος ενός κειμένου (Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004).

Με την απόκτηση της φωνολογικής επίγνωσης, η οποία προηγείται χρονικά της ανάγνωσης, απώτερος σκοπός της διδασκαλίας της ανάγνωσης είναι να εδραιωθεί η ικανότητα της σχεδόν αυτόματης αναγνώρισης των γραπτών λέξεων (Σίμος, Μουζάκη, & Παπανικολάου, 2004). Ένδειξη της αυτοματοποίησης των

⁸ Φώνημα: η αφηρημένη μονάδα περιγραφής της συστατικής δομής των λέξεων η οποία μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους φθόγγους. Στην ψυχολογία της ανάγνωσης, ο όρος ταυτίζεται με το φθόγγο (Μουζάκη & Πρωτόπαπας, 2010).

αναγνωστικών διεργασιών αποτελεί η απόκτηση αναγνωστικής ευχέρειας (fluency), δηλαδή η αναγνώριση των λέξεων με ακρίβεια (accuracy) και ταχύτητα (speed) (Stanovich, 1980), η οποία προκύπτει μετά από μακροχρόνια εξάσκηση στο αναγνωστικό έργο (Samuels & Flor, 1997. Wolf, Miller, & Donnelly, 2000).

Οι έμπειροι και ικανοί αναγνώστες αναγνωρίζουν τις λέξεις με άμεσο και αυτόματο τρόπο (μέσω της λεξικής διαδρομής, βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.5.3) και έτσι σπαταλούν λιγότερους γνωστικούς πόρους για τον υπολογισμό και τη σύνθεση του νοήματος (Adams, 1990). Αντίθετα, οι αρχάριοι (άπειροι) αναγνώστες προσεγγίζουν τις λέξεις φωνολογικά (μέσω της υπολεξικής διαδρομής, βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.5.3) δηλαδή προσπαθούν από το συνυπολογισμό των φωνημάτων να αναγνωρίσουν την λέξη ακουστικά, με αποτέλεσμα οι αναγνωστικές διεργασίες να εκτελούνται αργά, με κόπο και δυσκολία (Kuhn & Stahl, 2003). Όταν η μετάβαση από το φωνολογικό στάδιο αναγνώρισης της λέξης στην αυτοματοποίηση είναι δυσχερής ή ατελής, το αποτέλεσμα είναι χαμηλές αναγνωστικές επιδόσεις, δηλαδή μειωμένη ακρίβεια και κυρίως χαμηλή ταχύτητα ανάγνωσης (van der Leij & van Daal, 1999. Savage, 2004).

Επομένως, οι αναγνωστικές δυσκολίες των δυσλεξικών παιδιών είναι ιδιαίτερα εμφανείς μέσα από δοκιμασίες αξιολόγησης της ακριβείας (ή αποκωδικοποίησης) και της ευχέρειας της ανάγνωσης, όπως αναφέρουν και οι σύγχρονοι ορισμοί της Διεθνούς Εταιρείας Δυσλεξίας (Lyon et al., 2003) και η προτεινόμενη αναθεώρηση του DSM-5 (Snowling & Hulme, 2012). Η εκδήλωση αυτών των αναγνωστικών δυσκολιών στην εκπαιδευτική πράξη εμφανίζει κυρίως τα εξής χαρακτηριστικά (Αναστασίου, 1998. Shaywitz, 2003):

- Αργή και διστακτική ανάγνωση
- Δυσκολία στην αναγνώριση των γραμμάτων. Συλλαβιστή και «κομπιαστή» ανάγνωση στις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Στις μεγαλύτερες τάξεις, μηχανική και μονότονη, χωρίς ρυθμό και χρωματισμό στη φωνή
- Χάσιμο της σειράς στο κείμενο, παράλειψη ή επανάληψη λέξεων ή προτάσεων
- Παρατονισμός των λέξεων
- Αγνόηση των σημείων στίξης, χωρίς παύση στις τελείες και τα κόμματα
- Δεν κατανοούν ότι οι λέξεις χωρίζονται και διαβάζουν με «μια ανάσα» χωρίς να κάνουν παύσεις

- «Υπόθεση» της λέξης αφού αναγνωριστεί κάποια συλλαβή, για παράδειγμα έμπορος αντί εμπόριο, παιδί αντί πόδι, πόλη αντί αυλή
- Αντικατάσταση λέξεων από άλλες που μοιάζουν σημασιολογικά, για παράδειγμα φορτηγό-αυτοκίνητο, σκύλος-κουτάβι
- Προσθήκες συλλαβών ή φθόγγων
- Δυσκολία με τα συμπλέγματα συμφώνων, για παράδειγμα. στατός αντί στρατός
- Παράλειψη, επανάληψη ή καθρεφτική ανάγνωση λειτουργικών λέξεων για παράδειγμα όπως, και, να, το, σαν.

2.2.2. Δυσκολίες στη γραφή και την ορθογραφία

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ενώ οι δυσκολίες ατόμων με δυσλεξία στη γραφή και την ορθογραφία είναι πιο σοβαρές και επίμονες από τα αναγνωστικά τους προβλήματα (Maughan, Messer, Collishaw, Snowling, Yule, et al., 2009), συχνά παραμελούνται είτε από τα διαγνωστικά κριτήρια των συστημάτων ταξινόμησης (DSM-IV. DSM-5), είτε στην ερευνητική πράξη⁹. Η μελέτη των ορθογραφικών δυσκολιών στα παιδιά με δυσλεξία φανερώνει ότι συχνά παρουσιάζουν σοβαρές και διαρκείς δυσκολίες τόσο στην αποτύπωση της φωνολογικής δομής των λέξεων, με αποτέλεσμα όταν διαβάζονται αυτές οι γραμμένες λέξεις να ακούγονται διαφορετικά από τις σωστές λέξεις, για παράδειγμα στατός αντί στρατός, όσο και στην ορθογραφημένη γραφή τους (Διαμαντή, 2010). Αυτή η ελλειμματική ικανότητα στην απόδοση της φωνολογικής ταυτότητας των λέξεων εμποδίζει το σχηματισμό ενός νοητικού ορθογραφικού λεξικού¹⁰, δηλαδή της γνώσης για τον τρόπο που γράφονται οι λέξεις, με αποτέλεσμα τη δυσκολία ανάπτυξης της ορθογραφικής δεξιότητας (Snowling, 2000. Caranovas, Hulme, & Snowling, 2001). Οι κυριότερες δυσκολίες που παρατηρούνται στη γραφή και την ορθογραφία στα άτομα με δυσλεξία είναι οι εξής:

- Λάθη φωνολογικά, μορφολογικά, γραμματικά, συντακτικά

⁹ Σε μία ανασκόπηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των μελετών που διερευνούσαν τη σχέση της δυσλεξίας με την συμπεριφορική πλευρίωση βρέθηκε ότι μόνο οι 7 από τις 23 μελέτες είχαν αξιολογήσει το δείγμα τους και με δοκιμασίες ορθογραφίας (Κουφάκη & Παπαδάτου-Παστού, 2011).

¹⁰ Νοητικό λεξικό: μέρος της μακρόχρονης μνήμης που συγκρατεί πληροφορίες που σχετίζονται με γραφήματα, φωνήματα, κανόνες γραφοφωνημικής αντιστοιχίας, την ορθογραφική δομή της λέξης, την σημασία και την προφορά της (Πόρποδας, 2002).

- Αντικαταστάσεις γραμμάτων που μοιάζουν φωνητικά ή οπτικά (β-φ, γ-χ, κ-χ, δ-θ, σ-δ, ζ-ξ, κσ αντί ξ)
- Παραλείψεις ή προσθήκες γραμμάτων και συλλαβών μέσα στη λέξη
- Αντιστροφές και μεταθέσεις γραμμάτων και συλλαβών μέσα στη λέξη, π.χ μόνος αντί νόμος
- Αγνόηση σημείων στίξης
- Απουσία τονισμού ή παρατονισμός
- Σπάνια ή ακατάλληλη χρήση κεφαλαίων
- Παράλειψη κενών μεταξύ των λέξεων
- Μουτζούρες, κακογραφία, ατελής ευθυγράμμιση
- Καθρεφτική γραφή, π.χ. ε αντί 3, ρ αντί 9 κτλ.



Εικόνα 6. Δείγμα ορθογραφίας μαθήτριας Α΄ γυμνασίου με δυσλεξία.

2.2.3. Άλλες δυσκολίες

Πέρα από τις δυσκολίες τους στην ανάγνωση και την ορθογραφία τα άτομα με δυσλεξία, διαφέρουν σε επιμέρους τομείς της συμπεριφοράς από την προσχολική ηλικία έως την ενήλικη ζωή (βλ. Πολυχρονοπούλου, 1989. Shaywitz, 2003). Πολλές φορές ορισμένες από τις παρακάτω δυσκολίες αποτελούν προειδοποιητικά σημάδια για το γονέα και λόγο παραπομπής για διαγνωστική αξιολόγηση.

Το παιδί στη νηπιακή και πρώτη σχολική ηλικία συνήθως εμφανίζει:

- Πιθανές δυσκολίες στην ομιλία
- Δυσκολία στην απομνημόνευση απλών ακολουθιών, όπως στην αρίθμηση ως το 10, στις ημέρες της εβδομάδας, την αλφαβήτα κ.τ.λ.
- Περιορισμένο λεξιλόγιο, για παράδειγμα. χρησιμοποίηση της λέξης «αυτό» για αναφορά σε ένα αντικείμενο
- Δυσκολία με τις έννοιες αριστερά/δεξιά, πάνω/κάτω, πριν/μετά
- Αδύναμη αίσθηση της ομοιοκαταληξίας

Στη σχολική ηλικία:

- Αποφεύγει την ανάγνωση
- Κάνει συχνές παύσεις στην ομιλία χρησιμοποιώντας «εεεε...» και «μμμ...»
- Χρειάζεται περισσότερο χρόνο από τους συνομήλικούς του για να τελειώσει την εργασία του
- Χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να απαντήσει σε ερωτήσεις
- Δεν θυμάται ημερομηνίες, ονόματα, αριθμούς και γεγονότα
- Εμφανίζει έλλειψη οργάνωσης σε καθημερινές δραστηριότητες
- Εμφανίζει αδεξιότητα στις κινήσεις
- Εμφανίζει δυσκολία στην εκμάθηση των πινάκων πολλαπλασιασμού
- Δυσκολεύεται στους νοερούς υπολογισμούς, κάνει χρήση των δακτύλων
- Συγχέει τα μαθηματικά σύμβολα και έννοιες, για παράδειγμα +/ -, δεκάδα, μονός αριθμός κ.τ.λ.
- Εμφανίζει φτωχές επιδόσεις σε δοκιμασίες γρήγορης ονομασίας αντικειμένων

Στην ενήλικη ζωή:

- Συχνά αποφεύγει να διαβάσει μπροστά σε κόσμο
- Εμφανίζει δυσκολία με την ανάγνωση υποτίτλων στην τηλεόραση
- Εμφανίζει δυσκολία στο να σχεδιάσει, οργανώσει και να διαχειριστεί το χρόνο και τις καθημερινές δραστηριότητες

- Προσπαθεί να θυμηθεί λέξεις στην ομιλία και συχνά τις αντικαθιστά με άλλες που διαφέρουν σημασιολογικά
- Χρησιμοποιεί άλλα μέσα για τη διόρθωση των γραπτών (π.χ. Η/Υ).

Πέρα από τις παραπάνω δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά και οι έφηβοι με δυσλεξία στη μαθησιακή διαδικασία, φαίνεται να εκδηλώνουν επίσης προβλήματα συναισθηματικής και ψυχοκοινωνικής φύσεως. Η κλινική εμπειρία και ευρήματα μελετών που εστιάζουν στους συναισθηματικούς παράγοντες δείχνουν ότι τα παιδιά και οι έφηβοι με δυσλεξία βιώνουν συχνά συμπτώματα κατάθλιψης και άγχους (Willcutt & Pennington, 2000) και έχουν χαμηλότερη αυτοεκτίμηση συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους (Shawwitz, 2003. Zeleke, 2004). Επειδή οι προσπάθειές τους είναι συχνά αναποτελεσματικές, βιώνουν απογοήτευση και αποσύρονται από τη μαθησιακή διαδικασία, έχουν μειωμένα κίνητρα και χαμηλά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας. Επίσης, ως έφηβοι εμφανίζουν περισσότερες πιθανότητες να σκεφτούν το ενδεχόμενο της αυτοκτονίας και να εγκαταλείψουν το σχολείο (McBride & Siegel, 1997. Daniels, Walsh, Goldston, Arnold, Reboussin, et al., 2006).

2.3. Δυσλεξία και ορθογραφικά συστήματα γραφής

Ο γραπτός λόγος αποτελεί μία αναπαράσταση του προφορικού λόγου και κατά συνέπεια η φύση του συστήματος γραφής κάθε γλώσσας έχει επίδραση στη μάθηση της ανάγνωσης. Εξελικτικά, τα πρώτα ολοκληρωμένα συστήματα γραφής ήταν τα λογογραφικά, όπου τα γραπτά σύμβολα ήταν γλωσσικές μονάδες που αναπαριστούσαν μορφήματα¹¹. Το καλύτερο ίσως παράδειγμα λογογραφικού συστήματος που διασώζεται και χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα είναι το Κινέζικο σύστημα γραφής καθώς και η Ιαπωνική γραφή Kanji (Πόρποδας, 2002). Στα Κινέζικα, οι λέξεις γράφονται με τα λεγόμενα ιδεογράμματα, στα οποία ένα μέρος τους σχετίζεται με την προφορά της λέξης και ένα άλλο μέρος τους με την έννοιά της (Πρωτόπαπας, 2010). Έτσι, μία λέξη μπορεί να αναπαρίσταται με το ίδιο γραπτό

¹¹ Γλωσσολογικά ο όρος μόρφημα αντιστοιχεί στη μικρότερη σημασιολογική μονάδα, η οποία μπορεί να είναι λέξη ή ένα τμήμα της (Πόρποδας, 2002).

σύμβολο ή σύμβολα ανεξάρτητα από το ότι η προφορά της μπορεί να είναι διαφορετική στις διάφορες περιοχές της Κίνας.

Τα αλφαβητικά συστήματα γραφής αποτελούν την τελευταία φάση της εξέλιξης των συστημάτων γραφής και αναπαριστούν τον προφορικό λόγο μέσω των «γραμμάτων» ή «γραφημάτων», όπου κάθε γράμμα ή ομάδα γραμμάτων αναπαριστά ένα φθόγγο ή φώνημα (Πόρποδας, 2002). Συνεπώς, για να μάθει κάποιος να διαβάζει σε ένα αλφαβητικό σύστημα γραφής, θα πρέπει να μάθει τον τρόπο με τον οποίο τα φωνήματα του προφορικού λόγου συνδέονται με τα γράμματα, να κατακτήσει την λεγόμενη αλφαβητική αρχή, δηλαδή τη γνώση ότι οι ήχοι που αποτελούν τις λέξεις του προφορικού λόγου αποτυπώνονται με σταθερό και συστηματικό τρόπο από γράμματα (Byrne & Fielding-Barnsley, 1989).

Η σχέση που υπάρχει μεταξύ των γραμμάτων και των ήχων της ομιλίας προσδιορίζει το βαθμό «διαφάνειας» του ορθογραφικού συστήματος κάθε γλώσσας. Ορθογραφικά διαφανείς γλώσσες (ή διαφανές/ρηχό ορθογραφικό σύστημα), όπως είναι τα ελληνικά, θεωρούνται οι γλώσσες στις οποίες υπάρχει άμεση και συστηματική αντιστοιχία μεταξύ των γραμμάτων και των ήχων του προφορικού λόγου, ενώ στις μη διαφανείς γλώσσες (ή βαθύ ορθογραφικό σύστημα), όπως είναι τα αγγλικά, οι ίδιες ομάδες γραμμάτων μπορεί να προφέρονται διαφορετικά ανάλογα με το περιβάλλον της αναγινωσκόμενης λέξης (Πρωτόπαπας, 2010), για παράδειγμα το «int» στις λέξεις pint και mint.

Η δυσλεξία φαίνεται ότι εκδηλώνεται και στα δύο συστήματα γραφής (λογογραφικό και αλφαβητικό) (Stevenson, Stigler, Lucker, Lee, Hsu, et al., 1982) και σε όλες τις υπό μελέτη γλώσσες ανεξάρτητα από το ορθογραφικό τους σύστημα (διαφανές/μη διαφανές) (Ziegler & Goswami, 2005). Συνέπεια της διαφάνειας του ορθογραφικού συστήματος κάθε γλώσσας αποτελεί η διαφορετική έκφραση των αναγνωστικών δυσκολιών στη δυσλεξία (για ανασκ. βλ. Ziegler & Goswami, 2005. Brunswick, 2010). Οι κυριότερες δυσκολίες εκδηλώνονται στο φωνολογικό τομέα της γλώσσας (Snowling, 2000, για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.2) και εντοπίζονται τόσο στην αγγλική (για ανασκ. βλ. Goswami, 2002) όσο και σε άλλες γλώσσες με διαφανή ορθογραφικά συστήματα (Paulesu, Démonet, Fazio, McCrory, Chanoine, et al., 2001. Caravolas, Volin, & Hulme, 2005).

Ωστόσο, οι φωνολογικές δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στην αγγλική γλώσσα εντοπίζονται ήδη από την είσοδο τους στο σχολείο και παραμένουν έως την εφηβεία (Shaywitz, Fletcher, Holahan, Shneider, Marchione, et al., 1999) και την

ενηλικίωση (Bruck & Treiman, 1992) σε αντίθεση με τις ορθογραφικά διαφανείς γλώσσες, που ξεπερνιούνται σχετικά γρήγορα. Στις ορθογραφικά διαφανείς γλώσσες, λόγω της συστηματικής αντιστοιχίας μεταξύ ορθογραφίας και φωνολογίας, οι μαθητές αποκτούν από πολύ νωρίς δεξιότητες φωνολογικής επίγνωσης και καταφέρνουν να αποκωδικοποιούν τις λέξεις με ακρίβεια (Ziegler & Goswami, 2005) με αποτέλεσμα οι αναγνωστικές τους δυσκολίες να εντοπίζονται κυρίως μέσα από δοκιμασίες αξιολόγησης της ταχύτητας, ως ένδειξη ευχέρειας στην ανάγνωση (ιταλικά: Tressoldi, Stella, & Faggella, 2001. Brizolara, Pecini, Chilosi, Cipriani, Gasperini, et al., 2006. ισπανικά: Serrano & Defior, 2008. Jiménez & Hernández, 2000. 2009. γερμανικά: Wimmer & Schurz, 2010. ολλανδικά: De Jong & van der Leij, 2003. ελληνικά: Porpodas, 1999. Protopapas & Skaloumbakas, 2008. Papadopoulos, Georgiou, & Kendeou, 2009).

Παρόλο που η ανάγνωση στην ελληνική γλώσσα παρουσιάζει μεγάλη διαφάνεια, δηλαδή οι περισσότερες λέξεις μπορούν να διαβαστούν σωστά με βάση το πώς γράφονται, δεν ισχύει το ίδιο και για την ορθογραφία. Η ορθογραφία της ελληνικής γλώσσας ταξινομείται ως η δεύτερη με την πιο χαμηλή διαφάνεια μετά τα φινλανδικά (Seymour, Aro, & Erskine, 2003) καθώς για να γραφτούν σωστά οι λέξεις δεν αρκεί να γνωρίζουμε πως προφέρονται, για παράδειγμα για το φώνημα /i/ υπάρχουν έξι διαφορετικοί τρόποι γραφής /ι/,/η/,/υ/,/ει/,/ου/,/υι/. Έρευνες τόσο σε παιδιά με δυσλεξία με μητρική γλώσσα τα γερμανικά (Landerl & Wimmer, 2008), όσο και τα ελληνικά (Nikolopoulos, Goulandris, & Snowling, 2003) έδειξαν ότι εκδηλώνουν κυρίως ορθογραφικές και όχι φωνολογικές δυσκολίες οι οποίες αποτελούν το κυρίαρχο χαρακτηριστικό της δυσλεξίας στις μη διαφανείς γλώσσες.

2.4. Συχνότητα

Η δυσλεξία φαίνεται να είναι η πιο συχνά εμφανιζόμενη μαθησιακή διαταραχή αφού το 80% των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες εμφανίζει διαταραχές στην ανάγνωση (Lerner, 1989). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα ποσοστά εμφάνισης της δυσλεξίας στις επιδημιολογικές μελέτες παρουσιάζουν ασυμφωνία καθώς κυμαίνονται από 5 έως 17,5% (Shaywitz, 1998). Αυτή η διακύμανση οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η προβληματική του ορισμού της δυσλεξίας και κατά συνέπεια μεθοδολογικά προβλήματα και επιπλέον το

ζήτημα του γλωσσικού περιβάλλοντος, οι δομικές ιδιομορφίες δηλαδή της κάθε γλώσσας.

Η Βρετανική Εταιρεία Δυσλεξίας εκτιμά ότι το 10% του μαθητικού πληθυσμού εμφανίζει δυσλεξία από το οποίο το 4% εκδηλώνει σοβαρά αναγνωστικά προβλήματα (Pumfrey, 2001). Σε γλώσσες με πιο διαφανές ορθογραφικό σύστημα, όπως τα φινλανδικά, τα ποσοστά εμφάνισης της δυσλεξίας εκτιμώνται στο 6% του γενικού πληθυσμού (Lyytinen, Leinonen, Nicula, Aro, & Leiwo, 1995). Στην Ελλάδα, λόγω της απουσίας επίσημων στατιστικών στοιχείων (Anastasiou & Polychronopoulou, 2009) εκτιμάται ότι το ποσοστό εμφάνισης της δυσλεξίας είναι περίπου 5% έως 7%, χωρίς ωστόσο οι αναφορές αυτές να βασίζονται σε επιδημιολογική μελέτη.

Η συχνότητα της δυσλεξίας στα δύο φύλα αποτελεί επίσης ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Τα αποτελέσματα μίας διαχρονικής μελέτης που διεξήχθη στο Connecticut των Η.Π.Α από τους Shaywitz, Shaywitz, Fletcher και Escobar (1990) έδειξε μία αναλογία 1,5:1 υπέρ των αγοριών, εύρημα αντίθετο από τη μέχρι τότε πεποίθηση ότι τα αγόρια υπερείχαν των κοριτσιών σε αναλογία 4:1 (Critchley, 1970). Οι Rutter, Caspi, Fergusson, Horwood, Goodman et al. (2004) συνοψίζοντας τα αποτελέσματα τεσσάρων επιδημιολογικών μελετών με περίπου 10.000 αριθμό συμμετεχόντων βρήκαν ότι η διαφορά μεταξύ αγοριών και κοριτσιών είναι σημαντική και αναφέρουν μία αναλογία 1,5-3:1.

Η δυσαναλογία αυτή έχει ερμηνευτεί στη βάση τόσο κοινωνικών όσο και βιολογικών παραγόντων. Μία ερμηνεία είναι ότι τα αγόρια συνήθως παραπέμπονται πιο συχνά για αξιολόγηση λόγω προβλημάτων συμπεριφοράς ή υπερκινητικότητας (Shaywitz et al., 1990. Willcutt & Pennington, 2000). Από την άλλη, οι Geschwind και Galaburda (1985a,b. 1987) ερμήνευσαν τις διαφορές των δύο φύλων βασιζόμενοι στην υπόθεση της τεστοστερόνης. Συγκεκριμένα, αυξημένη προγεννητική τεστοστερόνη εικάζεται ότι τροποποιεί την ομαλή ανάπτυξη του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου και το γεγονός ότι τα αγόρια είναι πιο ευάλωτα σε αυτήν τη προγεννητική ορμόνη από τα κορίτσια εξηγεί τη δυσαναλογία εμφάνισης της δυσλεξίας μεταξύ των δύο φύλων (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 3.2).

2.5. Τύποι δυσλεξίας

Ο κύριος διαχωρισμός της δυσλεξίας με κριτήριο το χρόνο έναρξης των δυσλεξικών συμπτωμάτων αφορά τους όρους «επίκτητη» και «εξελικτική» ή «αναπτυξιακή» δυσλεξία. Επιπρόσθετα, δεδομένης της πολύπλοκης φύσης της αναγνωστικής ικανότητας, οι δυσκολίες των ατόμων που εμφανίζουν δυσλεξία δεν είναι ομοιογενείς. Μια χαρακτηριστική διαφοροποίηση των αναγνωστικών δυσκολιών είναι ότι κάποια άτομα μπορούν να διαβάσουν άγνωστες λέξεις ή ψευδολέξεις αλλά αδυνατούν να διαβάσουν λέξεις που δεν ακολουθούν τους τυπικούς κανόνες ορθογραφίας, ενώ άλλα άτομα αδυνατούν να διαβάσουν ψευδολέξεις. Η διάκριση αυτών των διαφορετικών αναγνωστικών δυσκολιών παρατηρήθηκε αρχικά σε άτομα με επίκτητη δυσλεξία και ερμηνεύτηκε θεωρητικά μέσα από το «μοντέλο της διπλής διαδρομής» για την ερμηνεία της ανάγνωσης (Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993. Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001). Η παρατήρηση παρόμοιων συμπτωμάτων-δυσκολιών και σε άτομα με εξελικτική δυσλεξία, οδήγησε στη σύγχρονη γενική παραδοχή ότι η δυσλεξία αποτελεί μία ετερογενή κατηγορία δυσκολιών που αποτελείται από διαφορετικούς υποτύπους, στη βάση των οποίων υπάρχουν βαθύτερες αιτιώδεις ανεπάρκειες (Αναστασίου, 1998. Leonard & Eckert, 2008. Παπαδάτος, 2011b).

Στο υποκεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στο διαχωρισμό της δυσλεξίας σε επίκτητη και εξελικτική μέσα από την ιστορική ανασκόπηση της μελέτης της, και περιγραφή του θεωρητικού μοντέλου της διπλής διαδρομής για την ερμηνεία της ανάγνωσης, στο οποίο βασίζονται οι κυριότερες τυπολογικές κατηγοριοποιήσεις της δυσλεξίας.

2.5.1. Επίκτητη δυσλεξία

Ο όρος «επίκτητη δυσλεξία» (acquired dyslexia) χρησιμοποιείται για να περιγράψει εκείνες τις περιπτώσεις των ατόμων τα οποία έχουν μάθει να διαβάζουν και να γράφουν κανονικά αλλά αργότερα, στην παιδική τους ηλικία ή όταν ενηλικιώνονται, έχουν απολέσει αυτή την ικανότητα εξαιτίας κάποιας καθοριστικής βλάβης στον εγκέφαλο (Castles & Coltheart, 1993). Η πιο πρόωρη συσχέτιση των αναγνωστικών διαταραχών με την παθολογία του εγκεφάλου έγινε στα μέσα του 17^{ου} αιώνα από τον φυσίατρο Johannes Schmidt (Bernard, 1885). Το 1676, ο Schmidt σε μία αναφορά του γραμμένη στα λατινικά περιγράφει την περίπτωση ενός ασθενούς ο οποίος είχε χάσει την αναγνωστική του ικανότητα λόγω ενός σοβαρού εγκεφαλικού

επεισοδίου. Τα επόμενα διακόσια χρόνια ακολούθησαν κι άλλες αντίστοιχες αναφορές με το επίκεντρο όμως της μελέτης του εγκεφάλου να εστιάζει στην αφασία (Leischner, 1957).

Οι αφασικοί ασθενείς συχνά εμφανίζουν δυσκολίες και στο γραπτό λόγο ως συνέπεια της γενικότερης γλωσσικής δυσλειτουργίας εξαιτίας του εγκεφαλικού τραύματος. Εκείνος όμως που πρώτος παρατήρησε ότι σε μερικούς αφασικούς ασθενείς οι συνέπειες της εγκεφαλικής βλάβης περιορίζονταν στον γραπτό και όχι τον προφορικό λόγο ήταν ο Γερμανός ιατρός Kussmaul. Το 1877 περιέγραψε την περίπτωση ενός άντρα ο οποίος ενώ διατηρούσε σε πλήρη λειτουργικότητα την όραση, την νοημοσύνη και την ομιλία του, είχε απολέσει την αναγνωστική του ικανότητα και αποκάλεσε το φαινόμενο αυτό «λεξική τύφλωση» (βλ. Πόρποδας, 1981, σελ.35). Στα επόμενα χρόνια κι άλλοι ερευνητές επιβεβαίωσαν αυτές τις διαπιστώσεις που παρουσιάζονταν σε μερικές περιπτώσεις αφασίας μέχρις ότου ο καθηγητής Berlin, επίσης Γερμανός ιατρός στη Στουτγάρδη, επιλέξει τον ελληνογενή όρο «δυσλεξία» προκειμένου να περιγράψει αυτή τη λειτουργική ανωμαλία (Berlin, 1887. Παπαδάτος, 2011b).

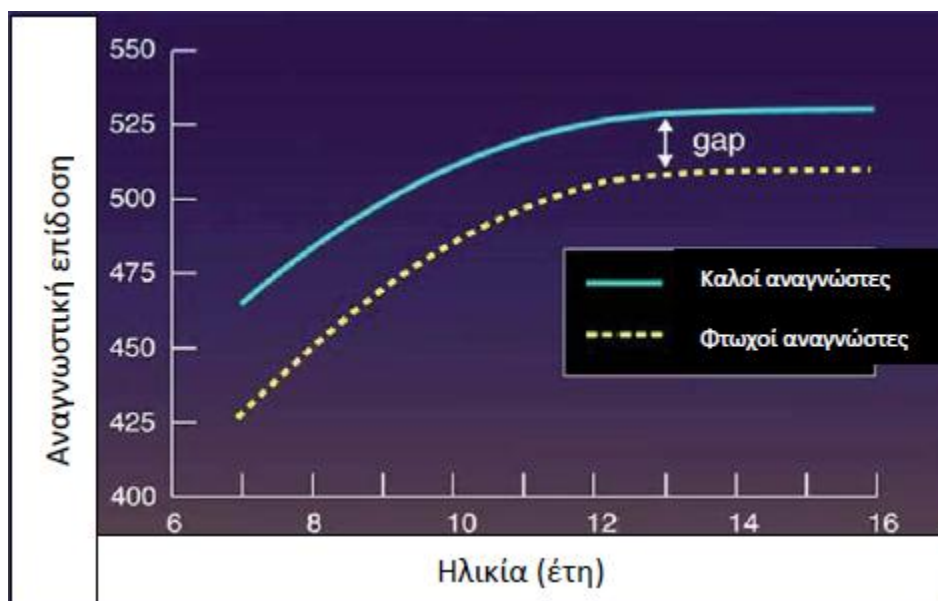
Η πρώτη αναφορά σε δυσλεξικά συμπτώματα χωρίς την παρουσία εγκεφαλικού τραυματισμού γίνεται από τον οφθαλμίατρο James Hinshelwood, ο οποίος συγκρίνοντας παιδιά και ενήλικους διαπιστώνει ότι οι δυσκολίες των παιδιών είναι εγγενείς, δηλαδή εκ γενετής (Hinshelwood, 1986). Αυτή η διαφοροποίηση απετέλεσε ένα πολύ σημαντικό βήμα για την κατανόηση της εξελικτικής δυσλεξίας και άλλαξε ριζικά τον προσανατολισμό της επιστημονικής έρευνας.

2.5.2. Εξελικτική δυσλεξία

Ιστορικά, ο προσδιορισμός της δυσλεξίας ως «εξελικτική/αναπτυξιακή» διαταραχή (developmental) τοποθετείται στα τέλη του 19ου αιώνα, όταν ο Βρετανός ιατρός Morgan (1896) στην εργασία του με θέμα «Σχολική Υγιεινή» αναφέρεται στην περίπτωση ενός δεκατετράχρονου αγοριού, του Percy, που φοιτούσε σε κανονικό σχολείο και το μόνο που τον διέκρινε από τα άλλα παιδιά της ηλικίας του ήταν η δυσκολία του να μάθει να διαβάζει. Σήμερα το μεγαλύτερο κομμάτι της επιστημονικής έρευνας στον τομέα των μαθησιακών δυσκολιών εστιάζει στην εξελικτική δυσλεξία (Shaywitz, Fletcher, & Shaywitz, 1995. Handler & Fierson, 2011).

Ο προσδιορισμός εξελικτική, σε αντιδιαστολή με την επίκτητη δυσλεξία, αναφέρεται σε δυσκολίες στη μάθηση της ανάγνωσης, της γραφής και της ορθογραφίας οι οποίες όμως δεν οφείλονται σε κάποια εγκεφαλική βλάβη ή σε απώλεια αυτών των δεξιοτήτων αφού έχουν πρώτα κατακτηθεί (Thomson, 1990). Οι δυσκολίες του παιδιού εκδηλώνονται αφετηριακά στην αρχική εκμάθηση της ανάγνωσης και της γραφής και είναι συνάρτηση της χρονολογικής ηλικίας ή του αναπτυξιακού σταδίου στο οποίο βρίσκεται (Αναστασίου, 1998). Αξίζει να επισημανθεί ότι ο όρος εξελικτική δεν αναφέρεται σε μία εφήμερη αναπτυξιακή επιβράδυνση της αναγνωστικής ικανότητας καθώς διαχρονικές μελέτες έχουν δείξει ότι με την πάροδο του χρόνου η αναγνωστική ικανότητα των δυσλεξικών παιδιών να μην βελτιώνεται, από την άλλη όμως συνεχίζει να υπάρχει διάσταση μεταξύ αυτών και των παιδιών ίδιας χρονολογικής ηλικίας χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες (Shaywitz & Shaywitz, 2005) (βλ. Εικ. 7).

Διαφορές όμως υπάρχουν και μεταξύ των παιδιών με εξελικτική δυσλεξία στην έκφραση των αναγνωστικών τους δυσκολιών καθώς δεν κάνουν όλα τα ίδια αναγνωστικά και ορθογραφικά λάθη (Zadina, Corey, Casbergue, Lemen, Rouse, et al., 1996). Έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες ονομασίες προκειμένου να περιγραφούν δυσκολίες σε διαφορετικά επίπεδα στις διαδικασίες που υπόκεινται της αναγνωστικής επεξεργασίας, οι κυριότερες από τις οποίες είναι «φωνολογική» δυσλεξία (phonological) έναντι «επιφανειακής» δυσλεξίας (surface), «δυσειδητική» δυσλεξία (dyseidetic) έναντι «δυσφωνητικής» δυσλεξίας (dysphonetic) και «οπτική» δυσλεξία έναντι «ακουστικής» δυσλεξίας, (π.χ. Denckla, 1972. Boder, 1973. Morton & Patterson, 1980. Gjessing & Karlsen, 1989. Seymour, 1998. Coltheart et al., 2001).



Εικόνα 7. Η αναπτυξιακή πορεία της αναγνωστικής ικανότητας σε μαθητές με δυσλεξία και σε κανονικούς αναγνώστες. Πηγή: Shaywitz 2003. Shaywitz & Shaywitz, 2005. Προσαρμογή στα ελληνικά.

2.5.3. Το μοντέλο της διπλής διαδρομής για την ανάγνωση

Το μοντέλο της «διπλής διαδρομής» έχει επικρατήσει για την ερμηνεία της ανάγνωσης. Ονομάστηκε έτσι επειδή περιγράφει δύο διαφορετικές διαδρομές νοητικής επεξεργασίας της ανάγνωσης (Coltheart et al., 1993. 2001). Η μεγαλόφωνη ανάγνωση από έναν έμπειρο αναγνώστη είναι δυνατόν να διεκπεραιωθεί είτε μέσω μιας έμμεσης διαδικασίας - γραφοφονολογική ή υπολεξική διαδρομή-, είτε μέσω μιας άμεσης διαδικασίας -λεξικοσημασιολογική ή λεξική διαδρομή- (Coltheart et al., 1993. 2001. Jobard, Crivello, & Tzourio-Mazoyer, 2003. Kast, Elmer, Jancke, & Meyer, 2010) (βλ.Εικ. 8).

Για την ανάγνωση της λέξης μέσω της υπολεξικής διαδρομής απαιτείται η μετατροπή της γραφημικής αναπαράστασης της λέξης σε φωνολογική αναπαράσταση (ακουστικό κώδικα), δηλαδή η λέξη αναγνωρίζεται ακουστικά σαν να ήταν προφορική (γράμμα-γράμμα) (Πόρποδας, 2002). Σε αυτή τη διαδρομή, σημαντικό ρόλο προκειμένου ο αναγνώστης να έχει πρόσβαση στο νόημα της συγκεκριμένης λέξης παίζει η προφορά και το ορθογραφικό σύστημα της κάθε γλώσσας (διαφανές ή όχι) (Jobart et al., 2003).

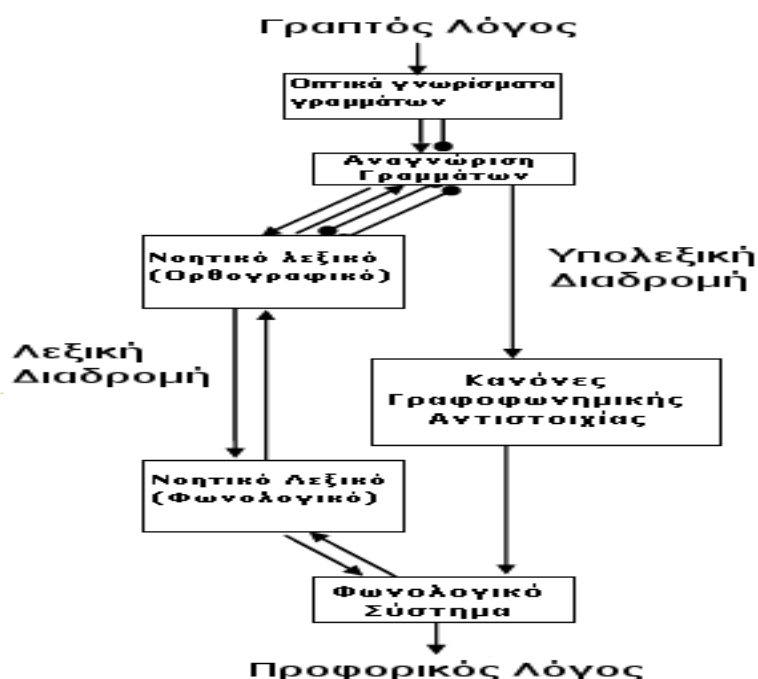
Η λεξική διαδρομή αποτελεί μία ολιστική προσέγγιση της ανάγνωσης (Milne Nicholson, & Corballis, 2003) καθώς στηρίζεται στην άμεση σύνδεση των οπτικών χαρακτηριστικών της λέξης (γράμματα) με το νόημά της, χωρίς τη φωνολογική

διαμεσολάβηση. Κατά ένα πολύ απλοϊκό τρόπο, η λέξη αναγνωρίζεται οπτικά σαν εικόνα. Μέσω της διαδρομής αυτής αξιοποιούνται πληροφορίες που αναφέρονται στη συγκεκριμένη ορθογραφική δομή και συγκρότηση της λέξης. Για να γίνει δυνατή αυτή η άμεση αναγνώριση των λέξεων αποτελεί προϋπόθεση η ύπαρξη ενός συστήματος αναγνώρισης της ορθογραφικής ταυτότητας των γραπτών λέξεων, το οποίο φαίνεται να περιλαμβάνεται σε ένα ευρύτερο σύστημα που έχει ονομαστεί νοητικό λεξικό (Πόρποδας, 2002). Η διαδρομή αυτή είναι περισσότερο προσβάσιμη από ένα έμπειρο αναγνώστη που λόγω της εξοικείωσης του με το γραπτό λόγο, έχει δημιουργήσει ένα νοητικό λεξικό του οποίου το μέγεθος και η σύνθεση βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με την αναγνωστική του εμπειρία (Coltheart et al., 1993. Jobart et al., 2003).

Συνεπώς, η λεξική διαδρομή ακολουθείται όταν πρέπει να αποκωδικοποιηθούν οικείες λέξεις ή λέξεις που δεν ακολουθούν τους «τυπικούς» κανόνες ορθογραφίας και είναι αποθηκευμένες στο νοητικό λεξικό, ενώ η υπολεξική διαδρομή ακολουθείται όταν πρέπει να αποκωδικοποιηθούν άγνωστες λέξεις ή ψευδολέξεις (π.χ., κότυ, μίχη, ερίπω) καθώς η γραφοφωνημική αντιστοιχία είναι ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί η ανάγνωση (Coltheart et al., 1993. Jobart et al., 2003. Kast et al., 2010). Το γεγονός ότι κάποια άτομα μπορούσαν να διαβάσουν οικείες/γνωστές λέξεις αλλά αδυνατούσαν να αποκωδικοποιήσουν άγνωστες λέξεις ή ψευδολέξεις, ενώ άλλοι μπορούσαν να διαβάσουν λέξεις και ψευδολέξεις αλλά αδυνατούσαν να διαβάσουν λέξεις με ανώμαλη ορθογραφική δομή οδήγησε στη διατύπωση του θεωρητικού μοντέλου της διπλής διαδρομής (Coltheart & Rastle, 1994).

Αρχικά, το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να εξηγήσει τις αναγνωστικές δυσκολίες στην επίκτητη δυσλεξία και μετέπειτα για αναλογικές συγκρίσεις στις περιπτώσεις της εξελικτικής δυσλεξίας και για την εφαρμογή ειδικών προγραμμάτων παρέμβασης που στηρίζονται πάνω στις δύο διαδρομές (Brunsdon, Hannan, Coltheart, & Nickels, 2002. Castles, Bates, & Coltheart, 2006. Coltheart, 2006. Kipp & Mohr, 2008). Η εγκυρότητα του μοντέλου για την ερμηνεία της διαδικασίας της ανάγνωσης έχει επιβεβαιωθεί από πολλές μελέτες (Coltheart & Rastle, 1994. Rastle & Coltheart, 1999. Ziegler, Perry, & Coltheart, 2000. Ziegler, Perry, & Coltheart, 2003) καθώς και από σύγχρονα νευροεικονιστικά δεδομένα που υποδεικνύουν ότι κάθε διαδρομή εξαρτάται από διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου (Herbster, Mintun, Nebes, & Becker, 1997. Rumsey, Horwitz, Donohue, Nace, Maisog, et al., 1997. Fiez, 1997.

Jobart et al., 2003. Taroyan & Nicolson, 2009) (για περισσότερες λεπτ. βλ κεφ. 1 υποκ. .3.3.1).



Εικόνα 8. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου διπλής διαδρομής για την ανάγνωση βασισμένο στους Coltheart et al. (2001). Πηγή: Ziegler, Horwitz, Donohue, Nace, Maisog et al., (2008). Προσαρμογή στα ελληνικά.

2.5.4. Υποτύποι δυσλεξίας

Η μελέτη ασθενών με επίκτητη δυσλεξία από τον Coltheart (1985) έδωσε το έναυσμα ώστε να αποδοθούν οι αναγνωστικές τους δυσκολίες σε δυσλειτουργία σε μία από τις δύο διαδρομές, την λεξική ή την υπολεξική, όπως περιγράφονται από το μοντέλο της διπλής διαδρομής, είτε και στις δύο (Ziegler et al., 2008). Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι κάποιοι ασθενείς με επίκτητη δυσλεξία μπορούσαν να διαβάσουν ψευδολέξεις και λέξεις με ορθογραφική κανονικότητα (γιατί στηρίζονταν στη φωνολογική αναγνώριση) αλλά αδυνατούσαν να διαβάσουν λέξεις με ανώμαλη ορθογραφική δομή (Marshall & Newcombe, 1973. Patterson, Marshall, & Coltheart, 1985. McCarthy & Warrington, 1986. Behrmann & Bub, 1992. Coltheart et al., 1993). Αυτοί οι ασθενείς φαίνεται ότι χρησιμοποιούσαν την υπολεξική διαδρομή για την ανάγνωση και η έκφανση των συμπτωμάτων τους προσέδωσε στην επίκτητη δυσλεξία το χαρακτηρισμό «επιφανειακή» (Castles & Coltheart, 1993).

Η πρώτη περίπτωση επίκτητης επιφανειακής δυσλεξίας περιγράφηκε από τους Marshall και Newcombe (1973) ακολουθώντας κι άλλες αντίστοιχες αναφορές για ασθενείς με όμοια συμπτώματα. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση αφορούσε τον ασθενή K.T (McCarthy & Warrington, 1986) ο οποίος εμφάνιζε μεγάλη ακρίβεια στην ανάγνωση ψευδολέξεων αλλά δυσκολεύονταν στις λέξεις που δεν ακολουθούσαν την τυπική ορθογραφία ή εμφάνιζε την τάση να τις ομαλοποιεί (π.χ. αντί να διαβάσει «ευφορία» διάβαζε ε/ι/φορία). Ο ασθενής διάβαζε με 100% επιτυχία τις ψευδολέξεις και τις ομαλές ορθογραφικά λέξεις, ενώ διάβαζε σωστά μόνο το 41% από τις ανώμαλες ορθογραφικά λέξεις. Η καλύτερη επίδοση στην έμφωνη ανάγνωση των ομαλών λέξεων και η τάση να ομαλοποιούνται οι ανώμαλες λέξεις είναι τα χαρακτηριστικά της επιφανειακής δυσλεξίας (Patterson et al., 1985) και οφείλονται σε ζημιά στη λεξική διαδρομή, καθώς οι ασθενείς δεν έχουν πρόσβαση στο νοητικό λεξικό και ο μόνος τρόπος για να διαβαστούν σωστά οι λέξεις είναι μέσω της γραφοφωνημικής αντιστοιχίας (Coltheart et al., 1993).

Από τη μελέτη ενός Γάλλου ασθενή από τους Beauvois και Derouesne (1979) αποδόθηκε ο χαρακτηρισμός «φωνολογική» στην επίκτητη δυσλεξία για να περιγράψουν την αδυναμία του να διαβάσει ψευδολέξεις, ενώ στην ανάγνωση πραγματικών και ανώμαλων ορθογραφικά λέξεων δεν εμφάνιζε αντίστοιχη δυσκολία. Μελέτες με παρόμοια ευρήματα επικύρωσαν τη δυσκολία αυτών των ασθενών στη φωνολογική ανάλυση των λέξεων (Shallice & Warrington, 1980. Patterson, 1982).

Η πιο σοβαρή περίπτωση ασθενή με φωνολογική δυσλεξία μελετήθηκε από τη Funnel (1983) και αφορούσε τον ασθενή W.B, ο οποίος κατάφερε να διαβάζει σωστά με 100% επιτυχία τις πραγματικές λέξεις, είτε αυτές ήταν πολυσύλλαβες ή άγνωστες και πολύπλοκες και από την άλλη ήταν αδύνατον να διαβάσει ακόμα και μονοσύλλαβες ψευδολέξεις απλής δομής ΣΦΣ (π.χ. «νας»). Ο ασθενής μπορούσε να ονομάσει τα γράμματα που έβλεπε, αλλά αδυνατούσε να αναγνωρίσει τους ήχους (φωνήματα) στους οποίους αντιστοιχούν. Σύμφωνα με τους Coltheart et al. (1993), στην περίπτωση του W.B, η υπολεξική διαδρομή για την ανάγνωση είχε καταστραφεί ολοκληρωτικά, ενώ η λεξική διαδρομή ήταν άθικτη.

Οι παραπάνω περιπτώσεις αφορούσαν άτομα με επίκτητη εγκεφαλική βλάβη, ενώ αντίστοιχες δυσκολίες παρατηρήθηκαν και σε άτομα με εξελικτική δυσλεξία. Σήμερα γνωρίζουμε ότι το κύριο χαρακτηριστικό των ατόμων με εξελικτική δυσλεξία είναι η δυσκολία τους να επεξεργάζονται τους ήχους της γλώσσας, εμφανίζουν δηλαδή φτωχές φωνολογικές ικανότητες (Snowling, 2000). Οι δυσκολίες αυτές

εντοπίζονται μέσω δοκιμασιών που ζητείται από το συμμετέχοντα να πει μία λέξη που άκουσε αφαιρώντας ένα φώνημα (Stuart, 1990), για παράδειγμα να πει τη λέξη «σπίτι» χωρίς το «σ», ή σε μεγαλύτερους ηλικιακά συμμετέχοντες ζητείται να αντιστρέψουν τα αρχικά φωνήματα από δύο λέξεις, για παράδειγμα «Chuck Berry» να πουν «Buck Cherry» (Perin, 1983). Για αυτήν τη φωνολογικής φύσεως αδυναμία των δυσλεξικών ατόμων στις δοκιμασίες που απαιτούν την εφαρμογή των γραφοφωνημικών κανόνων της γλώσσας και επιπρόσθετα την δυσκολία τους να διαβάσουν ψευδολέξεις ή νέες λέξεις αποδόθηκε ο χαρακτηρισμός «φωνολογική» δυσλεξία (Castles & Coltheart, 1993).

Για μία άλλη κατηγορία συμπτωμάτων στις περιπτώσεις της εξελικτικής δυσλεξίας χρησιμοποιήθηκε ο όρος «επιφανειακή» δυσλεξία (Castles & Coltheart, 1993). Τα παιδιά με επιφανειακή δυσλεξία δεν δυσκολεύονται με την εφαρμογή των γραφοφωνημικών κανόνων αλλά δυσκολεύονται να διαβάσουν λέξεις που δεν εμφανίζουν ορθογραφική κανονικότητα (π.χ. για την αγγλική γλώσσα οι λέξεις *pint*, *yacht*, *peasant*), οι οποίες για να διαβαστούν σωστά η γραφοφωνημική αντιστοίχιση δεν επαρκεί αλλά θα πρέπει να αναγνωριστούν οπτικά (Annett, 2011). Στα διαφανή ορθογραφικά συστήματα εξαιτίας της απουσίας τέτοιων λέξεων, οι δυσλεξικοί με επιφανειακού τύπου δυσκολίες εμφανίζουν δυσκολία με τις ομόφωνες λέξεις ή ψευδολέξεις, δηλαδή λέξεις που έχουν την ίδια προφορά με πραγματικές λέξεις, αλλά δεν εμφανίζουν ορθογραφική κανονικότητα (Milne et al., 2003), για παράδειγμα αφοκίνιτω.

Μία παρόμοια ταξινόμηση, βασιζόμενη σε αντίστοιχα αναγνωστικά λάθη, πρότεινε η Elena Boder (1973) περιγράφοντας τρεις υποτύπους δυσλεξίας, την δυσφωνητική (*dyshonetic*), τη δυσειδετική (*dyseidetic*) και τη μικτή (*mixed*) δυσλεξία. Η δυσφωνητική δυσλεξία αναφέρεται σε δυσκολίες στη γραφοφωνημική αντιστοιχία, δηλαδή ανεπάρκεια στις φωνολογικές δεξιότητες. Συνήθως τα παιδιά αυτά διαβάζουν μέσω της ολικής προσέγγισης της ανάγνωσης καθώς έχουν ένα ανεπτυγμένο «οπτικό» λεξικό και δεν προβαίνουν σε φωνητική ανάλυση των γραμμάτων. Σύμφωνα με την Boder (1973) ένα 63% των παιδιών με δυσλεξία ανήκει σε αυτήν την κατηγορία. Αντίθετα, η δυσειδετική δυσλεξία αναφέρεται σε παιδιά που εμφανίζουν δυσκολία στο να αντιληφθούν τις λέξεις ως οπτικά σύνολα, και αντιμετωπίζουν τις λέξεις, ακόμα και τις γνωστές, σαν να τις βλέπουν για πρώτη φορά με την ανάγνωσή τους να γίνεται συλλαβιστά, ακολουθώντας τη φωνητική μέθοδο. Ένα 9% των δυσλεξικών παιδιών εμφανίζουν δυσειδετικού τύπου δυσκολίες.

Ο μικτός τύπος αναφέρεται σε παιδιά με πιο σοβαρές αναγνωστικές δυσκολίες καθώς δυσκολεύονται τόσο στην ολική όσο και στη φωνητική ανάγνωση και γραφή και αφορά το 22% των δυσλεξικών παιδιών.

Μία πιο πρόσφατη κατηγοριοποίηση στην εξελικτική δυσλεξία κάνει λόγο για αναγνώστες α) με χαμηλή αναγνωστική ακρίβεια και β) με χαμηλή ταχύτητα ανάγνωσης (Wolf & Bowers, 1999. βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.2.1). Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, τα παιδιά με δυσλεξία που έχουν χαμηλές επιδόσεις σε δοκιμασίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, για παράδειγμα εικόνων, χρωμάτων, αντικειμένων και γραμμάτων, εμφανίζουν και δυσκολία πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση της λέξης, καθώς οι δύο αυτές δεξιότητες εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση (Manis et al., 1999), και κατά συνέπεια είναι αργοί αναγνώστες. Αν και η σύνδεση της ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων με την ορθογραφική επεξεργασία των λέξεων δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως (Conrad & Levy, 2007) υποστηρίζεται ότι οι «επιφανειακού» τύπου δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων και οι δυσκολίες στην ταχύτητα της ανάγνωσης σχετίζονται μεταξύ τους (Manis, Seidenberg, & Doi, 1999. Douklias, Masterson, & Hanley, 2009).

Συμπερασματικά, στις πολλαπλές ταξινομήσεις των παιδιών με εξελικτική δυσλεξία και αντίστοιχα στις πολλές ορολογίες που τις περιγράφουν (Seymour, 1986), οι δυσκολίες σε δύο διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας αποτελούν κοινή αναφορά. Από τη μία η δυσκολία πρόσβασης στη φωνολογική αναπαράσταση των λέξεων και από την άλλη η δυσκολία πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση των λέξεων (αποθηκευμένη στο νοητικό λεξικό εικόνα της λέξης).

2.6. Αιτιολογικές Υποθέσεις

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, οι ερευνητικές προσπάθειες είχαν επικεντρωθεί στο να απομονώσουν ένα μοναδικό αιτιολογικό παράγοντα που θα μπορούσε να ερμηνεύσει όλο το φάσμα της αναγνωστικής διαταραχής (Orton, 1937. Denckla & Rudel, 1976). Σήμερα, με πάνω από 120 χρόνια μελέτης στον τομέα των αναγνωστικών δυσκολιών, δεν υπάρχει σχεδόν καμία αμφιβολία ότι για την σφαιρική κατανόηση της δυσλεξίας απαιτείται μία πολυεπίπεδη προσέγγιση σε βιολογικό (γενετικό και νευροβιολογικό), γνωστικό και συμπεριφοριστικό επίπεδο (Frith, 1995. 1997. Beaton, 2004).

Αν μπορούσαμε να παρομοιάσουμε αυτή την πολυεπίπεδη προσέγγιση των ερμηνευτικών προσπαθειών για την αιτιολογία της δυσλεξίας σαν μία πυραμίδα, τότε στην κορυφή της θα βρίσκονταν η συμπεριφοριστική εκδήλωση της γνωστικής αδυναμίας, δηλαδή η φτωχή αναγνωστική ικανότητα. Πίσω από αυτήν την παρατηρούμενη συμπεριφορά, στο δεύτερο επίπεδο της πυραμίδας, βρίσκονται οι γνωστικές αδυναμίες δηλαδή οι ανεπάρκειες στις γνωστικές διεργασίες της αναγνωστικής λειτουργίας. Οι κυριότερες αιτιολογικές υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί και εστιάζουν σε αυτό ακριβώς το γνωστικό υπόβαθρο κάνουν λόγο για ελλείμματα α) φωνολογικής επεξεργασίας (Snowling, 2000), β) οπτικής αντίληψης (Lovegrove, Heddle, & Slaghuis, 1980a. Livingstone, Rosen, Drislane, & Galaburda, 1991. Stein & Walsh, 1997. Stein 2001), γ) ακουστικής αντίληψης (Tallal, 1980) και δ) αυτοματοποίησης (Nicolson & Fawcett, 1990). Με τη σειρά τους, οι γνωστικές διεργασίες βασίζονται σε νευρωνικά συστήματα του εγκεφάλου, που με την ανάπτυξη των νευροαπεικονιστικών μεθόδων δόθηκε η δυνατότητα για την άμεση παρατήρηση τους και η περαιτέρω διερεύνηση του νευροβιολογικού υποβάθρου της δυσλεξίας. Στη βάση της πυραμίδας, τοποθετούνται οι γενετικές έρευνες που προσπαθούν να ερμηνεύσουν τη γενετική και κληρονομική βάση της δυσλεξίας εντοπίζοντας ένα «υπεύθυνο» γονίδιο για την εμφάνισή της.

Στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται αναφορά στη γενετική βάση της δυσλεξίας και στις κυριότερες γνωστικές υποθέσεις με αναφορές στο αντίστοιχο νευροβιολογικό τους υπόστρωμα. Αναλυτική περιγραφή του νευροβιολογικού υποβάθρου της δυσλεξίας, που αποτελεί σκοπό διερεύνησης της παρούσας έρευνας γίνεται αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 1.3.

2.6.1. Γενετική βάση

Στοιχεία για τη γενετική προέλευση της δυσλεξίας συσσωρεύονται με ταχύτατους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια (Βλάχος, 2011). Οι γενετικές έρευνες προσπαθούν να προσεγγίσουν τα ζητήματα της οικογενειακής μεταβίβασης, της κληρονομικότητας, τον τρόπο γενετικής μεταβίβασης και τον εντοπισμό υπεύθυνων γονιδίων (Pennington, 1990).

Η δυσλεξία φαίνεται να είναι μία «οικογενειακής» φύσεως διαταραχή (Shawitz, Morris, & Shaywitz, 2008) καθώς το οικογενειακό ιστορικό αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες κινδύνου για την εμφάνισή της (Olson, 2006).

Οι πιθανότητες να εμφανίσει δυσλεξία ένα παιδί που ένας από τους δύο γονείς του είχε τη διαταραχή κυμαίνονται από 23-65% (Scarborough, 1990) και επιπλέον, το 40% των αδελφών ατόμων με δυσλεξία εμφάνισαν και αυτοί αναγνωστικές δυσκολίες (Pennington & Gilger, 1996).

Πιο ισχυρές ενδείξεις για τη μελέτη της γενετικής βάσης στη δυσλεξία προκύπτουν από τις μελέτες διδύμων. Οι μελέτες των διδύμων βασίζονται στο ότι τα μονοζυγωτικά δίδυμα, δηλαδή τα δίδυμα που προέρχονται από το ίδιο ωάριο, μοιράζονται τα ίδια ακριβώς αλληλόμορφα γονίδια τα οποία κληρονομούνται από τους γονείς τους σε αντίθεση με τα ετεροζυγωτικά δίδυμα που μοιράζονται κατά μέσο όρο τα μισά. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες στις έρευνες αυτές είναι περιορισμένοι αφού οι δίδυμοι έχουν τις περισσότερες από τις περιβαλλοντικές επιρροές για μάθηση κοινές, δηλαδή έχουν σχεδόν τα ίδια κίνητρα για μάθηση και σχεδόν το ίδιο επίπεδο εμπειρίας σε αυτή τη διαδικασία, επομένως οι δυσκολίες τους στην ανάγνωση οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στην επίδραση του γενετικού παράγοντα (Βλάχος, 2007). Οι μελέτες διδύμων φανερώνουν ότι τα πανομοιότυπα μονοζυγωτικά ζευγάρια διδύμων εμφάνιζαν αντίστοιχες αναγνωστικές δυσκολίες σε ποσοστό που κυμαίνονταν από 68% έως και 100% ενώ αντίθετα, τα ποσοστά εμφάνισης στα ετεροζυγωτικά ζευγάρια εκτιμούνταν στο 33% έως 38% (για ανασκ. βλ. Βλάχος, 2007).

Η γενετική έρευνα που στοχεύει στον προσδιορισμό συγκεκριμένων γονιδίων που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της δυσλεξίας κάνει λόγο για τέσσερις χρωμοσωμικές περιοχές που εντοπίζονται στα χρωμοσώματα 2, 6, 15 και 18 (Fisher & DeFries, 2002). Το πιο έντονο στοιχείο για ανάμιξη στον καθορισμό της ικανότητας ανάγνωσης είναι μια περιοχή στο κοντό βραχίονα του χρωμοσώματος 6 (6p22) που αποτελεί γενετικό δείκτη (DCDC2) που σχετίζεται με τη δυσλεξία (Meng Smith, Hager, Held, Liu, et al., 2005. Schumacher, Anthoni, Dahdouh, König, Hillmer, et al., 2006). Επίσης, στο χρωματόσωμα 15 εντοπίστηκε επίσης ο γενετικός τόπος 15q21 που αποτελεί γενετικό παράγοντα κινδύνου (DYX1C1) για την εμφάνιση της δυσλεξίας (Tairale, Kaminen, Nopola-Hemmi, Haltia, Myllyluoma, et al., 2003).

Παρά τον εντοπισμό γονιδιακών περιοχών που σχετίζονται με κάποιες διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας δεν έχει ακόμη χαρακτηριστεί κανένα συγκεκριμένο γονίδιο «υπεύθυνο» για την εμφάνιση της δυσλεξίας. Οι προσπάθειες των γενετικών ερευνών έγκεινται στον προσδιορισμό της επίδρασης αυτών των

γονιδίων στις βασικές διεργασίες της εγκεφαλικής ανάπτυξης, που με τη σειρά τους οδηγούν σε γνωστικές αδυναμίες. Επομένως, η ταυτοποίηση των γονιδίων που επηρεάζουν τη γνωστική ικανότητα της ανάγνωσης, πιθανόν να οδηγήσει στη βαθύτερη κατανόηση του προβλήματος της δυσλεξίας, στην πρόγνωση και στην έγκαιρη θεραπευτική-εκπαιδευτική της παρέμβαση (Wise, Ring, & Olson, 2000. Βλάχος, 2007).

2.6.2. Η φωνολογική υπόθεση

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 μέχρι και σήμερα, υπάρχει ισχυρή συμφωνία μεταξύ των ερευνητών ότι η δυσλεξία αποτελεί μια γλωσσική διαταραχή, με το μεγαλύτερο κομμάτι της έρευνας να εστιάζει στο φωνολογικό τομέα της γλώσσας (για ανασκ. βλ. Ramus, Rosen, Dakin, Day, Castellote, et al., 2003a). Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός ερευνών στο πεδίο μελέτης της δυσλεξίας υποδεικνύει ότι πολλά παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες αδυνατούν να αντιληφθούν, να τεμαχίσουν ή να διαχειριστούν μεμονωμένες συλλαβές και φωνήματα, όπως κάνουν οι συνομήλικοί τους (Vellutino, 1979. Snowling, 1995, 2000. Goswami, 2002. Ramus, 2003) με το κύριο σώμα των ερευνών να κάνει λόγο για ανεπάρκεια στη φωνολογική επίγνωση (phonological awareness).

Η φωνολογική επίγνωση είναι μία μεταγλωσσική ικανότητα που επιτρέπει στον αναγνώστη να συνειδητοποιήσει ότι ο γραπτός λόγος (π.χ. οι λέξεις) αποτελείται από μικρότερα δομικά στοιχεία (π.χ. συλλαβές ή φωνήματα) και να μπορεί να εντοπίζει και να χειρίζεται συνειδητά αυτά τα επιμέρους τμήματα (Stanovich & Siegel, 1994. Shankweiler, Crain, Katz, Fowler, Liberman, et al., 1995. Πόρποδας, 2002). Ένα παιδί λοιπόν, που δεν έχει αναπτύξει φωνολογική επίγνωση, δυσκολεύεται να αντιληφθεί ότι η λέξη /σαν/ αποτελείται από τρεις διακριτούς ήχους, |σ| -|α| - |ν|, και συνεπώς δεν μπορεί να τους προφέρει χωριστά.

Η υπόθεση ότι οι δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία στον γραπτό λόγο συνδέονται πρωταρχικά με ανεπάρκεια στις φωνολογικές τους δεξιότητες και στην επεξεργασία των φωνολογικών πληροφοριών καλείται ως «υπόθεση του φωνολογικού ελλείμματος» (phonological deficit hypothesis) (Snowling, 1995, 2000). Η ανεπάρκεια στη φωνολογική επίγνωση μπορεί να εντοπιστεί μέσα από δοκιμασίες απομόνωσης, συνδυασμού ή χειρισμού των ήχων της γλώσσας δηλαδή των φωνημάτων, ή μέσω της ανάγνωσης μη λέξεων ή ψευδολέξεων, όπου η ικανότητα γραφοφωνημικής

αντιστοίχισης είναι απαραίτητη για την αποκωδικοποίησή τους (Georgiou, Protopapas, Papadopoulos, Skaloumbakas, & Parilla, 2010). Οι απλούστερες δοκιμασίες φωνολογικής επίγνωσης αφορούν την αναγνώριση λέξεων που ομοιοκαταληκτούν, τη διαίρεση λέξεων σε συλλαβές, την παραγωγή ομοιοκατάληκτων λέξεων, ενώ πιο απαιτητικές δοκιμασίες δίνουν έμφαση στη διαχείριση των λέξεων σε επίπεδο φωνήματος (π.χ. αφαίρεση φωνήματος, απομόνωση φωνήματος). Οι επιδόσεις σε τέτοιου τύπου δοκιμασίες είναι ιδιαίτερα ικανές στο να διακρίνουν μεταξύ των μαθητών με ή χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες (Fletcher, Shaywitz, Shankweiler, Katz, Liberman, et al., 1994. Stanovich & Siegel, 1994).

Λόγω της σπουδαιότητας της φωνολογικής επίγνωσης, στην ανάπτυξη της αναγνωστικής δεξιότητας (Bryant, Maclean, & Crossland 1989. Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004. Hulme, Snowling, Caravolas, & Carroll, 2005), οι φτωχές επιδόσεις των παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες σε δοκιμασίες φωνολογικής επίγνωσης συγκριτικά με τους συνομήλικους τους τυπικούς αναγνώστες, οι οποίες φαίνεται να τους ακολουθούν και στην ενήλικη ζωή (Wagner & Torgesen, 1987. Shaywitz et al., 1999. Snowling, 2000) αποτελεί ιδιαίτερα ενισχυτικό εύρημα για τη στήριξη της φωνολογικής υπόθεσης στη δυσλεξία. Επίσης, έχει βρεθεί ότι με την κατάλληλη εκπαιδευτική καθοδήγηση του μαθητή στην απόκτηση φωνολογικών δεξιοτήτων, επέρχεται βελτίωση της αναγνωστικής του ικανότητας (Torgesen, Morgan, & Davis 1992. Wise & Olson, 1995) και μελέτες παρέμβασης που στόχευαν στη βελτίωση αυτών ακριβώς των δεξιοτήτων παρείχαν ιδιαίτερα διαφωτιστικές πληροφορίες σχετικά με τον σημαντικό ρόλο της φωνολογικής ανεπάρκειας στην εμφάνιση των αναγνωστικών δυσκολιών (Bradley & Bryant, 1983. Adams, 1990. Foorman, Francis, Novy, & Liberman, 1991. Hatcher, Hulme, & Ellis, 1994. Vellutino et al., 2004. Spironelli, Penolazzi, Vio, & Angrilli, 2010). Άλλοι μάλιστα ερευνητές είναι ιδιαίτερα απόλυτοι, καθώς υποστηρίζουν ότι οι δυσκολίες φωνολογικής επεξεργασίας αποτελούν ίσως το μόνο και επαρκές χαρακτηριστικό που μπορεί να θεωρηθεί αιτιολογικός παράγοντας της δυσλεξίας (Stanovich, 1986).

Σε νευρολογικό επίπεδο, δυσλειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου γύρω από την πλάγια σχισμή του Σύλβιους συνδέεται με τις φωνολογικές δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων, καθώς θεωρείται περιοχή υπεύθυνη για τη φωνολογική αναπαράσταση και τη σύνδεση φωνολογικών και ορθογραφικών πληροφοριών

(Ramus et al., 2003a). Συγκεκριμένα, το οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας φαίνεται να κατέχει καθοριστικό ρόλο στην φωνολογική επεξεργασία της γλώσσας (Simos, Fletcher, Bergman, Breier, Foorman, et al., 2002. Malogiannis, Valaki, Smyrnis, Papathanasiou, Evdokimidis, et al., 2003). Ανατομικές μελέτες (Geschwind & Galaburda, 1985a.b) και σύγχρονες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου (PET και fMRI) αποτελούν ισχυρές ενδείξεις ότι η δυσλειτουργία στην περιοχή αυτή, αποτελεί το νευρολογικό υπόστρωμα των φωνολογικών προβλημάτων των δυσλεξικών ατόμων (Temple, Poldrack, Protopapas, Nagarajan, Salz, et al., 2000. Temple, 2002. Shaywitz, Shaywitz, Pugh, Mencl, Fulbright, et al., 2002).

Ωστόσο, οι δυσκολίες φωνολογικής επεξεργασίας από μόνες τους δεν είναι σε θέση να εξηγήσουν όλο το εύρος των αναγνωστικών δυσκολιών (Papadopoulos et al., 2009) αφού μελέτες που διερευνούσαν τις αναγνωστικές δυσκολίες σε μεγάλα δείγματα μαθητών με δυσλεξία έδειξαν ότι μόνο το 22% εμφάνιζε αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες (Lovett, Steinbach, & Frijters, 2000). Επίσης, υπήρχε μία κατηγορία παιδιών με δυσλεξία στα οποία τα προγράμματα παρέμβασης που στόχευαν στην φωνολογική τους αποκατάσταση δεν φαίνονταν να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά για αυτά (Vukovic & Siegel, 2006). Αυτά τα ευρήματα σε συνδυασμό με δεδομένα από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε μεγάλο δείγμα παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες (Wolf & Bowers, 1999. 2000) απετέλεσαν αφορμή για τη διατύπωση μιας άλλης «συμπληρωματικής» υπόθεσης για την ερμηνεία της δυσλεξίας, αυτή του «διπλού ελλείμματος» (double deficit hypothesis).

2.6.2.1. Η υπόθεση του διπλού ελλείμματος

Σύμφωνα με την υπόθεση του διπλού ελλείμματος, πέρα από τα ελλείμματα στην φωνολογική επίγνωση υπάρχει άλλος ένας παράγοντας που επιδρά στην αναγνωστική ικανότητα, αυτός της αυτοματοποίησης των διεργασιών για την αναγνώριση των λέξεων, ο οποίος θεωρείται θεμελιώδους σημασίας για την ευχερή ανάγνωση. Οι Wolf και Bowers (1999) υποστήριξαν ότι τυχόν μειονεξία στην ικανότητα γρήγορης και αυτοματοποιημένης ονομασίας οπτικά οικείων ερεθισμάτων, όπως είναι οι αριθμοί, τα χρώματα, τα γράμματα και τα αντικείμενα, αποτελεί ένα δεύτερο ανεξάρτητο χαρακτηριστικό της δυσλεξίας.

Με βάση την υπόθεση αυτή, υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες αναγνωστών στον γενικό πληθυσμό, α) αυτοί που εμφανίζουν ελλείμματα φωνολογικής

επεξεργασίας, δηλαδή αδυναμία στην αναπαράσταση, πρόσβαση, διαχείριση των ήχων που συναπαρτίζουν μια λέξη, με συνέπεια να εμφανίζουν χαμηλή αναγνωστική ακρίβεια, β) αυτοί που εμφανίζουν ελλείμματα στην ταχεία ανάκληση ονομάτων που αντιστοιχούν σε οπτικά σύμβολα, με συνέπεια να εμφανίζουν χαμηλή ταχύτητα στην ανάγνωση, γ) αυτοί που εμφανίζουν διπλό έλλειμμα, δηλαδή υστερούν και στις δύο διαστάσεις της ανάγνωσης, στην αποκωδικοποίηση και στην ευχέρεια και αντιμετωπίζουν τις σημαντικότερες δυσκολίες και τέλος δ) οι τυπικά αναπτυσσόμενοι αναγνώστες που δεν εμφανίζουν καμία ιδιαίτερη δυσκολία (Wolf & Bowers, 1999, 2000. Wolf, O'Rourke, Gidney, Lovett, Cirino, et al., 2002).

Η υπόθεση του διπλού ελλείμματος στηρίχθηκε εν μέρει σε ευρήματα βάσει των οποίων η Ταχεία Ονομασία Ερεθισμάτων (TOE, Rapid Automated Naming, RAN) σχετίζεται με την αναγνωστική ικανότητα και την ανάπτυξή της (Denkla & Cutting, 1999. Cutting & Denkla, 2001). Οι δοκιμασίες TOE σχεδιάστηκαν από τη Denckla (1972) και αναπτύχθηκαν από τους Denckla και Rudel (1976), με την αρχική εκδοχή να περιλαμβάνει 50 οπτικά ερεθίσματα (γράμματα, αριθμούς, χρώματα, αντικείμενα) κατανομημένα με τυχαίο τρόπο σε πέντε σειρές των 10 ερεθισμάτων τα οποία ο εξεταζόμενος καλούνταν να τα κατονομάσει όσον το δυνατόν γρηγορότερα.

Σήμερα, οι δοκιμασίες TOE αποτελούν έναν πολύ γνωστό και ευρέως διαδεδομένο τρόπο ελέγχου της αναγνωστικής ευχέρειας (Young & Bowers, 1995. Manis, Doi, & Bhadha, 2000. Lervag & Hulme, 2009) και παραλλαγές της δοκιμασίας έχουν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ερευνών καθώς θεωρείται ότι αποτελούν παράγοντα διάκρισης καλών και φτωχών αναγνωστών στην παιδική ηλικία (Kirby, Parrilla, & Pfeiffer, 2003. Papadopoulos et al., 2009) αλλά και στην ενήλικη ζωή (Jones, Branigan, & Kelly, 2009). Επίσης, είναι ιδιαίτερα ικανές στο πλαίσιο της διάκρισης μεταξύ των διαφορετικών ελλειμμάτων των μαθητών με αναγνωστικές δυσκολίες (Wolf & Bowers, 2000. Lovett et al., 2000. Bowers, 2003). Τέλος, ο σημαντικός ρόλος των δοκιμασιών TOE παρατηρείται όχι μόνο στην αγγλική, αλλά και σε γλώσσες με διαφανή ορθογραφικά συστήματα (φινλανδικά: Lepola, Poskiparta, Laakkonen, & Niemi, 2005. γερμανικά: Wimmer, Mayringer, & Landerl, 2000. Landerl & Wimmer, 2008. ισπανικά: Jimenez, Hernandez-Valle, Rodriguez, Guzman, Diaz, et al., 2008. πορτογαλικά: Araújo, Pacheco, Faísca, Petersson, & Reis, 2010). Πρόσφατα ανακοινώθηκαν ερευνητικά ευρήματα και για τα ελληνικά (Papadopoulos et al., 2009).

Οι κυριότερες ενστάσεις σχετικά με το ρόλο της ικανότητας TOE στη δυσλεξία αφορούν το εάν αποτελεί ή όχι ένα ανεξάρτητο χαρακτηριστικό της αναγνωστικής ικανότητας ή απλά μια διάσταση των φωνολογικών ελλειμμάτων των δυσλεξικών ατόμων (Snowling, 2000). Ο ανεξάρτητος ρόλος τους στην αναγνωστική ικανότητα υποστηρίζεται από αρκετούς ερευνητές, καθώς φαίνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών με αναγνωστικές δυσκολίες, 60-78%, εμφανίζει ελλείμματα στην TOE, τα οποία συχνά παραμελούνται από τις παραδοσιακές διαγνωστικές μεθόδους, ανεξάρτητα από τα ελλείμματα φωνολογικής επίγνωσης (Lovett et al., 2000. Wolf et al., 2002. Katzir, Kim, Wolf, Morris, & Lovett, 2008). Ωστόσο, ακόμα και αν οι δύο αυτές ικανότητες είναι ανεξάρτητες μεταβλητές που καθορίζουν την ανάγνωση, συνεχίζει να υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό μη ερμηνεύσιμης διακύμανσης στην αναγνωστική ανάπτυξη, η οποία πιθανώς εξηγείται μέσω άλλων γνωστικών μεταβλητών, όπως η προσοχή και η ταυτόχρονη επεξεργασία των πληροφοριών (Das, Parrila, & Papadopoulos, 2000).

2.6.3. Η υπόθεση της οπτικής ανεπάρκειας

Για ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα επικρατούσε η αίσθηση ότι η δυσλεξία οφείλεται σε οπτικοαντιληπτικούς παράγοντες και για το λόγο αυτό είχαν αποδοθεί οι όροι «λεξική τύφλωση» (Morgan 1896) και «στρεφοσυμβοφιλία» (Orton, 1937) από τους πρώτους μελετητές του φαινομένου. Το έργο του Vellutino (1979) για τις φωνολογικές διαδικασίες έστρεψε το ερευνητικό ενδιαφέρον στη μελέτη των γλωσσικών λειτουργιών στη δυσλεξία, με τα θεωρητικά μοντέλα των οπτικών ανεπαρειών να ξανακερδίζουν έδαφος με τις ανατομικές μελέτες της Livingstone (βλ. Livingstone et al., 1991). Οι μελέτες αυτές παρείχαν σοβαρές ενδείξεις ότι οι δυσλεξικοί και οι τυπικοί αναγνώστες διαφέρουν σε όρους επεξεργασίας της οπτικής πληροφορίας εξαιτίας κάποιας δυσλειτουργίας σε ένα κύκλωμα του οπτικού τους συστήματος.

Οι υποστηρικτές των θεωρητικών μοντέλων της οπτικής ανεπάρκειας στη δυσλεξία δεν αμφισβητούν την ύπαρξη των φωνολογικών ελλειμμάτων, αλλά εστιάζουν κυρίως σε όρους οπτικής επεξεργασίας για την ερμηνεία των δυσλεξικών συμπτωμάτων (Ramus et al., 2003a). Συγκεκριμένα, αποδίδουν τις χαρακτηριστικές δυσκολίες της δυσλεξίας σε οπτικούς αιτιολογικούς παράγοντες στα αρχικά στάδια επεξεργασίας της οπτικής πληροφορίας (Eden, VanMeter, Rusmey, & Zeffiro, 1996a).

Είναι γνωστό ότι το είδωλο μιας οπτικής πληροφορίας (π.χ. εικόνα) εξακολουθεί να παραμένει για ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα εντυπωμένο στον αμφιβληστροειδή ακόμα και μετά την απομάκρυνσή του από τα μάτια μας. Αυτό το φαινόμενο «οπτικής παράτασης» (visual persistence) μπορεί να ελεγχθεί παρουσιάζοντας διαδοχικά και πάρα πολύ γρήγορα δύο διαφορετικά οπτικά ερεθίσματα και κατόπιν να αξιολογηθεί το χρονικό όριο/κατώφλι στο οποίο έγιναν αντιληπτά ως ένα (Eden et al., 1996a). Μία αρχική μελέτη σε παιδιά με δυσλεξία έδειξε ότι εμφάνιζαν σημαντική διαφορά συγκριτικά με τους κανονικούς αναγνώστες σε αντίστοιχες δοκιμασίες, καθώς ο χρόνος που απαιτούνταν για τη διάκριση των δύο ερεθισμάτων ήταν σημαντικά μεγαλύτερος (Stanley, Smith, & Howell, 1983).

Το εύρημα αυτό επιβεβαιώθηκε και από τους Lovegrove et al. (1980a) για οπτικές πληροφορίες υψηλής χωρικής συχνότητας¹². Στους ενήλικες τυπικούς αναγνώστες, η χρονική διάρκεια της οπτικής παράτασης αυξάνει καθώς αυξάνεται η χωρική συχνότητα. Όμως, για το 75% των παιδιών ηλικίας 8-15 ετών με αναγνωστικές δυσκολίες που συμμετείχαν στην έρευνα αυτή, βρέθηκε ότι εμφάνιζαν μικρότερη χρονικά οπτική παράταση στις υψηλές χωρικές συχνότητες συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους, ενώ αντίθετα στις χαμηλής χωρικής συχνότητας οπτικές πληροφορίες, η χρονική διάρκεια της οπτικής παράτασης ήταν μεγαλύτερη των συνομηλίκων τους.

Οι Lovegrove, Bowling, Badcock και Blackwood (1980b) ερμήνευσαν αυτές τις διαφορές στην οπτική επεξεργασία στα πλαίσια της διάκρισης του οπτικού συστήματος σε δύο κανάλια, ένα «συγκρατημένο» (sustained channel) και ένα «φευγαλέο» (transient channel) κανάλι, που αντιδρούν επιλεκτικά στα χωρικά και χρονικά χαρακτηριστικά του οπτικού ερεθίσματος (Eden et al., 1996a). Το συγκρατημένο κανάλι εξειδικεύεται στην λεπτομερή ανάλυση οπτικών ερεθισμάτων που κινούνται αργά ή είναι ακίνητα ενώ το φευγαλέο κανάλι είναι εξειδικευμένο στην ανάλυση οπτικών ερεθισμάτων που κινούνται γρήγορα, καθώς αντιδρά στην έναρξη και τη λήξη του ερεθίσματος και οι αντιδράσεις του είναι σύντομες και γρήγορες (Αναστασίου, 1998). Υπέθεσαν λοιπόν ότι τα παιδιά με δυσλεξία εμφανίζουν

¹² Η χωρική συχνότητα (spatial frequency) αναφέρεται στον αριθμό των κύκλων (δηλ. μιας άσπρης και μιας μαύρης ράβδου) ανά βαθμό οπτικής γωνίας (c/deg), σε ένα ραβδωτό σχέδιο (Αναστασίου, 1998). Η υψηλή χωρική συχνότητα περιέχει λεπτές ράβδους και ενεργοποιεί οπτικά κανάλια που μεταβιβάζουν πληροφορία για τις λεπτομέρειες, ενώ η χαμηλή χωρική συχνότητα περιέχει ράβδους μεγαλύτερου πλάτους και ενεργοποιεί κανάλια που μεταβιβάζουν πληροφορίες για το γενικό σχήμα (Lovegrove, 1994). Οι δύο τύποι πληροφορίας συνδυάζονται κατά τη διάρκεια των προσηλώσεων στην αναγνωστική διαδικασία.

δυσλειτουργία στο κανάλι που εξειδικεύεται στα χρονικά χαρακτηριστικά του οπτικού ερεθίσματος, δηλαδή στην ανάλυση των οπτικών ερεθισμάτων που κινούνται γρήγορα (φευγαλέο κανάλι) και οι πειραματικές δοκιμασίες με γρήγορες μεταβολές της έντασης του φωτός (flicker) ήταν σε θέση να τους διακρίνουν από τους κανονικούς αναγνώστες. Πράγματι, οι εναλλαγές της έντασης του φωτός θα έπρεπε να ήταν σχετικά πιο αργές προκειμένου να γίνουν αντιληπτές από τα παιδιά με δυσλεξία (Martin & Lovegrove, 1987. Talcott, Hansen, Willis-Owen, McKinnell, Richardson, et al., 1998).

Η ερμηνεία που δόθηκε ήταν ότι η ανεπάρκεια στο οπτικό σύστημα των δυσλεξικών επηρεάζει την αναγνωστική διαδικασία καθώς παρεμποδίζεται η επεξεργασία των γραφημικών πληροφοριών που είναι απαραίτητη για τη μετέπειτα φωνολογική τους αντιστοίχιση. Έτσι οι οπτικές ανεπάρκειες συντελούν στα φωνολογικά τους λάθη (Eden et al., 1996a). Συγκεκριμένα, αυτό που παρουσιάζει κάποια μορφή δυσλειτουργίας είναι το μεγαλοκυτταρικό οπτικό σύστημα¹³ των δυσλεξικών (αυτό που είχε περιγραφεί από το Lovegrove ως φευγαλέο κανάλι) και αυτό δημιουργεί δυσκολία στη οπτική επεξεργασία των πληροφοριών, στην οπτικοχωρική προσοχή και στην αμφίπλευρη ρύθμιση της όρασης (Hari & Renval, 2001) (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.3).

Τα ευρήματα από τις ψυχοφυσιολογικές μελέτες του Lovegrove (1980a), υπέδειξαν ότι οι δυσλεξικοί εμφάνιζαν μειωμένη ευαισθησία σε γρήγορα και χαμηλής αντίθεσης οπτικά ερεθίσματα ενώ στα υψηλής αντίθεσης οπτικά ερεθίσματα, στα οποία εξειδικεύεται η μικροκυτταρική οδός, ανταποκρίνονταν καλύτερα από τους κανονικούς αναγνώστες (Mason, Cornelissen, Fowler, & Stein, 1993). Επίσης, ευρήματα από ανατομικές μελέτες (Livingstone et al., 1991. Maddock, Richardson, & Stein, 1992) και μελέτες που χρησιμοποίησαν τη μέθοδο MRI (Eden, VanMeter, Rumsey, Maisong, Woods, et al., 1996b. Demb, Boynton, & Heeger, 1997) προσέφεραν ενδείξεις για τη στήριξη της υπόθεσης της ανεπάρκειας στη μεγαλοκυτταρική οδό των δυσλεξικών (Stein, 2001).

¹³ Το οπτικό μας σύστημα χωρίζεται σε δύο οδούς/ρεύματα. Η μεγαλοκυτταρική οδός του οπτικού συστήματος μεταφέρει γρήγορες και χαμηλής αντίθεσης οπτικές πληροφορίες και είναι πιο ευαίσθητη στην αντίληψη της κίνησης, του περιγράμματος των μορφών και στις διαφοροποιήσεις της φωτεινότητας, ενώ η μικροκυτταρική μεταφέρει αργές και υψηλής αντίθεσης οπτικές πληροφορίες και είναι περισσότερο ευαίσθητη στην αντίληψη του χρώματος και της ανάλυσης των λεπτομερειών της μορφής (Kalat, 1995). Επίσης η μεγαλοκυτταρική ενέχει καθοριστικό ρόλο στην έλεγχο της οφθαλμοκίνησης (Milner & Goodale, 1995).

Από την άλλη μεριά, έχουν διατυπωθεί ενστάσεις σχετικά με την εγκυρότητα της υπόθεσης της οπτικής ανεπάρκειας καθώς οι δυσκολίες των δυσλεξικών στις δοκιμασίες επεξεργασίας των οπτικών ερεθισμάτων δεν είναι τόσο ενδεικτικές της διαταραχής αφού δεν επιβεβαιώνονται σε όλα τα παιδιά με δυσλεξία. Κάποιες μάλιστα ερευνητικές προσπάθειες με μικρότερα δείγματα δεν κατάφεραν να επιβεβαιώσουν τα ευρήματα του Lovegrove (Stein, 2001). Σύμφωνα με τους Lyon et al. (2003), η υπόθεση αυτή είναι ικανή να αιτιολογήσει τις δυσκολίες φωνολογικής αποκωδικοποίησης σε επίπεδο κειμένου, αδυνατεί όμως να επεξηγήσει τις αδυναμίες στην ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων που αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της δυσλεξίας. Τέλος, κάποιες μελέτες έχουν δείξει ότι το λειτουργικό έλλειμμα στη μακροκυτταρική οδό μπορεί να είναι συχνό και σε άτομα χωρίς δυσλεξία (Skoyles & Skottun, 2004).

2.6.4. Η υπόθεση της ακουστικής ανεπάρκειας

Η άποψη ότι η δυσλεξία προκύπτει από ακουστικής φύσεως ανεπάρκειες έχει τις ρίζες της στον Ingram (1963), ο οποίος ισχυρίστηκε ότι τα παιδιά με δυσλεξία αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διάκριση και αναγνώριση ακουστικών ερεθισμάτων, είτε πρόκειται για γλωσσικούς είτε για μη γλωσσικούς ήχους. Μεταγενέστερα, η Tallat (1980) πρότεινε ότι οι φωνολογικές ανεπάρκειες των δυσλεξικών είναι απλά ένα σύμπτωμα μίας γενικότερης αδυναμίας στην επεξεργασία των ήχων και συγκεκριμένα στις σύντομα ή/και ταχύτατα παρουσιαζόμενες ακουστικές πληροφορίες, διατυπώνοντας την υπόθεση της χρονικής επεξεργασίας ακουστικών ερεθισμάτων για την αιτιολογία της δυσλεξίας (Tallat, 1980. Tallat & Gaab, 2006, «rapid auditory processing»).

Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, οι ανεπάρκειες των παιδιών με δυσλεξία αφορούν την ακουστική τους αντίληψη, δηλαδή την ικανότητα της ακουστικής διάκρισης και τις διεργασίες που προηγούνται της ακουστικής κωδικοποίησης των πληροφοριών. Κατά συνέπεια το παιδί αδυνατεί να αντιληφθεί με ακρίβεια τα επιμέρους φωνολογικά στοιχεία που συνθέτουν μία λέξη ή συλλαβή, για παράδειγμα /ba/ - /da/ (Ramus et al., 2003a) ή αντίστοιχα «βάζω-βγάζω» και έτσι αναπτύσσει αναγνωστικές δυσκολίες. Σε μια σειρά πειραματικών δοκιμασιών διάκρισης ήχων

διαφορετικού τόνου, γνωστές ως TOJ (time-order-judgement tasks)¹⁴, στις οποίες οι συμμετέχοντες έπρεπε να απαντήσουν εάν οι ηχητικοί τόνοι που άκουσαν ήταν ίδιοι ή διαφορετικοί, η Tallat (1980) βρήκε ότι δεν υπάρχουν διαφορές στην επίδοση μεταξύ των παιδιών με δυσλεξία και της ομάδας ελέγχου ηλικίας 8 έως 12 ετών, όταν δύο διαδοχικά ακουστικά ερεθίσματα έχουν μεταξύ τους ένα ενδιάμεσο διάλειμμα σχετικά μεγάλης χρονικής διάρκειας, 428 χιλιοστών του δευτερολέπτου. Όταν όμως μειώνεται η χρονική διάρκεια του διαλλείματος (8-305 χιλιοστά του δευτερολέπτου), οι μαθητές με δυσλεξία είχαν χειρότερη επίδοση ακόμα και από μικρότερης ηλικίας παιδιά. Έτσι φάνηκε να υπάρχει μια μικρή ανεπάρκεια στην επεξεργασία διαδοχικών ακουστικών ερεθισμάτων διαφορετικού τόνου, όταν αυτά παρουσιάζονταν σε γρήγορη διαδοχή στα παιδιά με φτωχές αναγνωστικές επιδόσεις.

Στο ίδιο θεωρητικό πλαίσιο, οι Goswami et al. (2002) διαπίστωσαν ότι τα άτομα με δυσλεξία αντιμετωπίζουν δυσκολία στην επεξεργασία της ακουστικής πληροφορίας σε συλλαβικό επίπεδο, επειδή δε μπορούν να διακρίνουν τα διαφοροποιητικά της στοιχεία «αρχικά φωνημάτα-ρίμα» (onset-rime)¹⁵. Διαπιστώνοντας ότι τα παιδιά με δυσλεξία ήταν λιγότερο ευαίσθητα στο ρυθμό της φυσικής ομιλίας, η Goswami (2003) πρότεινε ότι αυτή η δυσκολία ίσως τα οδηγεί σε ανεπαρκείς φωνολογικές αναπαραστάσεις και κατά συνέπεια σε αναγνωστικές δυσκολίες.

Φτωχές επιδόσεις των ατόμων με δυσλεξία σε δοκιμασίες ακουστικής αντίληψης, όπως διάκρισης της συχνότητας των ήχων (McAnally & Stein, 1996. Ahissar, Protopapas, Reid, & Merzenich, 2000) ή σε δοκιμασίες διάκρισης ήχων διαφορετικού τόνου (για ανασκ. βλ. Farmer & Klein, 1995. McArthur & Bishop, 2001) και σε νευροψυχολογικές δοκιμασίες με ακουστικά ερεθίσματα (Temple et al., 2000. Ruff, Cardebat, Marie, & Demonet, 2002) παρέχουν ενδείξεις για τη στήριξη της υπόθεσης της ακουστικής ανεπάρκειας. Ωστόσο, αρκετές μελέτες δεν έχουν καταφέρει να εντοπίσουν ανάλογες διαφορές σε δοκιμασίες ακουστικής αντίληψης μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνωστών (Waber, Weiler, Wolff, Bellinger, Marcus, et al., 2001. Bretherton & Holmes, 2003. Gibson, Hogben, & Fletcher, 2006)

¹⁴ Στις δοκιμασίες TOJ οι συμμετέχοντες ακούνε δύο διαφορετικά ηχητικά ερεθίσματα μεταξύ των οποίων μεσολαβεί ένα ενδιάμεσο διάλλειμα (interstimulus interval-ISI) είτε πολύ σύντομης χρονικής διάρκειας (περίπου 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου), είτε μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας (400 χιλ. του δευτ/πτου) και καλούνται να αναφέρουν τη σειρά με την οποία άκουσαν τους δύο ήχους (Tallal & Percy, 1973). Αυτό το ενδιάμεσο διάλλειμα ελέγχει εάν η απόκριση ήταν άμεση ή με καθυστέρηση.

¹⁵ onset: αρχικός ήχος της συλλαβής – έμβαση / rime: ρίμα, τελικός συνδυασμός φωνήεντος και συμφώνου της συλλαβής.

με αποτέλεσμα να απορρίπτουν την υπόθεση ότι η βάση των φωνολογικών προβλημάτων των παιδιών με δυσλεξία σχετίζεται με την ακουστική αντίληψη μη γλωσσικών ερεθισμάτων. Μία πρόσφατη μελέτη σε ελληνικό πληθυσμό (Georgiou et al., 2010), δεν επιβεβαίωσε την υπόθεση της χρονικής επεξεργασίας ακουστικών ερεθισμάτων ούτε μέσω των δοκιμασιών που ήταν όμοιες με αυτές που χρησιμοποίησε η Tallat (1980), ούτε σε αντίστοιχες δοκιμασίες με αυτές των Goswami et al. (2002).

2.6.5. Η υπόθεση της αυτοματοποίησης (παρεγκεφαλιδική)

Πέρα από τον παραδοσιακό ρόλο της παρεγκεφαλίδας ως κινητική περιοχή, που αρχικά παρατηρήθηκε από μελέτες σε ζώα (Flourens, 1824) και αργότερα επιβεβαιώθηκε σε ανθρώπους (Holmes, 1939), οι πιο σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι αυτή η εγκεφαλική δομή που αποτελεί το 10% του συνολικού βάρους του εγκεφάλου, συμμετέχει στις γνωστικές διεργασίες, στη γλωσσική λειτουργία και τη μάθηση γενικότερα (Desmont & Fiez, 1998. Scott, Stoodley, Anslow, Paul, Stein, et al., 2001).

Οι Nicolson και Fawcett (1990) παρατήρησαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία έχουν φτωχές επιδόσεις σε δοκιμασίες που απαιτούν κινητικό συντονισμό ή αυτοματοποίηση των κινήσεων και ισορροπία και υπέθεσαν ότι αντιμετωπίζουν προβλήματα ευχέρειας και ταχύτητας με κάθε δραστηριότητα που θα μπορούσε να καταστεί αυτόματη μέσα από την πρακτική άσκηση, συμπεριλαμβανομένης της ανάγνωσης και των φωνολογικών δεξιοτήτων. Έτσι διατύπωσαν την υπόθεση του ελλείμματος αυτοματισμού, χωρίς αρχικά να προσδιορίζουν κάποια υπεύθυνη νευρολογική δομή γι' αυτή τη δυσλειτουργία (Βλάχος, 2006).

Αργότερα, οι ίδιοι ερευνητές βασιζόμενοι στην «κινητική θεωρία» της γλωσσικής αντίληψης των Liberman και Mattingly (1985), σύμφωνα με την οποία η ομιλία γίνεται αντιληπτή μέσα από την άρθρωση, διατύπωσαν την υπόθεση του παρεγκεφαλιδικού ελλείμματος στη δυσλεξία (Nicolson & Fawcett, 1990. Nicolson, Fawcett, & Dean, 2001). Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας στην κίνηση και στην άρθρωση του λόγου είναι γνωστός (Amarenco, Chevrie-Muller, Rouillet, & Bousser, 1991) και αυτό οδήγησε στην υπόθεση ότι μια πιθανή δυσλειτουργία σε αυτή τη δομή θα σημαίνει καθυστερημένη ή δυσλειτουργική αρθρωτική ικανότητα στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης, και κατά συνέπεια ελλειπείς φωνολογικές αναπαραστάσεις και αναγνωστικά προβλήματα (Nicolson et al., 2001). Επιπλέον, η παρεγκεφαλίδα

κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο στην αυτοματοποίηση κάποιων διεργασιών, όπως η οδήγηση και η δαχτυλογράφηση, επομένως μία πιθανή δυσλειτουργία σε αυτήν την εγκεφαλική δομή θα έχει επίδραση και στην αυτοματοποίηση κάποιων γνωστικών διεργασιών, όπως στη γραφοφωνημική αντιστοίχιση (Ramus et al., 2003a). Συμπερασματικά, με τη θεωρία τους οι Nicolson και Fawcett (1990) κατάφεραν να εντάξουν τα φωνολογικά ελλείμματα των δυσλεξικών και τις δυσκολίες στην ταχεία ονομασία και αυτοματοποίηση σε ένα βιολογικό υπόβαθρο, τη δυσλειτουργία της παρεγκεφαλίδας (Eckert, Leonard, Richards, Aylward, Thomson, et al., 2003).

Οι ενστάσεις σχετικά με την υπόθεση αυτή αφορούν την «κινητική θεωρία» της γλωσσικής αντίληψης στην οποία στηρίχτηκαν οι ερευνητές για την αιτιολογία των φωνολογικών προβλημάτων καθώς σήμερα θεωρείται αδόκιμη (Ramus et al., 2003b). Επίσης, πολλές μελέτες δεν έχουν καταφέρει να εντοπίσουν αντίστοιχες κινητικής φύσεως δυσλειτουργίες στα υπό μελέτη δείγματά τους (Wimmer, Mayringer, & Landerl, 1998. van Daal & van der Leij, 1999. Heim, Tschierse, Amunts, Wilms, Vossel, et al., 2008). Τέλος, παρόλο που οι παρατηρήσεις με απεικονιστικές μεθόδους έχουν δείξει πιθανές ανατομικές, λειτουργικές και βιοχημικές αλλαγές στη σύσταση των παρεγκεφαλιδικών περιοχών του εγκεφάλου των δυσλεξικών (Nicolson, Fawcett, Berry, Jenkins, Dean, et al., 1999. Leonard, Eckert, Lombardino, Oakland, Kranzler, et al., 2001. Rae, Harasty, Dzendrowskyj, Talcott, Simpson et al., 2002. Eckert et al., 2003), δεν έχει δοθεί κάποια ικανοποιητική ερμηνεία για τον καθοριστικό ρόλο της συγκεκριμένης εγκεφαλικής δομής στη δυσλεξία (Ramus et al., 2003a).

2.6.6. Η μεγαλοκυτταρική υπόθεση

Παρά το γεγονός ότι η οπτική και ακουστική υπόθεση παρουσιάστηκαν χωριστά, σήμερα οι υποστηρικτές τους συμφωνούν ότι εντάσσονται σε ένα ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο αυτό της μεγαλοκυτταρικής δυσλειτουργίας (Ramus et al., 2003a. Demonet et al., 2004). Η μεγαλοκυτταρική υπόθεση (Stein & Walsh, 1997) αποτελεί μία γενίκευση της υπόθεσης της οπτικής ανεπάρκειας στη δυσλεξία, σύμφωνα με την οποία μία δυσλειτουργία στα κύτταρα της μεγαλοκυτταρικής οδού επηρεάζει όλες τις αισθητηριακές ικανότητες (οπτικές, ακουστικές, κινητικές και κατ' επέκταση φωνολογικές) και όχι μόνο την ικανότητα οπτικής επεξεργασίας όπως αρχικά είχε υποστηριχθεί.

Όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 2.6.3, τα ευρήματα του Lovegrove et al. (1980) συνηγόρησαν υπέρ μιας ειδικής δυσλειτουργίας στο οπτικό σύστημα των ατόμων με δυσλεξία και συγκεκριμένα στο μεγαλοκυτταρικό (Stein, 2001). Πράγματι, τα περισσότερα γαγγλιακά κύτταρα του αμφιβληστροειδή των πρωτεύοντων θηλαστικών διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες με διαφορετικά φυσιολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά. Τα κύτταρα τύπου M (από το λατινικό *magni*) που αποτελούν το 10% των κυττάρων που σχηματίζουν το οπτικό νεύρο και τα κύτταρα τύπου P (από το λατινικό *parvi*) (Sharpley & Perry, 1986). Τα M-κύτταρα έχουν μεγαλύτερα υποδεκτικά πεδία και εμφανίζουν αυξημένη ευαισθησία στη φωτεινή αντίθεση και ανταποκρίνονται σε οπτικά ερεθίσματα με αδρά χαρακτηριστικά και κίνηση, ενώ τα P-κύτταρα εξειδικεύονται στην αντίληψη της μορφής και του χρώματος (Πλαϊνης, Τσιλιμπάρης, & Παλληκάρης, 2007). Οι δύο κατηγορίες γαγγλιακών κυττάρων μεταφέρουν ελαφρώς διαφορετικές πληροφορίες στις στοιβάδες του έξω γονατώδους πυρήνα του θαλάμου (LGN) που λειτουργεί ως σταθμός αναμετάδοσης του κύριου όγκου πληροφοριών προς τον κύριο οπτικό φλοιό. Οι νευράξονες των M-κυττάρων καταλήγουν στις 2 κατώτερες στοιβάδες του LGN, τις Μεγαλοκυτταρικές (Magnocellular) ενώ οι νευράξονες των P-κυττάρων καταλήγουν στις 4 ανώτερες τις Μικροκυτταρικές (parvocellular)¹⁶.

Τα πιο αντιπροσωπευτικά ευρήματα για τη δυσλειτουργία του μεγαλοκυτταρικού οπτικού συστήματος των δυσλεξικών προέρχονται από τις ανατομικές μελέτες του Galaburda et al. (Livingstone et al., 1991. Galaburda & Livingstone, 1993), οι οποίοι μετά από αυτοψία εγκεφάλων 5 δυσλεξικών και 5 μη δυσλεξικών ενηλίκων, παρατήρησαν ότι οι μεγαλοκυτταρικές στιβάδες του LGN των δυσλεξικών παρουσίαζαν ανωμαλίες, με τα κυτταρικά τους σώματα να είναι μικρότερα κατά 30% σε σχέση με τα αντίστοιχα της ομάδας ελέγχου (Stein, 2001).

Οι Galaburda, Menard και Rosen (1994), προσπάθησαν να συσχετίσουν αυτά τα ευρήματα και με τα ευρήματα της Tallat (1980) για τις ακουστικής φύσεως ανεπάρκειες των δυσλεξικών παρά το γεγονός ότι στην αρχική διατύπωση της

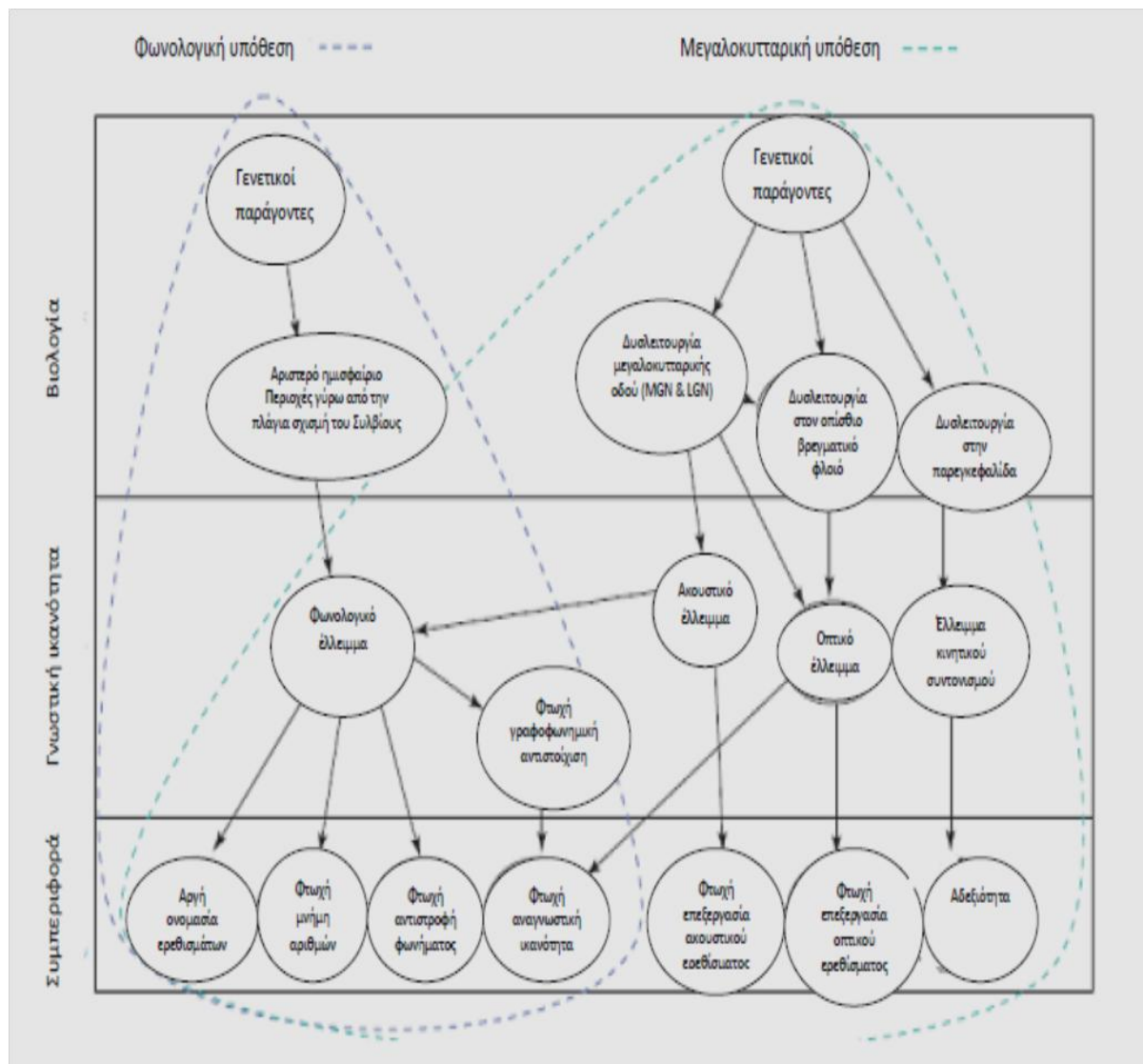
¹⁶ Οι δύο οδοί του οπτικού συστήματος καταλήγουν σε διαφορετικές στοιβάδες στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό (V1) και από εκεί στον εξωταινωτό φλοιό (extrastriate) για ανώτερη επεξεργασία. Η μικροκυτταρική οδός σχηματίζει τα κοιλιακό ρεύμα (ventral) που καταλήγει στον κροταφικό φλοιό. Η αντίληψη του οπτικού κόσμου και η αναγνώριση αντικειμένων στηρίζεται στο κοιλιακό ρεύμα και βλάβη στην περιοχή σχετίζεται με μειονεξίες στην αναγνώριση σύνθετων αντικειμένων και προσωπογνωσία. Η μεγαλοκυτταρική οδός εξειδικεύεται στον έλεγχο της κίνησης και των χωρικών σχέσεων και στην αντίληψη του βάθους. Σχηματίζει το ραχιαίο ρεύμα (dorsal) και μέσω της μέσης κροταφικής περιοχής (MT/V5) καταλήγει στον οπίσθιο βρεγματικό φλοιό. Το ραχιαίο ρεύμα παίζει καθοριστικό ρόλο στην κίνηση του ματιού και των άκρων και στον οπτικοκινητικό έλεγχο.

ακουστικής υπόθεσης δεν υπήρξε αναφορά σε κάποιο βιολογικό υπόβαθρο. Πράγματι, παρατήρησαν ότι οι μεγάλοι νευρώνες του αριστερού μέσου γονατώδους σώματος (MGN)¹⁷ του θαλάμου των δυσλεξικών ήταν μικρότεροι από το αναμενόμενο μέγεθος, ενώ οι μικροί νευρώνες ήταν περισσότεροι από τους αντίστοιχους των κανονικών αναγνώστων.

Ο MGN αποτελεί για την ακουστική οδό ότι και ο LGN για το κύριο οπτικό σύστημα και γι' αυτό οι εισηγητές της μεγαλοκυτταρικής υπόθεσης (Stein & Walsh, 1997) υπέθεσαν ότι όπως και με τη διαίρεση του οπτικού συστήματος σε μεγαλοκυτταρικό και μικροκυτταρικό, κάτι αντίστοιχο θα συμβαίνει και με το ακουστικό σύστημα. Κατά συνέπεια, δυσλειτουργίες στο μεγαλοκυτταρικό σύστημα του θαλάμου των δυσλεξικών ατόμων μεταφράζονται σε ακουστικής φύσεως δυσλειτουργίες που οδηγούν σε φωνολογικά ελλείμματα και επιπλέον οπτικής φύσεως δυσλειτουργίες που επηρεάζουν την οπτικοχωρική προσοχή. Όσον αφορά την παρεγκεφαλίδα, από τη στιγμή που αυτή η εγκεφαλική δομή λαμβάνει πλήθος εισερχομένων πληροφοριών από ποικίλα μικροκυτταρικά συστήματα στον εγκέφαλο, αναπόφευκτα επηρεάζεται από μία ενδεχόμενη μακροκυτταρική δυσλειτουργία (Stein, Talcott, & Witton, 2001).

Συμπερασματικά, η θεωρία αυτή ενσωματώνει όλες τις δυσλειτουργίες που εμφανίζουν τα δυσλεξικά άτομα, γνωστικές, αισθητηριακές και κινητικές (ακουστικές-φωνολογικές, οπτικο-χωρικές). Όμως, όπως η υπόθεση της φωνολογικής ανεπάρκειας δεν είναι σε θέση να αιτιολογήσει την ύπαρξη αισθητηριακών και κινητικών δυσκολιών που εμφανίζει ένα σημαντικό ποσοστό ατόμων με δυσλεξία, αντίστοιχα η μεγαλοκυτταρική υπόθεση δεν μπορεί να αιτιολογήσει την απουσία αυτών των δυσκολιών σε ένα εξίσου σημαντικό ποσοστό δυσλεξικών ατόμων (Ramus 2003). Στην εικόνα 9 παρουσιάζονται σχηματικά οι δύο κυριότερες ερμηνευτικές υποθέσεις της δυσλεξίας και οι συνδέσεις μεταξύ των γνωστικών ικανοτήτων και της εκδηλούμενης συμπεριφοράς. Σε νευροβιολογικό επίπεδο, τα ευρήματα από ανατομικές μελέτες και μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου τοποθετούν την αιτιολογία της δυσλεξίας σε κάποια μορφή δυσλειτουργίας των εγκεφαλικών μηχανισμών που είναι υπεύθυνοι για τις λειτουργία της ανάγνωσης και παρουσιάζονται διεξοδικά στο επόμενο υποκεφάλαιο.

¹⁷ Ο MGN βρίσκεται στο θάλαμο και δέχεται πληροφορίες από το εσωτερικό αντί και στέλνει νευράξονες στον πρωτεύοντα ακουστικό φλοιό. Αποτελεί ένα σταθμό αναμετάδοσης αισθητικών πληροφοριών (Αναστασίου, 1998).



Εικόνα 9. Σχηματική αναπαράσταση των δύο κύριων υποθέσεων για την ερμηνεία της δυσλεξίας (φωνολογική και μεγαλοκυτταρική) με αναφορά σε επίπεδο συμπεριφοράς, γνωστικό και βιολογικό. Πηγή Ramus (2004). Προσαρμογή στα ελληνικά.

Δυσλεξία και πλευρίωση

3.1. Η νευρολογική βάση της δυσλεξίας

Η σχέση της δυσλεξίας με την πλευρίωση της γλώσσας διερευνάται από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Πρώτος ο Αμερικανός ιατρός Samuel Orton (1925, 1937) πρότεινε τη σύνδεση μεταξύ της προτιμώμενης πλευράς του σώματος και των αναγνωστικών δυσκολιών. Μελετώντας παιδιά που εμφάνιζαν δυσκολίες στην ανάγνωση και τη γραφή, παρατήρησε ότι πολλές φορές αντέστρεφαν τον προσανατολισμό των γραμμάτων, καθώς και τη σειρά τους μέσα στη λέξη με αποτέλεσμα να εμφανίζουν καθρεφτική ανάγνωση και γραφή, για παράδειγμα έγραφαν «saw» αντί για «was» (Στασινός, 1999).

Ο Orton προσέδωσε το χαρακτηρισμό «στρεφοσυμβολία» σε αυτού του τύπου τις δυσκολίες, οι οποίες συνήθως συνοδεύονταν και από ασταθείς προτιμήσεις για το ένα χέρι, και τις ερμήνευσε ως μια ένδειξη ελλιπούς εγκεφαλικής κυριαρχίας. Συγκεκριμένα, υπέθεσε ότι στους κανονικούς αναγνώστες η οπτική πληροφορία αναπαρίσταται νοητικά στα δύο ημισφαίρια με αντίθετους προσανατολισμούς, δηλαδή στο κυρίαρχο ημισφαίριο «ορθά», ενώ στο μη κυρίαρχο ημισφαίριο «καθρεπτικά». Αντίθετα, υπέθεσε ότι ο εγκέφαλος των παιδιών με δυσλεξία εμφανίζει συμμετρία μεταξύ των ημισφαιρίων εξαιτίας μιας εξελικτικής επιβράδυνσης η οποία εμποδίζει την ανάπτυξη ενός «κυρίαρχου» για τη γλώσσα ημισφαιρίου. Αυτή η συμμετρία έχει ως αποτέλεσμα η οπτική πληροφορία να αναπαρίσταται καθρεπτικά και στα δύο ημισφαίρια με συνέπεια να προκαλείται σύγχυση στην ανάγνωση και τη γραφή (Corballis, 1974). Αυτός ο ανταγωνισμός των ημισφαιρίων για επικράτηση έχει ως αποτέλεσμα και την ασταθή ή μικτή προτίμηση ως προς τη χρήση του ενός χεριού (Orton, 1937).

Παρότι η ερμηνεία που αποδόθηκε από τον Orton για τη συσχέτιση της μη τυπικής ασυμμετρίας του εγκεφάλου με την αναγνωστική δυσκολία δεν επιβεβαιώθηκε ως επιστημονικά ορθή (Springer & Deutsch, 1989) ωστόσο, η αρχική

διατύπωση της υπόθεσης, περί μη τυπικής ασυμμετρίας των γλωσσικών λειτουργιών, αποτέλεσε μία από τις πιο ολοκληρωμένες υποθέσεις στον τομέα των αναγνωστικών δυσκολιών και άσκησε μεγάλη επιρροή στις μετέπειτα ερευνητικές προσπάθειες (Vellutino, 1979). Ακόμα και σήμερα, η υπόθεση ότι τα παιδιά που εμφανίζουν δυσλεξία δεν έχουν αναπτύξει την τυπική, αριστερή, ημισφαιρική επικράτηση ως προς τις γλωσσικές λειτουργίες αλλά αντίθετα παρουσιάζουν εγκεφαλική συμμετρία ή πλευρίωση της γλώσσας στο δεξί ημισφαίριο αποτελεί μία από τις επικρατέστερες ερευνητικές υποθέσεις για τη δυσλεξία και έχει παράγει πλήθος νευροανατομικών και νευροψυχολογικών ερευνών (για ανασκ. βλ. Eckert & Leonard, 2003). Οι περισσότερες από αυτές επικεντρώνονται σε ορισμένες κρίσιμες εγκεφαλικές δομές για τη γλώσσα και στο πως αυτές συνδέονται με τη δυσλεξία τόσο ανατομικά όσο και λειτουργικά.

3.1.1. Ανατομικές μελέτες

Τη μεγαλύτερη συνεισφορά στη μελέτη της νευρολογικής βάσης της δυσλεξίας αποτέλεσαν οι μελέτες των Galaburda et al. (Habib, 2000). Οι Galaburda et al. (1985) εξετάζοντας μετά θάνατον 4 εγκεφάλους ανδρών με ιστορικό δυσλεξίας, και κατόπιν 3 εγκεφάλους γυναικών (Humphreys, Kaufmann & Galaburda, 1990) βρήκαν ότι όλες οι περιπτώσεις διέφεραν σε μία ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση του προφορικού λόγου εγκεφαλική δομή, το κροταφικό πεδίο. Συγκεκριμένα, και στις 7 περιπτώσεις, το κροταφικό πεδίο εμφάνιζε συμμετρία στα δύο ημισφαίρια, λόγω ενός διευρυμένου κροταφικού πεδίου στο δεξιό ημισφαίριο, σε αντίθεση με το γενικό πληθυσμό στον οποίο είναι μεγαλύτερο στο αριστερό ημισφαίριο (Geschwind & Levitsky, 1968. Watkins, et al., 2001). Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό που εντόπιστηκε ήταν κυτταροαρχιτεκτονικές ανωμαλίες, δηλαδή «μικρογυρίες» και «εκτοπίες» στις περιοχές γύρω από την πλάγια σχισμή του Σύλβιους και στην περιοχή του Broca, προπάντων στο αριστερό ημισφαίριο.

Τα ευρήματα των Galaburda et al., (1985) σχετικά με το κροταφικό πεδίο επιβεβαιώθηκαν και από μελέτες που χρησιμοποίησαν τη μέθοδο MRI. Οι Hynd, Hall, Novey, Eliopoulos, Biack et al., (1990) διαπίστωσαν ότι εννιά από τα δέκα δυσλεξικά παιδιά που μελέτησαν παρουσίαζαν είτε ανεστραμμένη συμμετρία, με το αριστερό κροταφικό πεδίο να είναι μικρότερο από το δεξί, είτε είχαν συμμετρικά κροταφικά πεδία. Μόλις το ένα παιδί εμφάνιζε την τυπική ασυμμετρία, δηλαδή το

αριστερό κροταφικό πεδίο να είναι μεγαλύτερο από το δεξί. Μεταξύ των μελετών που διαπίστωσαν αντίστοιχες διαφοροποιήσεις στο κροταφικό πεδίο ήταν αυτή των Larsen, Høien, Lundberg και Odegaard (1990) που ήταν οι πρώτοι ερευνητές που συσχέτισαν αυτές τις ανατομικές διαφοροποιήσεις συγκεκριμένα με τις ανεπάρκειες στο φωνολογικό τομέα της γλώσσας. Συγκρίνοντας τα κροταφικά πεδία 19 δεκαπεντάχρονων δυσλεξικών και 17 συνομηλίκων τους που δεν αντιμετώπιζαν αναγνωστικές δυσκολίες, διαπίστωσαν ότι ένα μεγάλο ποσοστό από τους μαθητές με δυσλεξία (70%), οι οποίοι εμφάνιζαν δυσκολίες στην ανάγνωση ψευδολέξεων, είχε συμμετρικά κροταφικά πεδία. Άλλες μελέτες όμως, που προσπάθησαν να επιβεβαιώσουν τα ευρήματα των Galaburda et al., (1985) με τη χρήση MRI δεν κατάφεραν να εντοπίσουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ δυσλεξικών και τυπικών αναγνωστών ως προς το κροταφικό πεδίο (για ανασκ. βλ. Habib, 2000. Leonard & Eckert, 2008).

Οι Habib και Robichon (1996) εξετάζοντας 16 δυσλεξικούς νέους ενήλικες βρήκαν ότι δεν εμφάνιζαν την τυπική ασυμμετρία σε σύγκριση με τα 14 άτομα της ομάδας ελέγχου σε μια περιοχή του βρεγματικού λοβού που βρίσκεται μπροστά από το κροταφικό πεδίο, το parietal operculum. Μάλιστα θεωρήθηκε από τους ερευνητές ότι αυτή η βρεγματική ασυμμετρία αποτελεί ίσως το πιο ενδεικτικό ανατομικό χαρακτηριστικό της εγκεφαλικής οργάνωσης των δυσλεξικών ατόμων.

Επίσης, μία άλλη κρίσιμη εγκεφαλική δομή για τη γλώσσα, η γωνιώδης έλικα, η οποία βρίσκεται πίσω από την περιοχή του Wernicke στο κατώτερο οπίσθιο τμήμα του βρεγματικού λοβού, έχει συσχετιστεί με τη δυσλεξία. Ο Hinshewood, μόλις το 1900 είχε θεωρήσει ότι βλάβη στη αριστερή γωνιώδη έλικα προκαλεί «λεξική τύφλωση» και ο Genchwind (1979) υπέθεσε ότι μια βλάβη στην περιοχή αυτή εξασθενεί την κατανόηση του γραπτού λόγου. Σε μία έρευνα που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος MRI (Duara et al., 1991), οι ερευνητές εισηγήθηκαν ότι υπήρχε ανατομική ανωμαλία στην περιοχή της γωνιώδους έλικας στα δυσλεξικά άτομα.

Αντίστοιχες μορφολογικές διαφοροποιήσεις μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνωστών έχουν αναφερθεί για τις μετωπιαίες περιοχές του φλοιού, συγκεκριμένα την κάτω μετωπιαία έλικα (περιοχή Broca), (Robichon, Levrier, Farnatier, & Habib, 2000), την παρεγκεφαλίδα (Leonard et al., 2001. Eckert, Leonard, Richards, Aylward, Thomson, et al., 2003), τον όγκο της φαιά ουσίας μεταξύ των ημισφαιρίων (Hoefl, Meyler, Hernandez, Juel, Taylor-Hill, et al., 2007) και για το μεσολόβιο. Σχετικά με το μεσολόβιο ευρήματα από μελέτες με τη χρήση MRI,

έδειξαν ότι παιδιά με δυσλεξία εμφάνιζαν διαφοροποιήσεις από την ομάδα ελέγχου στο μπροστινό τμήμα του μεσολοβίου, το γόνυ, που ήταν μικρότερο (Hynd et al., 1995), ενώ ενήλικες με δυσλεξία είχαν μεγαλύτερης έκτασης σπληνίο, δηλαδή το εμπρόσθιο τμήμα του μεσολοβίου (Duara, Kushch, Gross-Glenn, Barker, Jalland et al., 1991). Αντίθετα, μια άλλη μελέτη των Larsen, Hoien και Odegaard (1992) σε 17 εφήβους με δυσλεξία, δε βρήκε διαφορές ως προς το σπληνίο και συνολικά ως προς το μεσολόβιο μεταξύ των δυσλεξικών και των κανονικών αναγνώστων.

Οι ανατομικές διαφοροποιήσεις μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνώστων συχνά οδηγούν τους ερευνητές σε υποθέσεις σχετικά με τη λειτουργική αδυναμία των πρώτων στο γλωσσικό τομέα. Η ανεπάρκεια στη φωνολογική επεξεργασία των δυσλεξικών ατόμων έχει συνδεθεί με τις δομικές παρεκκλίσεις στο κροταφικό πεδίο (Peterson, 1995), ενώ τα ευρήματα σχετικά με το μεσολόβιο έχουν οδηγήσει τους ερευνητές στην υπόθεση ότι αυτό που δυσλειτουργεί στα δυσλεξικά άτομα είναι η διαημισφαιρική επικοινωνία (Gross-Glenn & Rothenberg, 1984. Beaton, 1997). Ωστόσο, ο βαθμός στον οποίο οι ανατομικές ασυμμετρίες σχετίζονται με τις λειτουργικές ασυμμετρίες στη δυσλεξία παραμένει ασαφής (Illingworth & Bishop, 2009).

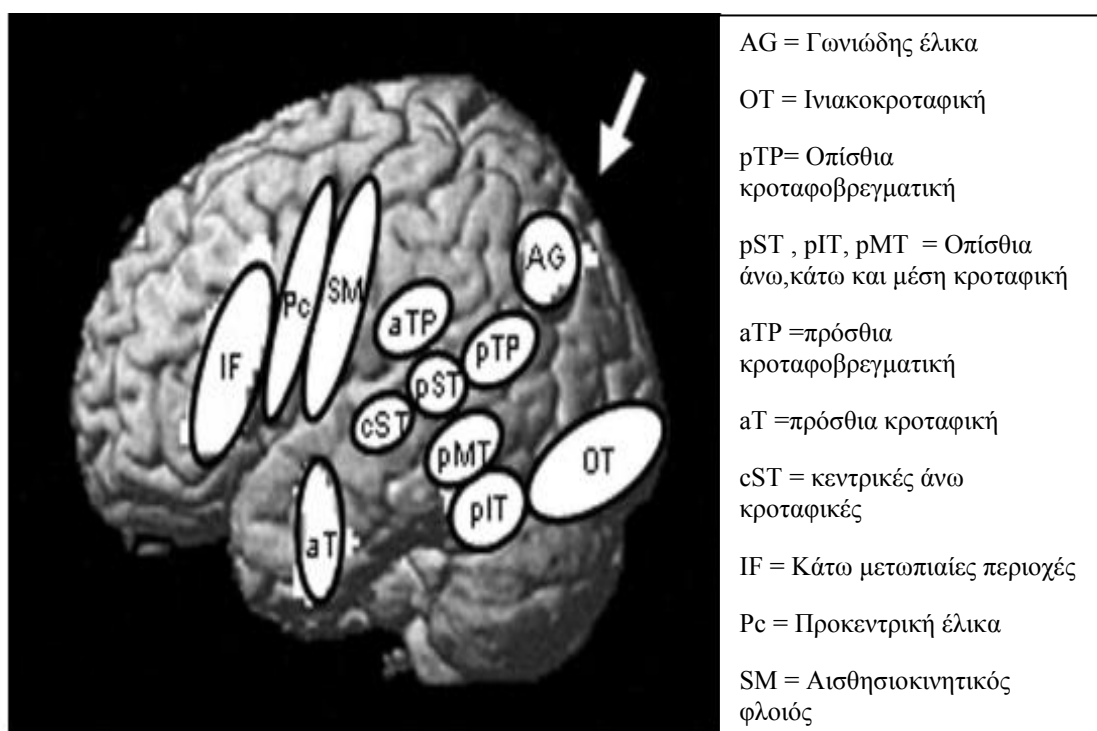
Οι πλέον σημαντικές ανακαλύψεις αναφορικά με το νευροβιολογικό υπόστρωμα της δυσλεξίας, έχουν προκύψει από τη χρήση μη επεμβατικών μεθόδων καταγραφής και απεικόνισης της δραστηριότητας των περιοχών του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης αναγνωστικών δοκιμασιών (Σίμος & συν., 2004). Μέσω αυτών των λειτουργικών μεθόδων κατέστη εφικτή η απεικόνιση του εγκεφαλικού μηχανισμού του κανονικού αναγνώστη και δόθηκε η δυνατότητα για να ελεγχθεί κατά πόσο αυτός διαφοροποιείται από του ατόμου που εμφανίζει δυσλεξία. Οι σημαντικότερες από αυτές τις μελέτες παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

3.1.2. Λειτουργικές μελέτες

Οι κυριότερες περιοχές που σχετίζονται με τη γλώσσα και αφορούν τον προφορικό λόγο είναι οι περιοχές Broca και Wernicke στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου, στο μετωπιαίο και κροταφικό λοβό αντίστοιχα, όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.1. Όμως, ο εγκεφαλικός μηχανισμός που υποστηρίζει την αναγνωστική λειτουργία είναι συνθετότερος από εκείνον του προφορικού λόγου και

τα δεδομένα από μελέτες μη επεμβατικών μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου (για ανασκ. βλ. Pugh, Mencl, Jenner, Katz, Frost et al., 2000), μας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις εγκεφαλικές περιοχές που δραστηριοποιούνται κατά την αναγνώριση των γραπτών λέξεων (Σίμος & συν., 2004).

Η πλειονότητα των μελετών λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, PET, fMRI και μαγνητοεγκεφαλογραφίας (MEG, Magnetic Source Imaging, γνωστή και ως μέθοδος απεικόνισης πηγών μαγνητικής ροής, MSI) συμφωνούν ότι η ανάγνωση και οι επιμέρους δεξιότητες που τη συνθέτουν βασίζεται σε ένα δίκτυο στενά διασυνδεδεμένων εγκεφαλικών περιοχών, οι περισσότερες εκ των οποίων βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου (βλ. Εικ. 10) (Pugh et al., 2000. Price & McCrory, 2005. Goswami, 2008. Houde et al., 2010).



Εικόνα 10. Σχηματική αναπαράσταση των εγκεφαλικών περιοχών που υποστηρίζουν την αναγνωστική λειτουργία (αριστερό ημισφαίριο). Πηγή: Price & McCrory, 2005. Προσαρμογή στα ελληνικά.

Με βάση τη λειτουργική τους εξειδίκευση, οι περιοχές αυτές πιθανότατα οργανώνονται σε τρία επιμέρους τμήματα (Pugh et al., 2000. Σίμος & συν., 2004):

α) Το κροταφοβρεγματικό τμήμα που περιλαμβάνει τη γωνιώδη έλικα, την υπερχειλίο έλικα (στον κάτω βρεγματικό λοβό) και την περιοχή Wernicke. Με βάση τα υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα, το κροταφοβρεγματικό τμήμα φαίνεται να

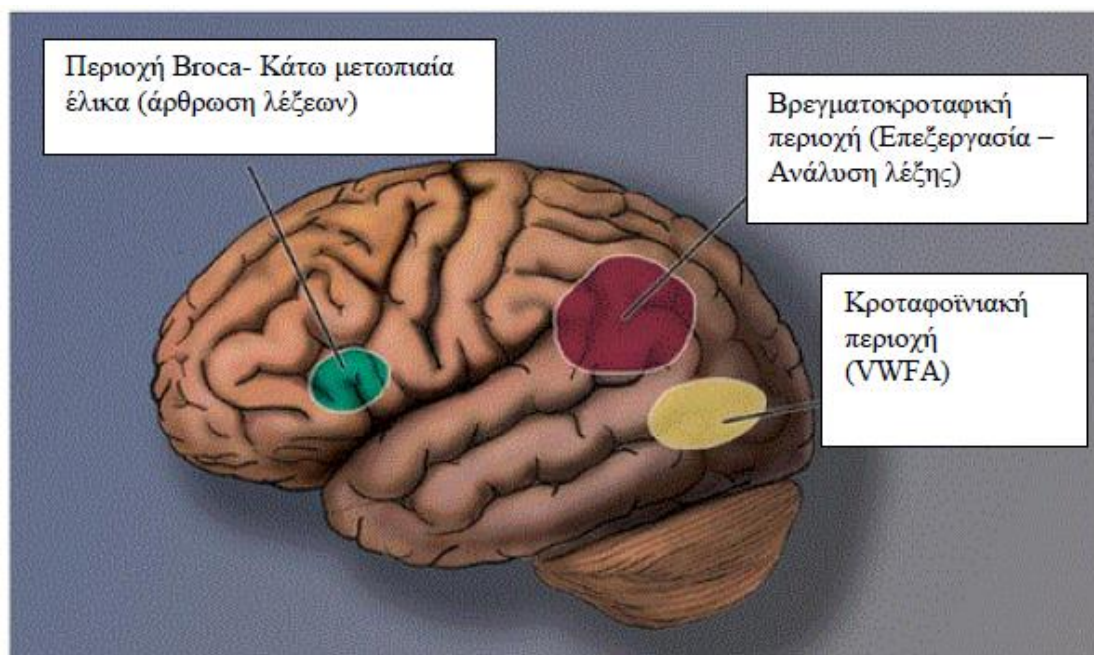
υποστηρίζει νευροφυσιολογικές διεργασίες υπεύθυνες για τη γλωσσική ανάλυση του γραπτού λόγου, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη φωνολογική αποκωδικοποίηση των λέξεων (περιοχή Wernicke) και την αντιστοίχιση των γραπτών συμβόλων με τις φωνολογικές τους αναπαραστάσεις (γωνιώδης έλικα) (Pugh et al., 2000. Σίμος & συν., 2004).

β) Το κροταφοϊνιακό τμήμα που περιλαμβάνει συνειρμικές περιοχές του οπτικού φλοιού που εντοπίζονται στη γλωσσοειδή και τη σφηνοειδή έλικα στη βάση του εγκεφάλου και επίσης ένα τμήμα της μέσης κροταφικής έλικας. Το κροταφοϊνιακό τμήμα θεωρείται ότι ευθύνεται για τη γραφημική επεξεργασία των γραπτών ερεθισμάτων αναφορικά με αποθηκευμένες αναπαραστάσεις της ορθογραφίας των λέξεων (εκείνων που είναι γνωστές στον αναγνώστη) (Pugh et al., 2000. Σίμος & συν., 2004). Επίσης, το τμήμα αυτό και πιο συγκεκριμένα το οπίσθιο μέρος της μέσης κροταφικής έλικας φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην ικανότητα της αυτοματοποιημένης αναγνώρισης των λέξεων, δηλαδή στην ευχέρεια, η οποία αναπτύσσεται μετά από παρατεταμένη αναγνωστική εμπειρία (Polk & Farah, 2002).

γ) Ένα τρίτο τμήμα του μηχανισμού του εγκεφάλου που ευθύνεται για τη λειτουργία της ανάγνωσης περιλαμβάνει την περιοχή του Broca στην κατώτερη μετωπιαία έλικα και φαίνεται να διαδραματίζει υποβοηθητικό ρόλο στην ανάγνωση μη οικείων-άγνωστων λέξεων και ψευδολέξεων. Η εμπλοκή του μετωπιαίου τμήματος στο μηχανισμό της ανάγνωσης, συμβάλλει πιθανόν στην κωδικοποίηση των φωνολογικών χαρακτηριστικών του γραπτού λόγου αναλογικά με το κινητικό πρόγραμμα που απαιτείται για την εκφορά τους (άρθρωση) (Pugh et al., 2000. Σίμος & συν., 2004), όπως επίσης και στην σιωπηρή ανάγνωση και κατονομασία (Fiez & Peterson, 1998).

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της εφαρμογής μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης, PET, MEG και fMRI συμφωνούν απόλυτα με τη συμμετοχή αυτών των εγκεφαλικών περιοχών στην αναγνωστική λειτουργία (Shaywitz, Shaywitz, Pugh, Fulbright, Constable et al., 1998. Pugh et al., 2000. Temple, 2002. Σίμος & συν., 2004) (βλ. Εικ.11.). Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνονται και από διαγλωσσικές μελέτες, καθώς οι έμπειροι αναγνώστες φαίνεται να ενεργοποιούν τις μετωπιαίες, κροταφοβρεγματικές και κροταφοϊνιακές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου ανεξαρτήτως της αναγιγνωσκόμενης γλώσσας (Paulesu, Demonet, Fazio, McCrory, Chanoine et al., 2001. Price & McCrory, 2005).

Κατά ένα πολύ απλοϊκό τρόπο, θα μπορούσε να αναφερθεί ότι η σημασιολογική επεξεργασία και η απομνημόνευση λαμβάνουν χώρα στις κροταφικές και μετωπιαίες περιοχές του φλοιού, η φωνολογική και ακουστική επεξεργασία στις κροταφικές, η οπτική επεξεργασία στις ινιακές, η άρθρωση των λέξεων στις μετωπιαίες και η ενσωμάτωση των πληροφοριών γίνεται στις βρεγματικές περιοχές του φλοιού (Goswami, 2008). Επιπρόσθετα, πολλές μελέτες παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη χρονική αλληλουχία της εμπλοκής των περιοχών του εγκεφάλου στο μηχανισμό της ανάγνωσης. Αρχικά εμπλέκεται ο πρωτογενής οπτικός φλοιός, αμέσως μετά ο συνειρμικός οπτικός φλοιός (κροταφοϊνιακές περιοχές), κατόπιν και σχεδόν ταυτόχρονα η περιοχή Wernicke, η μέση κροταφική και η γωνιώδης έλικα και τέλος, με μεγάλη καθυστέρηση η περιοχή του Broca (Breier, Simos, Zouridakis, & Papanicolaou, 1999. Simos, Breier, Fletcher, Foorman, Mouzaki et al., 2001. Για ανασκ. βλ. Σίμος & συν., 2004).



Εικόνα 11. Εγκεφαλικές περιοχές που ενεργοποιούνται κατά την αναγνωστική διαδικασία. Πηγή: Shaywitz & Shaywitz, 2005. Προσαρμογή στα ελληνικά.

Σε αντίθεση με τους κανονικούς αναγνώστες, ο εγκεφαλικός μηχανισμός της αναγνωστικής λειτουργίας στα άτομα με δυσλεξία διαφέρει σημαντικά. Προβαίνοντας σε μία ανασκόπηση των μελετών που χρησιμοποιούσαν μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης εγκεφάλου, PET, fMRI, και MEG, οι Pugh et al. (2000, 2001) αναφέρουν ότι όλες οι μελέτες συγκλίνουν στο ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν μειωμένη νευρωνική δραστηριότητα στις οπίσθιες περιοχές του

αριστερού ημισφαιρίου. Μάλιστα, φαίνεται να στηρίζονται περισσότερο στις ομόλογες δομές του δεξιού ημισφαιρίου και να ενεργοποιούν αμφίπλευρα τις μετωπιαίες περιοχές (κάτω μετωπιαία έλικα) στα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια (Pugh Mencl, Jenner, Katz, Frost et al., 2001. Shaywitz, Shaywitz, Pugh, Mencl, Fulbright et al., 2002) (βλ. Εικ. 11).

Πρώτοι οι Rumsey, Andreason, Zametkin, Aquino, King et al. (1992) με τη χρήση της μεθόδου PET εντόπισαν αυτή τη διαφοροποίηση στη νευρωνική δραστηριότητα μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνώστων όταν τους υπέβαλαν σε αξιολόγηση με φωνολογικές δοκιμασίες ακουστικών ερεθίσματος. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί αναγνώστες αποτύγχαναν να ενεργοποιήσουν τις αριστερές οπίσθιες κροταφικές και πρόσθιες βρεγματικές περιοχές και εμφάνιζαν υπερδραστηριότητα στο δεξιό κροταφικό φλοιό. Στα ίδια ευρήματα οδηγήθηκαν και οι Paulesu, Frith, Snowling, Gallagher, Morton et al. (1996), χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο απεικόνισης εγκεφάλου, αλλά με τη χορήγηση φωνολογικών δοκιμασιών με οπτικά ερεθίσματα. Ένα επιπρόσθετο εύρημα στη μελέτη τους ήταν ότι οι δυσλεξικοί αναγνώστες εμφάνιζαν ενισχυμένη ενεργοποίηση της αριστερής μετωπιαίας περιοχής Brodmann 44, (καλυπτρική μοίρα της κάτω μετωπιαίας έλικας, μέρος της περιοχή Broca) συγκριτικά με τους κανονικούς αναγνώστες.

Οι Shaywitz et al. (1998) προσπάθησαν να επαληθεύσουν αυτά τα ευρήματα σε τριάντα ενήλικες με δυσλεξία με την μέθοδο fMRI, χορηγώντας πολλές δοκιμασίες αναγνωστικής ικανότητας. Σε αντίθεση με τους κανονικούς αναγνώστες που κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών στηρίζονταν στο οπίσθιο τμήμα του αριστερού ημισφαιρίου και συγκεκριμένα στο οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας (περιοχή Wernicke), στη γωνιώδη έλικα, στον κροταφοϊνιακό και συνειρμικό οπτικό φλοιό, οι δυσλεξικοί αναγνώστες αδυνατούσαν να επιδείξουν την ίδια ενεργοποίηση στις ομόλογες περιοχές. Αντίθετα, όσο αυξάνονταν οι φωνολογικές απαιτήσεις των δοκιμασιών εμφάνιζαν αυξημένη ενεργοποίηση στις μετωπιαίες περιοχές του δεξιού ημισφαιρίου και στην κάτω μετωπιαία έλικα (περιοχή Broca) αμφίπλευρα (βλ. Εικ. 12). Η απουσία ή η μειωμένη ενεργοποίηση των οπίσθιων περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών φωνολογικής επεξεργασίας επιβεβαιώνεται σχεδόν από όλες τις μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει τις μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης PET, fMRI (για ανασκ. βλ. Pugh et al., 2001. Temple, 2002. Shaywitz et al., 2008) και MEG (Salmelin, Kiesila, Uutela, Service & Salonen, 1996) σε ενήλικες με δυσλεξία.

Αυτή η αυξημένη λειτουργικότητα στο δεξιό ημισφαίριο και η αμφίπλευρη ενεργοποίηση των μετωπιαίων περιοχών που εμφάνιζαν τα άτομα με δυσλεξία σε αντίθεση με τους κανονικούς αναγνώστες, ερμηνεύτηκε ως μία αντισταθμιστική στρατηγική που εκδηλώνεται λόγω της αδυναμίας τους να βασιστούν στο οπίσθιο τμήμα του «τυπικού» αριστερού ημισφαιρίου (Pugh et al., 2000). Ένα ερώτημα που προκύπτει είναι εάν αυτές οι λειτουργικές διαφοροποιήσεις που εμφανίζουν τα άτομα με δυσλεξία είναι αποτέλεσμα της αναγνωστικής τους δυσκολίας ή προϋπάρχουν. Σύμφωνα με τους Temple (2002) και Shaywitz et al. (2008) για να απαντηθεί αυτό το ερώτημα, τότε θα πρέπει ο ίδιος εγκεφαλικός μηχανισμός να αναμένεται και στα παιδιά με δυσλεξία, που δεν έχουν αναπτύξει πλήρως τις αναγνωστικές τους ικανότητες.

Οι Temple, Poldrack, Salidis, Deutsch, Tallal et al. (2001) μελέτησαν παιδιά ηλικία 8-12 ετών με τη μέθοδο fMRI και βρήκαν ότι τα παιδιά χωρίς αναγνωστικά προβλήματα παρουσίαζαν αντίστοιχο εγκεφαλικό μηχανισμό με τους ενήλικες τυπικούς αναγνώστες, ενώ τα παιδιά με δυσλεξία, κατ' αντιστοιχία με τους ενήλικες, αποτύγχαναν να εμφανίσουν δραστηριότητα στις κροταφοβρεγματικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου. Στα ίδια ευρήματα κατέληξαν και δύο μελέτες με τη μέθοδο MEG (Simos et al., 2000a.b). Συγκεκριμένα τα παιδιά με δυσλεξία παρουσίαζαν μειωμένη ενεργοποίηση στην κροταφοβρεγματική περιοχή, στην κροταφινιακή περιοχή και στη γωνιώδη έλικα, με πιο έντονη και συστηματικά μειωμένη δραστηριότητα στο οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας και σε τμήμα της υπερχειλίας έλικας. Αντίθετα εμφάνιζαν αυξημένη ενεργοποίηση στη δεξιά κροταφοβρεγματική περιοχή και στην κάτω μετωπιαία έλικα (περιοχή Broca) αμφίπλευρα (βλ. Σίμος & συν., 2004).

Χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο, οι Papanicolaou, Simos, Breier, Fletcher, Foorman et al. (2003), μελέτησαν παιδιά που μόλις είχαν τελειώσει το νηπιαγωγείο και δεν είχαν διαγνωστεί ως δυσλεξικά, καθώς σε αυτή την ηλικία δεν έχουν αναπτύξει ακόμα τις αναγνωστικές δεξιότητες, αλλά περιλαμβάνονταν σε ομάδα κινδύνου για να εμφανίσουν μετέπειτα αναγνωστικές δυσκολίες, όπως φάνηκε μέσα από προαναγνωστικές δοκιμασίες. Τα παιδιά αυτά κατά τη διάρκεια μίας δοκιμασίας φωνολογικής αποκωδικοποίησης, φάνηκε να ενεργοποιούν περισσότερο την άνω κροταφική έλικα στο δεξιό ημισφαίριο συγκριτικά με το αριστερό ημισφαίριο, εύρημα που δεν παρουσιάζονταν στην ομάδα ελέγχου και συμφωνεί με προηγούμενη μελέτη που αναφερόταν στον καθοριστικό ρόλο της περιοχής αυτής στη φωνολογική

αποκωδικοποίηση της γλώσσας (Simos, Breier, Wheless, Maggio, Fletcher et al., 2000c).

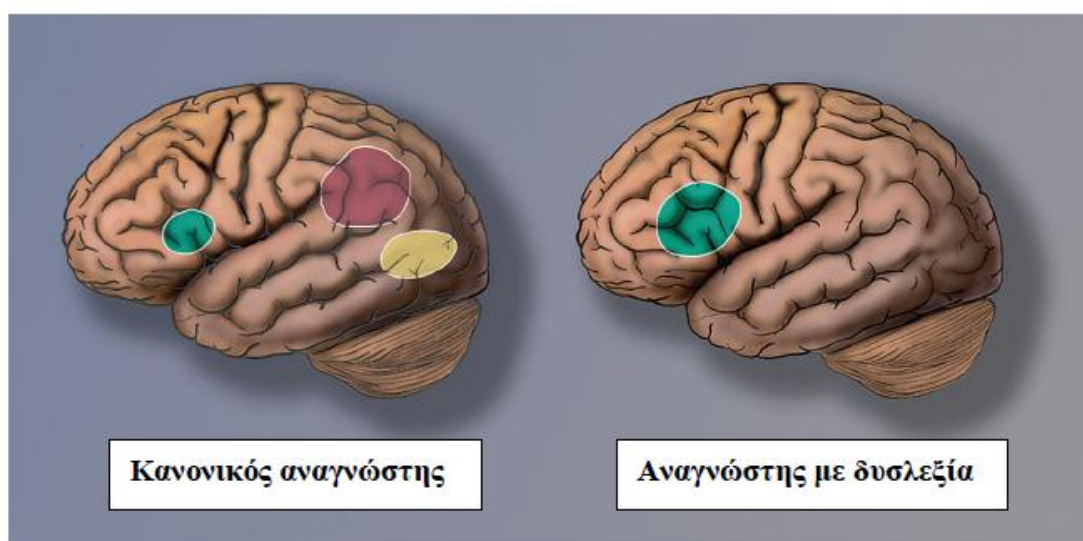
Επομένως, οι μελέτες τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά με δυσλεξία συμφωνούν ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν λειτουργικές διαφοροποιήσεις στον εγκέφαλο όσον αφορά την αναγνωστική λειτουργία. Οι Paulesu et al. (1996) ερμήνευσαν αυτά τα ευρήματα ως δυσκολία ή αδυναμία στην εμφάνιση συντονισμένης ενεργοποίησης των εγκεφαλικών δομών που εμπλέκονται στην αναγνωστική λειτουργία. Τέτοιου τύπου δυσλειτουργίες, με την έννοια της ελλειμματικής ανάπτυξης των λειτουργικών συνδέσεων μεταξύ των περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου, μπορούν να εντοπιστούν μέσω της μελέτης της λευκής ουσίας του εγκεφάλου με την μέθοδο απεικόνισης Τανυστή Διάχυσης, (DTI, Diffusion Tensor Imaging)¹⁸. Πράγματι, βρέθηκε ότι στις κροταφοβρεγματικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, γύρω από την πλάγια σχισμή του Σύλβιους, υπάρχει μειωμένη λευκή ουσία στους δυσλεξικούς αναγνώστες με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η επικοινωνία της περιοχής αυτής με τον υπόλοιπο εγκέφαλο (Klingberg Hedenus, Temple, Salz, Gabrieli et al., 2000).

Εκτός όμως από τις λειτουργικές νευροαπεικονιστικές μελέτες, διαφορές στην εγκεφαλική δραστηριότητα μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνωστών έχουν εντοπιστεί και σε ηλεκτροφυσιολογικές μελέτες (HEΓ) με τη χρήση προκλητών δυναμικών. Συγκεκριμένα, μετά από χορήγηση ακουστικών ή οπτικών προκλητών δυναμικών, τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν διαφοροποιήσεις στις κυματομορφές που εκλύονται ως απάντηση. Οι πιο συχνές διαφοροποιήσεις εντοπίζονται στις κυματομορφές N100, MNM, P300 (για ανασκ. βλ. Καραπέτσας & Ζυγούρης, 2011) και P200 (Breznitz & Misra, 2003).

Οι Neville, Coffey και Holcomb (1993) βρήκαν ότι στα παιδιά με δυσλεξία το εύρος της κυματομορφής N100 ήταν μικρότερο συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου και ο χρόνος έκλυσής της μεγαλύτερος στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Μάλιστα, αυτή η διαφορά μεγάλωνε όταν το ακουστικό ερέθισμα που χορηγούνταν ήταν λεκτικό και όχι «τονικό», για παράδειγμα ηχητικό σήμα. Επίσης, σε αντίστοιχη μελέτη σε ενήλικες με δυσλεξία βρέθηκε ότι εμφάνιζαν συμμετρική έκλυση της κυματομορφής στα δύο ημισφαίρια (Heim, Eulitz, & Elbert, 2003a). Όσον αφορά

¹⁸ Η απεικόνιση Τανυστή Διάχυσης αποτελεί μια μη παρεμβατική μέθοδο μαγνητικής τομογραφίας (MRI) που επιτρέπει την τρισδιάστατη οπτικοποίηση των συνδέσεων των ινών λευκής ουσίας στον εγκέφαλο.

στην χορήγηση ακουστικών λεκτικών ερεθισμάτων, αντίστοιχες διαφορές εντοπίστηκαν και για την κυματομορφή MNM (Uwer, Albrecht, & von Suchodoletz, 2002).



Εικόνα 12. Σχηματική αναπαράσταση της νευρωνικής δραστηριότητας στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου μεταξύ κανονικών και δυσλεξικών αναγνωστών, που καταγράφηκε με τη μέθοδο fMRI κατά τη διάρκεια της αναγνωστικής διαδικασίας. Οι αναγνώστες που δεν εμφανίζουν δυσκολίες, ενεργοποιούν και τις τρεις περιοχές (μετωπιαίες, κροταφοβρεγματικές και κροταφοϊνιακές), ενώ τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν μειωμένη δραστηριότητα στις οπίσθιες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, εύρημα το οποίο διαλευκάνει τη νευρολογική βάση της δυσλεξίας. Επίσης, φαίνεται να ενεργοποιούν αμφίπλευρα τις μετωπιαίες περιοχές (κάτω μετωπιαία έλικα). Πηγή: Shaywitz, 2003. Shaywitz et al., 2008.

Επίσης, μελέτες τόσο σε παιδιά (Mazzotta & Gallai, 1992. Errez & Pratt, 1992) όσο και σε ενήλικες με δυσλεξία (Brezniz & Meyler, 2003) έδειξαν διαφοροποιήσεις στην κυματομορφή P300, η οποία εμφανίζονταν με μεγαλύτερο εύρος και μεγαλύτερο χρόνο έκλυσης στους δυσλεξικούς συγκριτικά με τους τυπικούς αναγνώστες. Στη μελέτη των ενηλίκων, χορηγήθηκε ακουστικό γλωσσικό ερέθισμα και βρέθηκαν επίσης μικρότεροι χρόνοι έκλυσης της κυματομορφής στο δεξιό ημισφαίριο σε σχέση με το αριστερό, ενώ οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου εμφάνισαν τον αντίθετο τρόπο ενεργοποίησης των εγκεφαλικών τους ημισφαιρίων.

Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη σε δείγμα εφήβων μελετήθηκαν οι κυματομορφές P1 και N1 που εκλύονται από τους νευρώνες του ινιακού και κροταφοϊνιακού λοβού μετά από τη χορήγηση λεκτικών ερεθισμάτων λέξεων και ψευδολέξεων (Taroyan & Nicolson, 2009). Οι τυπικοί αναγνώστες, στην αναγνώριση των πραγματικών λέξεων

συγκριτικά με την αναγνώριση ψευδολέξεων, εμφάνιζαν μικρότερο εύρος στην κυματομορφή P1 στο αριστερό ημισφαίριο. Αντίθετα, οι δυσλεξικοί δεν εμφάνιζαν διαφοροποιήσεις στο εύρος της κυματομορφής, εύρημα που υποδηλώνει ότι σε αυτό το αρχικό στάδιο προλεξικής επεξεργασίας της λέξης (110 χιλιοστά του δευτερολέπτου), αδυνατούν να διακρίνουν μεταξύ λέξεων και ψευδολέξεων. Επίσης, η μη τυπική ασυμμετρία στην έκλυση της κυματομορφής ερμηνεύτηκε ως δυσλειτουργία στην αριστερή κροταφοϊνιακή περιοχή και στη διαημισφαιρική επικοινωνία.

Εκτός από τις μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης και τις ηλεκτροφυσιολογικές μελέτες που περιγράφηκαν παραπάνω, η αξιολόγηση της πλευρίωσης των γλωσσικών λειτουργιών στη δυσλεξία έχει μελετηθεί και μέσω των νευροψυχολογικών δοκιμασιών της διχωτικής ακοής και της ταχυστοσκοπικής παρουσίασης οπτικών ερεθισμάτων. Όσον αφορά τις μελέτες της διχωτικής ακοής, τα ευρήματα δεν είναι ξεκάθαρα. Σε μία ανασκόπηση του Bryden (1988) φαίνεται ότι 30 μελέτες βρήκαν ότι οι συμμετέχοντες με δυσλεξία εμφάνιζαν μειωμένη πλευρίωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου και εφτά μελέτες εντόπισαν ενισχυμένη πλευρίωση στους δυσλεξικούς συμμετέχοντες. Αντίθετα, στις δοκιμασίες ταχυστοσκοπικής παρουσίασης οπτικών ερεθισμάτων, οι συμμετέχοντες με δυσλεξία δε φαίνεται να διαφοροποιούνται από τους κανονικούς αναγνώστες, αφού εμφανίζουν το «τυπικό» πλεονέκτημα του δεξιού οπτικού ημιπεδίου, δηλαδή πλευρίωση της γλώσσας στο αριστερό ημισφαίριο (Thomson, 1984. Moscovitch, 1987. Boles & Turan, 2003).

Στο ίδιο εύρημα κατέληξε και μία πιο πρόσφατη μελέτη (Henderson, Barca & Ellis, 2007) με τη διαφορά ότι οι συμμετέχοντες με δυσλεξία δεν επωφελήθηκαν από την αμφίπλευρη παρουσίαση των λεκτικών ερεθισμάτων, δηλαδή την ταυτόχρονη παρουσίαση της ίδιας λέξης στο δεξιό και αριστερό οπτικό ημιπέδιο, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου. Σύμφωνα με τους Olk και Hartje (2001), η αμφίπλευρη παρουσίαση δύο ερεθισμάτων οδηγεί σε ενισχυμένη ασυμμετρία του οπτικού πεδίου, καθώς κάθε ημισφαίριο χωριστά και ανεξάρτητα θα πρέπει, με αυτόματο τρόπο, να επεξεργαστεί το ένα ερέθισμα στο ένα οπτικό πεδίο (π.χ. δεξιό) και το άλλο ερέθισμα στο αντίθετο οπτικό πεδίο (π.χ. αριστερά) (Rayman & Zaidel, 1991. Iacoboni & Zaidel, 1996). Αυτή η αμφίπλευρη παρουσίαση δύο όμοιων ερεθισμάτων και στα δύο οπτικά ημιπεδία αποτελεί ένα τρόπο μέτρησης της επικοινωνίας μεταξύ των ημισφαιρίων (Weems & Zaidel, 2004). Επομένως, το εύρημα των Henderson et al.

(2007) φαίνεται να επιβεβαιώνει την υπόθεση της απουσίας συντονισμού μεταξύ των ημισφαιρίων στους δυσλεξικούς συμμετέχοντες.

Συμπερασματικά από τα ευρήματα τόσο των σύγχρονων μελετών λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου και ηλεκτροφυσιολογικών μελετών, όσο και των νευροψυχολογικών μελετών προκύπτει ότι η υπόθεση του Orton (1925) για την γλωσσική πλευρίωση των ατόμων με δυσλεξία φαίνεται να είναι ορθή, παρά το γεγονός ότι τα δεδομένα στα οποία στηρίχτηκε για τη διατύπωσή της δεν επιβεβαιώνονται (Bishop, 1990. Pillingworth & Bishop, 2009). Όμως, με δεδομένο ότι οι νευροψυχολογικές δοκιμασίες για την πλευρίωση της γλώσσας στη δυσλεξία δεν παρέχουν σαφείς ενδείξεις, και από την άλλη μεριά, οι μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου στηρίζονται σε δοκιμασίες που απαιτούν κυρίως γραπτό λόγο για την ενεργοποίηση και καταγραφή της εγκεφαλικής δραστηριότητας, οι Pillingworth και Bishop (2009) μελέτησαν τη σχέση της δυσλεξίας με την πλευρίωση της γλώσσας με τη μέθοδο απεικόνισης εγκεφάλου του διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler επιτρέπει την άμεση αξιολόγηση της πλευρίωσης της γλώσσας στον εγκέφαλο, μέσω δοκιμασιών που απαιτούν κατά κύριο λόγο τη χρήση του προφορικού λόγου (Knecht et al., 1998a) (βλ. υποκ. 1.1.4). Οι Pillingworth και Bishop (2009) μελετώντας 30 ενήλικες με δυσλεξία και 30 ενήλικες που δεν εμφάνιζαν αναγνωστικά προβλήματα, βρήκαν ότι οι πρώτοι εμφάνιζαν μειωμένα επίπεδα τυπικής αριστερής ασυμμετρίας. Συγκεκριμένα, στην ομάδα των ενηλίκων χωρίς δυσλεξία, 28 συμμετέχοντες εμφάνιζαν την τυπική αριστερή πλευρίωση για τη γλώσσα και δύο συμμετέχοντες παρουσίαζαν συμμετρία, ενώ κανένας δεν εμφάνιζε δεξιά πλευρίωση. Αντίθετα, 23 ενήλικες με δυσλεξία εμφάνιζαν την τυπική αριστερή ασυμμετρία, μόλις τρεις εμφάνισαν συμμετρία, ενώ τέσσερις ενήλικες είχαν δεξιά πλευρίωση, εύρημα που φανερώνει ότι οι ενήλικες με δυσλεξία εμφάνιζαν μία τάση προς την συμμετρία και την μη τυπική πλευρίωση.

Με βάση, λοιπόν, τα δεδομένα των νευροψυχολογικών, ηλεκτροφυσιολογικών και σύγχρονων νευροαπεικονιστικών ερευνών προκύπτει ότι η δυσλεξία, ούσα μια γλωσσικής φύσεως διαταραχή, και το νευρολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι στενά συνδεδεμένα. Η προσπάθεια για τον προσδιορισμό αυτής της σχέσης, είχε ξεκινήσει από πολύ νωρίς μέσω ενός έμμεσου συμπεριφορικού δείκτη για την πλευρίωση της γλώσσας, την προτίμηση χεριού (Orton, 1925. Annet, 1985). Μία πιο σύγχρονη εκδοχή της σχέσης της δυσλεξίας με την πλευρίωση είναι ότι διαφορετικού

τύπου αναγνωστικές δυσκολίες μέσα στην ίδια ομάδα των ατόμων με δυσλεξία συνδέονται με διαφοροποιημένη λειτουργικότητα καθώς και προτίμηση χεριού. Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αναφορά στη σχέση της δυσλεξίας και της συμπεριφορικής πλευρίωσης καθώς και στις διαφοροποιήσεις στην πλευρίωση μεταξύ των υποτύπων δυσλεξίας.

3.2. Δυσλεξία και συμπεριφορική πλευρίωση

Μεγάλο μέρος δημοσιευμένων μελετών αναφέρουν ότι μεταξύ των παιδιών που εμφανίζουν δυσλεξία υπάρχει μεγάλη συχνότητα αριστερόχειρων ατόμων (Bishop, 1990). Η υπόθεση της τεστοστερόνης που προτάθηκε από τους Geschwind και Galaburda (1985a.b. 1987) προσέφερε ένα θεωρητικό υπόβαθρο για την προέλευση της σχέσης αυτής.

Όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.2, η προτίμηση χεριού δεν είναι μόνο μία κατηγορική μεταβλητή, αλλά διακυμαίνεται ποσοτικά εκφράζοντας διαφορές ως προς το βαθμό που χρησιμοποιούνται τα δύο χέρια. Οι Geschwind και Behan (1982) συγκρίνοντας μία ομάδα ισχυρά αριστερόχειρων ενηλίκων με μία ομάδα ισχυρά δεξιόχειρων ενηλίκων σύμφωνα με το EE (Oldfield, 1971), βρήκαν ότι αυτοί που εμφάνιζαν ισχυρή αριστεροχειρία είχαν πιθανότητα να εμφανίζουν ειδικές μαθησιακές δυσκολίες περίπου δέκα φορές συχνότερα συγκριτικά με τους ισχυρά δεξιόχειρες, εύρημα που ίσχυε και για τους 1^ο και 2^ο βαθμού συγγενείς τους. Επίσης, η πρώτη ομάδα εμφάνιζε περίπου τρεις φορές συχνότερα ανοσολογικές διαταραχές, όπως διαταραχές του θυρεοειδούς αδένου, διαβήτη, ρευματοειδή αρθρίτιδα, κ.α.

Για να εξηγήσουν αυτή την τριαδική σχέση αριστεροχειρίας, δυσλεξίας και ανοσολογικών παθήσεων, οι Geschwind και Galaburda (1985a.b. 1987) διατύπωσαν την υπόθεση της τεστοστερόνης ή αλλιώς θεωρία GBG (Geschwind-Behan-Galaburda theory). Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, η έκθεση του εμβρύου σε αυξημένα επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης (T), της στεροειδούς ορμόνης που ανήκει στην ομάδα των ανδρογόνων, έχει διπλή ανεξάρτητη επίδραση πάνω στην ανάπτυξη του θύμου αδένου και του εγκεφάλου του εμβρύου αντίστοιχα. Συνέπεια αυτής της διπλής επίδρασης της τεστοστερόνης είναι η αυξημένη πιθανότητα για εμφάνιση ανοσολογικών παθήσεων, ενώ παράλληλα η επίδρασή της στην ανάπτυξη

του εγκεφάλου οδηγεί σε αυξημένη πιθανότητα για εμφάνιση αριστεροχειρίας και δυσλεξίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές υπέθεσαν ότι η αυξημένη προγεννητική τεστοστερόνη, εξαιτίας της επίδρασής της στον πρόωρο εκφυλισμό των κυττάρων, τροποποιεί την ομαλή ανάπτυξη του εγκεφάλου καθυστερώντας την ανάπτυξη των κρίσιμων για τη γλώσσα εγκεφαλικών δομών του αριστερού ημισφαιρίου και επιταχύνοντας την ανάπτυξη του δεξιού ημισφαιρίου, ιδιαίτερα στα αρσενικά έμβρυα. Επομένως, αυτή η νευροχημική δράση της τεστοστερόνης προκαλεί δυσλειτουργίες που σχετίζονται με αυξημένη ενεργοποίηση του δεξιού ημισφαιρίου στον εγκέφαλο των ατόμων με δυσλεξία (Geschwind & Galaburda, 1985a.b).

Η υπόθεση της τεστοστερόνης απετέλεσε μια πιθανή ερμηνεία για τη σύνδεση της ανατομικής ασυμμετρίας, που προκαλείται από την έκθεση στην ορμόνη αυτή, με την υπόθεση του Orton (1937) περί μη τυπικής λειτουργικής ασυμμετρίας στη δυσλεξία (Habib et al., 1995. Zadina et al., 2006). Επίσης, εξηγεί έμμεσα τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τόσο της δυσλεξίας, όσο και της αριστεροχειρίας στα αγόρια.

Ένας έμμεσος δείκτης για τον έλεγχο της προγεννητικής τεστοστερόνης είναι η διαφορά του μήκους του 2^{ου} (δείκτης) και του 4^{ου} (παράμεσος) δακτύλου που είναι γνωστός ως λόγος 2D:4D (D=digits). Οι Manning et al. (1998) διερεύνησαν τη σχέση ανάμεσα στην ανάπτυξη των δακτύλων και τα επίπεδα προγεννητικών ορμονών και βρήκαν ότι λόγος 2D:4D κάθε χεριού επηρεάζεται από τα επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης και οιστρογόνων (E) στο ενδομήτριο περιβάλλον. Γενικά θεωρείται ότι ένα σχετικά μεγαλύτερο σε μήκος παράμεσο δάκτυλο, δηλαδή χαμηλός λόγος 2D:4D, είναι δείκτης μεγαλύτερης έκθεσης του ατόμου στην τεστοστερόνη κατά την εμβρυϊκή περίοδο (Beaton, Magowan & Rudling, 2012), εύρημα που παρατηρείται κυρίως στους άντρες. Οι γυναίκες αντίθετα, εμφανίζουν συχνότερα υψηλό λόγο 2D:4D, ο οποίος σχετίζεται με χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης T και υψηλά επίπεδα E (Manning et al., 1998). Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι το μήκος των δακτύλων καθορίζεται πριν από τη γέννηση, το πιθανότερο την 14η εβδομάδα της κύησης (Garn, Burdi, Babler, & Stinson, 1975) είναι ενισχυτικό της συσχέτισης του λόγου 2D:4D με τα προγεννητικά επίπεδα τεστοστερόνης.

Η ανάπτυξη του μήκους των δακτύλων βρίσκεται υπό τον έλεγχο του γονιδίου Hog, το οποίο επίσης ελέγχει την διαφοροποίηση του ουρογεννητικού συστήματος (Herault, Fradeau, Zakany, & Duboule, 1997. Peichel, Prabhakaran, & Vogt, 1997).

Αυτός ο κοινός έλεγχος της διαμόρφωσης των γεννητικών οργάνων και του μήκους των δακτύλων από το ίδιο γονίδιο πιθανόν φανερώνει ότι το πρώτο, δηλαδή η προγεννητική παραγωγή ανδρογόνων (T) από τους όρχεις ή E από τις ωοθήκες, αντικατοπτρίζεται στη διαμόρφωση του δεύτερου, δηλαδή στο λόγο του μήκους των δακτύλων (Manning et al., 1998).

Επομένως, εφόσον ο λόγος 2D:4D αποτελεί ένα έμμεσο βιολογικό δείκτη των προγεννητικών επιδράσεων της τεστοστερόνης στον εγκέφαλο (για ανασκ. βλ. Manning, 2002, 2011. Honnekkopp & Watson, 2010), η σχέση της δυσλεξίας και της αριστεροχειρίας και η σύνδεσή τους με την μη τυπική εγκεφαλική οργάνωση, μπορεί να διερευνηθεί μέσω αυτού του δείκτη. Από την ανασκόπηση των μελετών που διερευνούσαν τη σχέση του λόγου 2D:4D και των αναγνωστικών δυσκολιών, τα ευρήματα είναι αντιφατικά, αν και δεν έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για τον έλεγχο της σχέσης αυτής.

Στην έρευνα των Boets, De Smedt, Wouters, Lemay και Ghesquière (2007) συμμετείχαν 12 παιδιά με δυσλεξία και 36 παιδιά που δεν αντιμετώπιζαν αναγνωστικές δυσκολίες, ηλικίας 9 ετών. Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν καμία συσχέτιση του λόγου 2D:4D και της δυσλεξίας, εύρημα το οποίο έρχεται σε αντίθεση με την υπόθεση της τεστοστερόνης. Επίσης, δε βρέθηκε ο λόγος 2D:4D να συσχετίζεται με καμία από τις δοκιμασίες που υποβλήθηκαν οι συμμετέχοντες και θεωρούνται αντιπροσωπευτικές της λειτουργίας του αριστερού ημισφαιρίου, όπως η ανάγνωση, η φωνολογία και η ακουστική επεξεργασία. Ωστόσο, σε αντίθεση με το εύρημα αυτό έρχεται το γεγονός ότι τα δυσλεξικά παιδιά εμφάνιζαν υψηλότερα ποσοστά αριστεροχειρίας. Στα ίδια ευρήματα σχετικά με την απουσία διαφοροποίησης στο λόγο 2D:4D μεταξύ δυσλεξικών και μη δυσλεξικών κατέληξε και η μελέτη των van Gelder, Tijms και Hoeks (2005).

Σε μία πολύ πρόσφατη μελέτη, οι Beaton et al. (2012) με δεδομένο ότι κύριο χαρακτηριστικό της δυσλεξίας αποτελεί η ελλιπής φωνολογική ικανότητα (Ramus & Szenkovits, 2008) και ο λόγος 2D:4D σχετίζεται με τη επίδοση σε γνωστικές δοκιμασίες (Beech & Beauvois, 2006. Brosnan, 2008), μελέτησαν τη σχέση αυτή σε ένα δείγμα 68 ενηλίκων συμμετεχόντων σε συνδυασμό με την προτίμηση χεριού και τη δεξιότητα. Επίσης, επειδή έχει βρεθεί ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της διαφοράς των λόγων των δύο χεριών (Dδ-α)¹⁹ με την προτίμηση χεριού και την δεξιότητα (για

¹⁹ Dδ-α: η διαφορά μεταξύ των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού

ανασκ. βλ. Beaton, Rudling, Kissling, Taurines, & Thome, 2011) υπέθεσαν ότι μία τάση προς την αριστεροχειρία ή/και ένας χαμηλός λόγος 2D:4D ή/και χαμηλό Dδ-α θα σχετίζονται με χαμηλά επίπεδα φωνολογικής ικανότητας.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής (Beaton et al., 2012) έδειξαν ότι η διαφορά στους λόγους 2D:4D των δύο χεριών, Dδ-α, έχει θετική συσχέτιση με τη φωνολογική δοκιμασία, στην οποία οι συμμετέχοντες καλούνταν να θυμηθούν μία σειρά από 5 ή 7 λέξεις, οι οποίες τους παρουσιάζονταν ταυτόχρονα προφορικά αλλά και γραπτά με διαφορετική όμως σειρά, και απετέλεσε το πρώτο εύρημα μελέτης που συνέδεσε το λόγο Dδ-α με κάποια γνωστική ικανότητα. Μάλιστα στη μελέτη αυτή, ο λόγος Dδ-α απετέλεσε ένα σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα της επίδοσης στη φωνολογική δοκιμασία με μεγαλύτερη προβλεπτική ισχύ από την προτίμηση και τη δεξιότητα χεριού. Συμπερασματικά, η μελέτη αυτή επιβεβαίωσε την υπόθεση της τεστοστερόνης καθώς η φτωχή επίδοση στη φωνολογική ικανότητα, που είναι κύριο χαρακτηριστικό της δυσλεξίας, σχετίζονταν με χαμηλό λόγο 2D:4D και κατ' επέκταση με υψηλότερα επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης.

Η υπόθεση της τεστοστερόνης, αν και έχει αμφισβητηθεί και σε πολλά σημεία φαίνεται να είναι ασαφής (Llaurens et al., 2009), συνέδεσε τη δυσλεξία με την προτίμηση χεριού προτείνοντας έναν μηχανισμό συσχέτισής τους. Προκειμένου να απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με τη λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου των δυσλεξικών ατόμων, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η προτίμηση χεριού αποτελεί ένα εύκολο και εφαρμόσιμο σε μεγάλα δείγματα έμμεσο τρόπο μέτρησης της ημισφαιρικής επικράτησης, το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει εστιάσει στη διερεύνηση της σχέσης της δυσλεξίας με την προτίμηση χεριού. Η διερεύνηση της σχέσης αυτής αναπτύσσεται αναλυτικά στο 2^ο κεφάλαιο, με την πραγματοποίηση μιας μετα-ανάλυσης των ερευνών που εξετάζουν τη σχέση αυτή.

3.3. Υποτύποι δυσλεξίας και πλευρίωση

Ένα σύγχρονο πεδίο μελέτης της δυσλεξίας αφορά τη διάκριση υποτύπων, στη βάση των οποίων υπάρχουν βαθύτερες αιτιώδεις ανεπάρκειες. Λόγω των διαφορετικών διαδικασιών που επιτελούνται κατά την ανάγνωση, όπως περιγράφηκαν από το μοντέλο της διπλής διαδρομής (βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.5.3), τα άτομα με δυσλεξία δεν κάνουν όλα τα ίδια αναγνωστικά λάθη, αλλά εμφανίζουν από τη μία δυσκολία

στη φωνολογική αναπαράσταση των λέξεων και από την άλλη, δυσκολία πρόσβασης στην ορθογραφική/εικονική αναπαράσταση των λέξεων (Castle & Coltheart, 1993).

Τα ευρήματα από σύγχρονες έρευνες νευροαπεικόνισης, που έχουν επικεντρωθεί στη μελέτη της δομής και της λειτουργίας των επιμέρους μηχανισμών της ανάγνωσης στον εγκέφαλο (Katzir, 2009), υποδεικνύουν ότι κάθε μία από τις δύο διαδρομές για την ανάγνωση εξαρτάται από διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου (Herbster, Mintun, Nebes, Becker, 1997. Rumsey, Horwitz, Donohue, Nace, Maisog et al., 1997. Fiez, 1997. Simos, Breier, Fletcher, Foorman, Castillo, et al., 2002. Jobard et al., 2003. Taroyan & Nicolson, 2009). Το διαφορετικό αυτό νευρολογικό υπόβαθρο των δύο διαδρομών της ανάγνωσης, που αντανακλάται στις διαφορετικού τύπου αναγνωστικές δυσκολίες, επικυρώνει τη διάκριση υποτύπων στη δυσλεξία και επιτρέπει την διατύπωση υποθέσεων σχετικά με το διαφορετικό εγκεφαλικό υπόβαθρο που ενδεχομένως να υπόκεινται, όπως φαίνεται στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

3.3.1. Ο εγκεφαλικός μηχανισμός για την ανάγνωση σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής διαδρομής

Μολονότι ο μηχανισμός για την ανάγνωση είναι ένας, φαίνεται ότι κάθε μία από τις δύο διαδρομές νοητικής επεξεργασίας της ανάγνωσης σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής διαδρομής (Coltheart et al., 1993), αντιπροσωπεύεται σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, όπως αναφέρουν πολλές μελέτες νευροαπεικόνισης (Herbster et al., 1997. Rumsey Horwitz, Donohue, Nace, Maisog, et al., 1997. Fiez, 1997. Simos et al., 2002). Προκειμένου να καταλήξουν σε ένα γενικό συμπέρασμα για τη σχέση αυτή, οι Jobard et al., (2003) πραγματοποίησαν μία μετανάλυση σε 34 μελέτες νευροαπεικόνισης (24 PET, 10 fMRI) δημοσιευμένες από το 1990 έως το 2002 για να διαπιστώσουν α) εάν υπάρχει ένα σύστημα στον εγκέφαλο υπεύθυνο για την οπτική/ορθογραφική αναγνώριση της λέξης και β) εάν συγκεντρωτικά τα ευρήματα των μελετών υποστηρίζουν την ύπαρξη δύο ευδιάκριτων διαδρομών για την ανάγνωση των λέξεων.

Για να απαντηθεί το πρώτο ερώτημα, εάν υπάρχει ένα σύστημα στον εγκέφαλο υπεύθυνο για την οπτική αναγνώριση της λέξης και κατ' επέκταση ένα νοητικό λεξικό όπου αποθηκεύονται τα ορθογραφικά στοιχεία-χαρακτηριστικά της λέξης, η μετα-ανάλυση επικεντρώθηκε σε τρεις εγκεφαλικές περιοχές στις οποίες

είχαν εστιάσει οι προηγούμενες ερευνητικές προσπάθειες: i) στο οπίσθιο τμήμα της μέσης κροταφικής έλικας στο αριστερό ημισφαίριο (κροταφοβρεγματική περιοχή, ορισμένες μελέτες είχαν εστιάσει στη γωνιώδη έλικα και άλλες στην περιοχή Wernicke), ii) στις ινιακές περιοχές του φλοιού στο αριστερό ημισφαίριο (Brodmann 18 & 19), βασιζόμενοι στη μελέτη των Petersen, Fox, Snyder, Raichle (1990) σχετικά με τη σημασία αυτής της περιοχής στην ορθογραφική επεξεργασία των λέξεων και iii) στην ατρακτοειδή έλικα/έξω κροταφοϊνιακή περιοχή, που ονομάστηκε από τους Cohen, Dehaene, Naccache, Lehericy, Dehaene-Lambertz et al., (2000) σε «περιοχή οπτικής αναγνώρισης λεξικών τύπων» (VWFA, Visual Word Form Area)²⁰.

Τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης αναφορικά με το πρώτο ερώτημα, έδειξαν ότι οι νευροαπεικονιστικές μελέτες αδυνατούν να επιδείξουν μία εγκεφαλική περιοχή που λειτουργεί ως χώρος αποθήκευσης-λεξικό των γραπτών λέξεων αλλά κατέστησαν δυνατό τον εντοπισμό μιας κροταφοϊνιακής περιοχής που λειτουργεί ως περιοχή οπτικής αναγνώρισης των λεξικών τύπων. Η περιοχή αυτή φαίνεται να συμμετέχει ενεργά στην προλεξική επεξεργασία των λέξεων (και των ερεθισμάτων που μοιάζουν με λέξεις) κατηγοριοποιώντας και ταξινομώντας τις λεξικές πληροφορίες, για να επιτρέψει τη μεταβίβασή τους σε άλλες περιοχές του φλοιού για περαιτέρω επεξεργασία (Jobard et al., 2003).

Το δεύτερο ερώτημα που καλούνταν να απαντήσει η συγκεκριμένη μετα-ανάλυση ήταν εάν οι νευροαπεικονιστικές μελέτες κατάφεραν να δείξουν ότι για την ανάγνωση λέξεων υπάρχουν όντως δύο ευδιάκριτες διαδρομές. Πράγματι, τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης έδειξαν ότι η ανάγνωση μιας λέξης στηρίζεται σε δύο διαφορετικές διαδρομές. Η πρόσβαση μέσω της φωνολογικής διαδρομής στηρίζεται σε ένα νευρωνικό δίκτυο που τοποθετείται στο σημείο ένωσης του ινιακού και κροταφικού λοβού (occipitotemporal junction). Συγκεκριμένα, η άνω κροταφική έλικα και ένα τμήμα στο μέσο της άνω κροταφικής αύλακας φαίνεται να εξειδικεύονται στη φωνολογική ανάλυση των λέξεων. Αυτή η διαδρομή απαιτεί και τη συμμετοχή εγκεφαλικών περιοχών που υποστηρίζουν διαδικασίες της μνήμης

²⁰ VWFA (Visual Word Form Area): ατρακτοειδής έλικα ή έξω κροταφοϊνιακή έλικα στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου στον κροταφοϊνιακό λοβό (McCandliss, Cohen, & Dehaene 2003). Έχει βρεθεί ότι αποτελεί περιοχή της οπτικής αναγνώρισης της λέξης, καθώς κατέχει λειτουργικό ρόλο στη σύνδεση των οπτικών συστατικών της λέξης με την λεξιλογική-ορθογραφική της αναπαράσταση (π.χ., Polk & Farah, 2002).

εργασίας, απαραίτητες για τη βραχύχρονη συγκράτηση και αποθήκευση γραφοφωνημικών αντιστοιχιών, και τοποθετούνται στην καλυπτρική μοίρα της κάτω μετωπιαίας έλικας (Broadmann 44) στην περιοχή του Broca (opercular part) και στην υπερχειλίλο έλικα. Η πρόσβαση της λέξης μέσω της άμεσης υπολεξικής διαδρομής, πραγματοποιείται μέσω συνεργασίας της κροταφοϊνιακής περιοχής που εξειδικεύεται στην προλεξική επεξεργασία με περιοχές σημασιολογικής επεξεργασίας. Η πρόσβαση στο σημασιολογικό περιεχόμενο της λέξης λαμβάνει χώρα στην κεντρική κροταφική γλωσσική περιοχή, που εντοπίζεται πρόσθια της κροταφοϊνιακής περιοχής, στο οπίσθιο τμήμα της μέσης κροταφικής περιοχής και στην τριγωνική μοίρα της περιοχής του Broca (Brodman 45).

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης (Jobard et al., 2003), η κροταφοϊνιακή περιοχή φαίνεται να κατέχει πιο ενεργό ρόλο στην προλεξική εικονική αναπαράσταση της λέξης και οι μετωπιαίες και κροταφικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου στο φωνολογικό σύστημα της γλώσσας. Το πρόσθιο τμήμα αυτού του δικτύου περιλαμβάνει την κάτω μετωπιαία έλικα και την παρακεντρική έλικα όπου συντελείται η παραγωγή των ήχων της γλώσσας όπως επίσης και η φωνολογική ανάλυση των συστατικών στοιχείων της λέξης. Το οπίσθιο τμήμα περιλαμβάνει την κάτω, μέση και άνω κροταφική έλικα που συντελεί στη μετατροπή των οπτικών/ορθογραφικών πληροφοριών σε φωνολογικές και σημασιολογικές αναπαραστάσεις. Μάλιστα στα συμπεράσματα αυτά καταλήγουν μελέτες τόσο σε παιδιά (Houde et al., 2010) όσο και σε ενήλικες (Turkeltaub, Eden, Jones, & Zeffiro, 2002. Vigneau, Beaucousin, Herv, Duffau, Crivello, et al., 2006).

Επομένως, αφού οι δύο διαδρομές για την ανάγνωση της λέξης, επιτελούνται από διαφορετικές εγκεφαλικές περιοχές, τότε και οι διαφορετικού τύπου δυσκολίες που προκύπτουν από τη δυσκολία πρόσβασης σε μία από τις δύο διαδρομές είναι πιθανόν να συνδέονται με διαφορετικού τύπου εκτροπές από την τυπική εγκεφαλική οργάνωση. Αναφορικά με τη δυσλεξία, η μελέτη σχετικά με το πώς διαφορετικού τύπου δυσκολίες συνδέονται με διαφοροποιήσεις στην εγκεφαλική πλευρίωση βρίσκεται σε πολύ αρχικό στάδιο (Illingworth & Bishop, 2009). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κυριότερες από αυτές τις μελέτες, χωρίς ωστόσο οι περισσότερες να προβαίνουν αρχικά σε διάκριση υποτύπων και κατόπιν σε αξιολόγηση του εγκεφαλικού τους υπόβαθρου.

3.3.2. Υποτύποι δυσλεξίας και νευρολογικό υπόβαθρο

Οι Larsen et al., (1990) ήταν οι πρώτοι μελετητές που συσχέτισαν τις διαφορετικού τύπου δυσκολίες στη δυσλεξία με διαφοροποιήσεις στην εγκεφαλική πλευρίωση και συγκεκριμένα με την ασυμμετρία στο κροταφικό πεδίο. Προκειμένου να διακρίνουν τις ιδιαίτερες δυσκολίες των 19 εφήβων δυσλεξικών που μελετούσαν, τους αξιολόγησαν στην ανάγνωση ψευδολέξεων (για τον εντοπισμό των μαθητών με φωνολογικές δυσκολίες) και στην ανάγνωση πραγματικών λέξεων, 3 έως 7 γραμμάτων, που παρουσιάζονταν ταχυστοσκοπικά (150 χιλιοστά δευτ/πτου), ώστε να αποκλειστεί το ενδεχόμενο οι λέξεις αυτές να διαβαστούν μέσω της φωνολογικής διαμεσολάβησης (για τον εντοπισμό μαθητών με ορθογραφικές δυσκολίες). Κατόπιν, μέσω της μεθόδου MRI, μελέτησαν τα κροταφικά τους πεδία και βρήκαν ότι οι 5 έφηβοι που είχαν αποκλειστικά φτωχές φωνολογικές επιδόσεις είχαν συμμετρικά κροταφικά πεδία, ενώ ο ένας συμμετέχων που εμφάνιζε αποκλειστικά ορθογραφικού τύπου δυσκολίες, είχε την τυπική ασυμμετρία στη δομή αυτή ($A > \Delta$). Από τους υπόλοιπους 9 εφήβους που εμφάνιζαν και φωνολογικές και ορθογραφικές δυσκολίες, οι επτά είχαν συμμετρικά κροταφικά πεδία και μόλις δύο εμφάνιζαν μεγαλύτερο κροταφικό πεδίο στο αριστερό ημισφαίριο. Το εύρημα αυτό αποτέλεσε την πρώτη συσχέτιση μιας ανατομικής ασυμμετρίας, του κροταφικού πεδίου, με τις διαφορετικού τύπου δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία.

Οι Leonard και Eckert (2008) στη συνέχεια, πραγματοποιώντας ανασκόπηση των δικών τους ανατομικών μελετών, βρέθηκαν αντιμέτωποι με το εξής παράδοξο: από τη μία πλευρά τα παιδιά με φτωχές αναγνωστικές επιδόσεις εμφάνιζαν μη τυπική ασυμμετρία ως προς το κροταφικό πεδίο, ενώ από την άλλη πλευρά οι ενήλικες με δυσλεξία εμφάνιζαν τυπική ασυμμετρία σχετικά με αυτή την εγκεφαλική δομή. Όσον αφορά τον παιδικό πληθυσμό, βρήκαν ότι μεταξύ της αναγνωστικής ικανότητας και της ασυμμετρίας στο κροταφικό πεδίο υπάρχει μία γραμμική σχέση, με τους καλούς αναγνώστες να έχουν την τυπική αριστερή ασυμμετρία, ενώ αυτοί που είχαν τις πιο έντονες αναγνωστικές δυσκολίες εμφάνιζαν συμμετρία ή μεγαλύτερο κροταφικό πεδίο στο δεξιό ημισφαίριο (Eckert, Lombardino, & Leonard, 2001. Leonard, Lombardino, Mercado, Browd, Breier, et al., 1996). Αντίθετα, οι ενήλικες δυσλεξικοί εμφάνιζαν την τυπική αριστερή ασυμμετρία στο κροταφικό πεδίο, όμως είχαν μεγαλύτερο κροταφικό λοβό στο αριστερό ημισφαίριο, λόγω μιας επιπλέον έλικας στο ανώτερο τμήμα της πλάγιας σχισμής του Σύλβιους, εύρημα που εντοπίστηκε και στα μέλη της οικογένειάς τους (Leonard, Voeller, Lombardino, Morris, Alexander, et al., 1993).

Αξιολογώντας συγκριτικά τα αποτελέσματα των μελετών τους, ανέφεραν ότι πιθανόν τα άτομα με πολλαπλές δυσκολίες στο γραπτό και προφορικό λόγο, όπως τα παιδιά που συμμετείχαν στις μελέτες τους, τα οποία πέρα από τις φτωχές αναγνωστικές επιδόσεις εμφάνιζαν και περαιτέρω γλωσσικής φύσεως δυσκολίες, φαίνεται να εμφανίζουν πιο συμμετρικούς εγκεφάλους, ενώ το αντίθετο, μία ενίσχυση της τυπικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας παρατηρείται στα άτομα με ανεπάρκεια στη φωνολογική επεξεργασία κατά την ανάγνωση, όπως οι ενήλικες με δυσλεξία (Leonard & Eckert, 2008).

Σε μία επίσης ανατομική μελέτη οι Zadina et al. (2006) μελέτησαν 16 νέους ενήλικες με δυσλεξία και 16 νέους ενήλικες που δεν αντιμετώπιζαν αναγνωστικές δυσκολίες. Χώρισαν το δείγμα της μελέτης τους, τόσο τους δυσλεξικούς όσο και την ομάδα ελέγχου, σε υπο-ομάδες με βάση τις επιδόσεις τους σε φωνολογικές δοκιμασίες και εστίασαν στον προμετωπιαίο και ινιακό λοβό με τη χρήση της μεθόδου MRI. Επειδή το 70% του γενικού πληθυσμού εμφανίζει δεξιά ασυμμετρία στον προμετωπιαίο λοβό και αριστερή ασυμμετρία στον ινιακό λοβό, οποιαδήποτε απόκλιση από αυτή την τυπική ασυμμετρία, θα αποτελούσε ένα ανατομικό εύρημα που θα μπορούσε να ερμηνεύσει τις λειτουργικές διαφοροποιήσεις των ατόμων με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες που είχαν φωνολογικού τύπου δυσκολίες (δυσλεξικοί και ομάδα ελέγχου με φτωχή φωνολογική επίδοση) εμφάνιζαν μη τυπική ασυμμετρία στον προμετωπιαίο λοβό και συμμετρία στον ινιακό λοβό, σε αντίθεση με τις υπο-ομάδες που δεν αντιμετώπιζαν φωνολογικού τύπου δυσκολίες. Αυτή η μη τυπική ασυμμετρία ερμηνεύτηκε από τους ερευνητές ως «ανατομικός» παράγοντας επικινδυνότητας για την εμφάνιση φωνολογικής δυσλεξίας σε αντίθεση με τις υπόλοιπες δυσκολίες που παρουσιάζουν τα άτομα με δυσλεξία, ορθογραφικές ή σημασιολογικές, που πιθανώς να μην σχετίζονται με την ανατομία του εγκεφάλου ή να έγκεινται σε διαφορετικές εγκεφαλικές περιοχές.

Αντίστοιχα, η Temple (2002) προέβη σε ανασκόπηση των μελετών που είχαν χρησιμοποιήσει λειτουργικές μεθόδους απεικόνισης του εγκεφάλου (fMRI & P.E.T) και διερευνούσαν το νευρολογικό υπόβαθρο της δυσλεξίας μέσω δοκιμασιών φωνολογικής επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης έδειξαν ότι τα άτομα με δυσλεξία, τόσο οι ενήλικες όσο και τα παιδιά, που εμφάνιζαν φωνολογικές δυσκολίες, παρουσίαζαν μειωμένη δραστηριότητα στο οπίσθιο τμήμα του αριστερού ημισφαιρίου στις κροταφοβρεγματικές περιοχές, σε σύγκριση με τους κανονικούς

αναγνώστες. Στο ίδιο εύρημα κατέληξαν και δύο μελέτες σε παιδιά με τη μέθοδο MEG, που εφαρμόστηκε κατά τη διάρκεια ανάγνωσης λέξεων και ψευδολέξεων (Simos et al., 2000a,b). Τα ευρήματα αυτά οδήγησαν στη διατύπωση ότι οι φωνολογικού τύπου δυσκολίες στη δυσλεξία σχετίζονται με δυσλειτουργία των αριστερών κροταφικοβρεγματικών περιοχών (Temple, 2002).

Όμως, στις μελέτες που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση της Temple (2002), σκοπός των ερευνητών δεν ήταν να διακρίνουν διαφορετικούς υποτύπους δυσκολίας και μετά να ελέγξουν τυχόν εγκεφαλικές διαφοροποιήσεις, αλλά με δεδομένες τις φωνολογικές δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων έκαναν αναφορά στο αντίστοιχο εγκεφαλικό υπόβαθρο. Οι Shaywitz, Shaywitz, Fulbright, Skudlarski, Mencl et al., (2003) επεδίωξαν να διακρίνουν συγκεκριμένες αναγνωστικές δυσκολίες στο δείγμα τους, που αποτελούνταν από νέους ενήλικες ηλικίας 18,5 έως 22,5 χρονών που είχαν συμμετάσχει στη μακροχρόνια μελέτη του Connecticut (Shaywitz et al., 1990, 1999) και τους αξιολόγησαν με τη μέθοδο fMRI. Διέκριναν το δείγμα σε τρεις ομάδες: α) με επίμονες αναγνωστικές δυσκολίες, β) με αναγνωστικές δυσκολίες που εντοπίζονταν κυρίως στην αυτοματοποίηση και όχι στην ακρίβεια της ανάγνωσης και γ) χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες με αναγνωστικές δυσκολίες εμφάνιζαν την αναμενόμενη μειωμένη δραστηριότητα στις οπίσθιες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου (κροταφοβρεγματικές και ινακοκροταφικές) κατά την ανάγνωση ψευδολέξεων (Shaywitz et al., 2003). Το εντυπωσιακό και μη αναμενόμενο εύρημα ήταν ότι όταν διάβαζαν κανονικές λέξεις, η ομάδα με τις επίμονες δυσκολίες παρουσίαζε την ίδια «τυπική» δραστηριότητα με τους κανονικούς αναγνώστες, ενώ μόνο η δεύτερη ομάδα συνέχιζε να εμφανίζει τη μειωμένη δραστηριότητα στο οπίσθιο εγκεφαλικό δίκτυο του αριστερού ημισφαιρίου. Η εξήγηση που δόθηκε για το εύρημα αυτό ήταν ότι η αδυναμία ανάπτυξης της αναγνωστικής ικανότητας έγκειται στις οπίσθιες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, ενώ η αντισταθμιστική συμμετοχή των οπίσθιων περιοχών του δεξιού ημισφαιρίου και των μετωπιαίων περιοχών αμφίπλευρα υποδεικνύουν την ακρίβεια, αλλά όχι την αυτοματοποίηση της αναγνωστικής ικανότητας. Πιθανώς, η δυσλειτουργία της κροταφοϊνιακής περιοχής, όπου επιτελείται η γρήγορη αναγνώριση της λέξης, ωθεί τον αναγνώστη να στηρίζεται περισσότερο στις δομές του δεξιού ημισφαιρίου και στις μετωπιαίες περιοχές που συμμετέχουν στην αρθρωτική

ικανότητα, προκειμένου να αναπληρώσει τις φτωχές αναγνωστικές του ικανότητες (Shaywitz et al., 2003).

Τέλος, μία μελέτη που δημοσιεύτηκε πρόσφατα πάνω στη λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία με τη χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler, συμφωνεί με τα ευρήματα των νευροαπεικονιστικών μελετών με PET και fMRI, αφού βρήκε ότι οι ενήλικες με δυσλεξία με ελαφριά μορφής προβλήματα φωνολογικής επεξεργασίας, παρουσιάζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής, αριστερής ασυμμετρίας σε σύγκριση με τους κανονικούς αναγνώστες (Illingworth & Bishop, 2009). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής, έρχονται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Leonard και Eckert (2008), που όμως βασίζονται σε ανατομικές μελέτες. Αξίζει να σημειωθεί πως ούτε η μελέτη των Illingworth και Bishop (2009) προέβη σε διάκριση υποτύπων, κάτι που επιδιώκεται πρώτη φορά μέσα από την παρούσα έρευνα με τη μέθοδο του διακρανιακού υπέρηχου Doppler.

3.3.4. Υποτύποι δυσλεξίας και προτίμηση χεριού

Η γενετική θεωρία της Annett (1972, 1985) προβλέπει ότι υπεύθυνο για την επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου για τη λειτουργία της γλώσσας είναι το γονίδιο RS, όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.2.1. Η επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου για τη γλωσσική λειτουργία φαίνεται να είναι παρούσα στα άτομα με θετικό γονότυπο, RS++ και RS+-, αλλά απουσιάζει στα άτομα με γονότυπο RS--. Επομένως, τα άτομα που στερούνται το γονότυπο που καθορίζει την τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (RS+) είναι πιθανόν να εμφανίζουν προβλήματα λόγου και ομιλίας (Annett, 2011).

Η επέκταση της γενετικής θεωρίας της Annett στη δυσλεξία προβλέπει ότι οι δύο ομοζυγωτικές καταστάσεις δηλαδή, ο γονότυπος RS++ και ο γονότυπος RS--, παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες για την εμφάνιση της διαταραχής (Annett & Manning, 1990. Annett, Eglinton & Smythe, 1996. Annett, 2011). Σύμφωνα με τις προβλέψεις της θεωρίας, μια μερίδα παιδιών με δυσλεξία θα έχει γλωσσικής φύσεως δυσκολίες, όπως φωνολογικής επεξεργασίας, λόγω της μη σαφούς αντιπροσώπευσης της γλώσσας στον εγκέφαλο (απουσία RS+) και μια άλλη μερίδα παιδιών, δε θα εμφανίζει γλωσσικές δυσκολίες αλλά πιθανόν να εμφανίζει φτωχή αντιπροσώπευση των λέξεων στην «οπτική» μνήμη, δηλαδή οπτικοχωρικού τύπου δυσκολίες, λόγω του γονότυπου RS++ (Annett et al., 1996).

Επομένως από τη μία μεριά, ο γονότυπος RS-- θα μπορούσε να εξηγήσει τις γλωσσικές δυσκολίες που περιέγραψε ο Orton, και η Annett ορίζει ως «φωνολογικές», και κατ' αντιστοιχία τη μη τυπική προτίμηση χεριού που παρατηρείται σε πολλά παιδιά με δυσλεξία, (Annett, 2011). Οι Annett et al., (1996) εξετάζοντας περισσότερα από 500 παιδιά σχολικής ηλικίας, υπέθεσαν ότι οι δυσλεξικοί μαθητές με φωνολογικές δυσκολίες, επειδή στερούνται το θετικό γονότυπο, θα εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά δεξιοχειρίας συγκριτικά με τους κανονικούς αναγνώστες αλλά και συγκριτικά με τα παιδιά με δυσλεξία που δεν εμφανίζουν φωνολογικές δυσκολίες. Πράγματι τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το 29% των παιδιών με φωνολογικές δυσκολίες ήταν αριστερόχειρες, σε αντίθεση με τα παιδιά με δυσλεξία χωρίς φωνολογικές δυσκολίες που κανένα από αυτά δεν εμφάνιζε αριστερή προτίμηση χεριού. Παρόμοια ποσοστά αριστεροχειρίας (23%) βρέθηκαν και σε ένα δείγμα παιδιών προσχολικής ηλικίας με φτωχή φωνολογική ικανότητα αλλά χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες, αφού ακόμα δεν είχαν αναπτύξει την αναγνωστική ικανότητα (Smythe & Annett, 2006).

Από την άλλη μεριά, ο γονότυπος RS++, ο οποίος σύμφωνα με τη θεωρία προκαλεί μια ισχυρή τάση για τυπική εγκεφαλική πλευρίωση και δεξιοχειρία (Annett, 2011), θα μπορούσε να συνδεθεί με το σημαντικό ποσοστό παιδιών με δυσλεξία που εμφάνιζε ισχυρή δεξιοχειρία στη δοκιμασία δεξιότητας χεριού (ΔΜΠ), σε ευρείας κλίμακας μελέτες (Annett & Kilshaw, 1984. Annett, 1985). Σύμφωνα με την ίδια την εισηγήτρια της θεωρίας, η ισχυρή τάση προς το αριστερό ημισφαίριο για τη γλώσσα που προβλέπει ο γονότυπος RS++, επιτυγχάνεται λόγω φυσικής αδυναμίας του δεξιού ημισφαιρίου, επομένως είναι πιθανόν να σχετίζεται με φτωχές οπτικοχωρικές ικανότητες που είναι τυπικές του δεξιού ημισφαιρίου. Αν ισχύει η παραπάνω πρόβλεψη, τότε οι μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν ισχυρή δεξιοχειρία στη δοκιμασία δεξιότητας χεριού, λόγω του RS++ θα εμφανίζουν υπεραντιπροσώπευση της γλώσσας στο αριστερό ημισφαίριο, και σε συμπεριφορικό επίπεδο θα εμφανίζουν οπτικοχωρικού τύπου δυσκολίες, όπως στην οπτική/ορθογραφική αναγνώριση της λέξης, ή αλλιώς επιφανειακού τύπου δυσκολίες (Annett, 2011).

Για να διερευνήσουν αυτήν την υπόθεση των οπτικοχωρικών δυσκολιών, οι Eglinton και Annett (2008) πραγματοποίησαν μία αντίστοιχη μελέτη με αυτήν που είχαν πραγματοποιήσει σε παιδιά (Annett et al., 2006), αλλά αυτή τη φορά σε απόφοιτους φτωχούς ορθογράφους, αποκλείοντας από τη μελέτη τους φτωχούς αναγνώστες. Χώρισαν το δείγμα τους σε φτωχούς ορθογράφους με φωνολογικά λάθη

και φτωχούς ορθογράφους χωρίς λάθη φωνολογικής φύσεως και υπέθεσαν ότι οι πρώτοι, κατ' αντιστοιχία με την ομάδα με τις φωνολογικές αναγνωστικές δυσκολίες, θα εμφανίζουν το γονότυπο RS--. Πράγματι, βρέθηκε ότι εμφάνιζαν αριστεροχειρία σε ποσοστό 24%, σε αντίθεση με τους φτωχούς ορθογράφους χωρίς φωνολογικά λάθη που το ποσοστό αριστεροχειρίας ήταν 2%. Αυτό το χαμηλό ποσοστό μη τυπικής προτίμησης χεριού στους φτωχούς ορθογράφους που όμως δεν κάνουν φωνολογικής φύσεως λάθη, ερμηνεύτηκε ως ενδεικτικό για τη σύνδεση του γονότυπου RS++ με τις επιφανειακού τύπου δυσκολίες, αφού προβλέπει ότι τα άτομα που φέρουν το γονότυπο αυτό εμφανίζουν τις μεγαλύτερες πιθανότητες να είναι δεξιόχειρες ακόμα και από το γενικό πληθυσμό (Eglinton & Annett, 2008. Annett, 2011).

Αυτές οι δυο κατηγορίες δυσκολιών που προτείνει η θεωρία, εμφανίζουν, σύμφωνα με τους Annett et al., (1996) μεγάλες ομοιότητες με τους υποτύπους δυσλεξίας που πρότεινε η Boder (1973), δηλαδή δυσφωνητική και δυσειδετική δυσλεξία αναφερόμενη σε γλωσσικά και οπτικής φύσεως προβλήματα, καθώς και με τη φωνολογική και επιφανειακή δυσλεξία που πρότειναν οι Castles και Coltheart (1993), βάση του μοντέλου της διπλής διαδρομής για την ανάγνωση. Βάσει λοιπόν της γενετικής θεωρίας, οι δυσλεξικοί με φωνολογικού τύπου δυσκολίες αντιμετωπίζουν γλωσσικές δυσλειτουργίες στο αριστερό ημισφαίριο λόγω του γονότυπου RS-- και λιγότερες πιθανότητες από το γενικό πληθυσμό να είναι δεξιόχειρες, ενώ οι δυσλεξικοί με μη γλωσσικές δυσκολίες αλλά «ορθογραφικού» τύπου δυσκολίες, που η Annett τις συνέδεσε με τις οπτικοχωρικές δυσκολίες, εμφανίζουν δυσλειτουργίες στο δεξί ημισφαίριο λόγω του RS++ και είναι πιθανόν να είναι δεξιόχειρες σε ποσοστό μεγαλύτερο από το γενικό πληθυσμό (Annett, 2011). Επομένως, οι διαφορετικού τύπου δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων φαίνεται να συνδέονται με διαφορές τόσο στην εγκεφαλική, όσο και στη συμπεριφορική πλευρίωση.

Κεφάλαιο 2^ο

Μετα-ανάλυση: δυσλεξία και προτίμηση χεριού

Η προτίμηση ως προς τη χρήση του ενός χεριού αποτελεί ένα συμπεριφορικό δείκτη για την πλευρίωση της γλώσσας στον εγκέφαλο (Annett & Kilshaw, 1984. Knecht et al., 2000a), και η δεξιοχειρία αποτελεί ένα δείκτη πρόβλεψης της αντιπροσώπευσης της γλωσσικής λειτουργίας από το αριστερό ημισφαίριο. Στο προηγούμενο κεφάλαιο (υποκ. 3.1) αναπτύχθηκε η σχέση της δυσλεξίας με την εγκεφαλική οργάνωση μέσω νευροψυχολογικών, ηλεκτροφυσιολογικών και μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια να διερευνηθεί η σχέση αυτή μέσω της προτίμησης χεριού, με την τεχνική της μετα-ανάλυσης. Η μετα-ανάλυση αποτελεί κατά κανόνα τεχνική της ποσοτικής έρευνας (Δημητρόπουλος, 2004) κατά την οποία τα ευρήματα μιας σειράς ομοειδών ερευνών αναλύονται σε συγκριτική-συνθετική βάση. Μονάδα παρατήρησης δεν αποτελεί ένας συμμετέχων αλλά μία μελέτη και τη θέση των δεδομένων του κάθε συμμετέχοντα των πρωτογενών μελετών την παίρνει το μέγεθος αποτελέσματος (effect size) της κάθε συμπεριλαμβανομένης μελέτης, με σκοπό να υπολογιστεί το συγκεντρωτικό μέγεθος αποτελέσματος της μετα-ανάλυσης (summary effect estimate).

2.1. Εισαγωγή

Η συσχέτιση της δυσλεξίας με τη μη τυπική προτίμηση χεριού, δηλαδή την αριστεροχειρία ή τη μικτή προτίμηση, τοποθετείται στις αρχές του προηγούμενου αιώνα (Orton, 1937) και παρά το ότι έχει μελετηθεί εκτενώς, εξακολουθεί να αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο ζήτημα. Σε συμφωνία με τη διαπίστωση του Orton, πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι η δυσλεξία συχνά συνοδεύεται από μικτή ή αριστερή πλευρίωση (Bishop, 1990).

Η Naidoo (1972), μελετώντας κλινικά δείγματα, ανέφερε αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας και μικτής προτίμησης χεριού μεταξύ των δυσλεξικών παιδιών. Η

Annet (1985) μετά από ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των γλωσσικών διαταραχών, διαπίστωσε ότι υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις για αυξημένη συχνότητα εμφάνισης αριστεροχειρίας στα άτομα με φτωχές αναγνωστικές δεξιότητες και η Hornsby (1995), Βρετανίδα, ψυχολόγος, εκπαιδευτικός και λογοθεραπεύτρια βρήκε ότι ένα ποσοστό 45% των δυσλεξικών έχουν μικτή προτίμηση χεριού. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Obrzut και Atkinson (1993), όπως και οι Tonnessen, Lokken, Hoien και Lundberg (1993) μελετώντας την προτίμηση χεριού σε ένα δείγμα 734 δωδεκάχρονων παιδιών. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το 20,3% των αριστερόχειρων παιδιών εμφάνιζαν δυσλεξία, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τους δεξιόχειρες ήταν 9,1%. Επίσης, οι Schachter, Ransil και Genchwind (1987), μελετώντας την προτίμηση χεριού σε 1.117 τυχαία επιλεγμένους επαγγελματίες, βρήκαν ότι το 8% των αριστερόχειρων ατόμων και το 16% των μη ισχυρών δεξιόχειρων ανέφεραν μαθησιακές δυσκολίες, σε αντίθεση με το 3% των ισχυρών δεξιόχειρων.

Σε αντίθεση με αυτά τα ευρήματα, πολλές επιδημιολογικές μελέτες πάνω στην αναγνωστική ικανότητα στο γενικό πληθυσμό, όπως για παράδειγμα των Belmont και Birch (1965), των Rutter, Tizard και Whitmore (1970), των Satz και Fletcher (1987) και της Bishop (1984), δεν βρήκαν αντίστοιχα αυξημένες συχνότητες. Οι Satz και Fletcher (1987) παρουσίασαν δεδομένα που διερευνούσαν τη σχέση της προτίμησης χεριού με την αναγνωστική ικανότητα σε ένα μεγάλο δείγμα παιδιών από τη Φλόριντα και διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχε καμία συσχέτιση ανάμεσα σ' αυτές τις δύο μεταβλητές. Σημείωσαν μάλιστα, ότι οι μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες αποτυγχάνουν να βρουν ενδείξεις μιας πιθανής συσχέτισης σε αντίθεση με τις μελέτες μικρού δείγματος.

Λόγω της ασυμφωνίας των προηγούμενων μελετών, η Bishop (1990) πραγματοποίησε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, αναλύοντας ξανά τα δεδομένα των ερευνών που διερευνούσαν τη σχέση της δυσλεξίας με την αριστεροχειρία συγκεντρωτικά, προκειμένου να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα για τη σχέση αυτή. Στην ανασκόπηση της συμπεριλήφθησαν 25 μελέτες που είχαν δημοσιευτεί από το 1932 (Monroe, 1932) έως το 1987 (Felton, Wood, Brown, Campbell, & Harter, 1987) και είχαν καθορίσει συγκεκριμένα κριτήρια τόσο για τη διάγνωση της δυσλεξίας ή ειδικής αναγνωστικής δυσκολίας, όσο και για την προτίμηση χεριού (βλ. υποκ. 2.2.1). Εξετάζοντας τα ευρήματα αυτών των μελετών συμπέρανε ότι οι ενδείξεις για συσχέτιση μεταξύ προτίμησης χεριού και δυσλεξίας είναι ασθενείς και αντιφατικές. Η

συγκεντρωτική ανάλυση των ευρημάτων παρόλο που έδειξε μια σχετικά αυξημένη αναλογία αριστερόχειρων μεταξύ των δυσλεξικών, ωστόσο η σχέση αυτή δε φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντική.

Η απουσία στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνώστων στην προτίμηση χεριού που προέκυψε από την ανασκόπηση της Bishop (1990), ώθησε τους Eglinton και Annett (1994) να εξετάσουν εκ νέου τα δεδομένα των 25 μελετών, με πιο αυστηρά στατιστικούς όρους αυτή τη φορά και χρησιμοποιώντας την τεχνική της μετα-ανάλυσης, αφού η γενετική θεωρία της Annett (1972,1985) προβλέπει μία μικρή, αλλά σημαντική διαφορά για τη σχέση αυτή. Τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης που πραγματοποιήσαν έδειξε ότι υπάρχει μια μικρή αλλά σταθερά αυξημένη συχνότητα αριστεροχειρίας μεταξύ των ατόμων που έχουν δυσλεξία σε σχέση με τους κανονικούς αναγνώστες.

Παρότι οι μελέτες των Bishop (1990) και Eglinton και Annett (1994) ήταν ιδιαίτερα αξιόλογες, εντούτοις η μεθοδολογία που χρησιμοποίησαν είχε σημαντικές παραλείψεις. Στην πρώτη δεν έγινε μετα-ανάλυση, ενώ η δεύτερη βασίστηκε στο χ^2 που αποτελεί ένα μη σταθμισμένο δείκτη μετα-ανάλυσης. Η παρούσα μετα-ανάλυση επιδιώκει να επιβεβαιώσει τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν οι Eglinton και Annett (1994) χρησιμοποιώντας μία νέα τεχνική μετα-ανάλυσης, τους περιττούς λόγους (odds ratio), προκειμένου να καταλήξει σε ένα πιο ακριβές αποτέλεσμα και ταυτόχρονα να προβεί σε επικαιροποίηση της ανάλυσης συμπεριλαμβάνοντας νέες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από το 1994 έως το 2010. Ως odd ορίζεται «ο λόγος της πιθανότητας να συμβεί ένα γεγονός ως προς την πιθανότητα να μη συμβεί» και odds ratio ορίζεται «η αναλογία των odds για ένα γεγονός που συμβαίνει σε μία ομάδα (π.χ. πειραματική) προς τα odds αυτού του γεγονότος σε μια άλλη ομάδα (π.χ. ομάδα ελέγχου)». Για παράδειγμα, το γεγονός μπορεί να είναι η αριστεροχειρία και οι δύο ομάδες να είναι οι δυσλεξικοί και οι μη δυσλεξικοί.

Το βασικό πλεονέκτημα της τεχνικής των περιττών λόγων έναντι του χ^2 είναι ότι λαμβάνει υπόψη το μέγεθος του δείγματος κάθε μελέτης. Με άλλα λόγια λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό συμμετεχόντων κάθε μελέτης χωριστά, συνυπολογίζει το «βάρος» που προσδίδει η κάθε μελέτη στο συγκεντρωτικό αποτέλεσμα. Μικρότερες μελέτες (μελέτες με μικρότερο αριθμό συμμετεχόντων) συνεισφέρουν λιγότερο στο συγκεντρωτικό αποτέλεσμα από μεγαλύτερες μελέτες (μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων) γιατί υπόκεινται σε τυχαία

σφάλματα περισσότερο από ότι τα αποτελέσματα μεγαλύτερων μελετών και άρα έχουν μικρότερη ακρίβεια (Rosenthal & DiMatteo, 2001).

Επίσης, άλλο ένα πλεονέκτημα είναι ότι το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα δεν επηρεάζεται από τις πιθανές μεθοδολογικές διαφοροποιήσεις του υπό διερεύνηση γεγονότος μεταξύ των μελετών. Για παράδειγμα, στην παρούσα μετα-ανάλυση, η προτίμηση χεριού θα μπορούσε να επηρεαστεί από τα μέσα αξιολόγησής της ή από διαφορετικά κριτήρια ορισμού της μη δεξιοχειρίας. Όμως, η μετα-ανάλυση παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης των ενδιάμεσων μεταβλητών μέσω της μετα-παλινδρόμησης (meta-regression) και της διαστρωματικής ανάλυσης²¹ και προβαίνει σε ανίχνευση της μεροληψίας δημοσίευσης (publication bias). Μερικές μελέτες με αρνητικές ή μηδενικές αποδόσεις σπάνια δημοσιεύονται με συνέπεια τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μετα-ανάλυση να είναι εξίσου μεροληπτικά. Τέλος, δίνει τη δυνατότητα για ποσοτικοποίηση της διαφοράς, αν αυτή υπάρχει, και όχι μόνο διαπίστωση της στατιστικής σημαντικότητας.

Σκοπός της παρούσας μετα-ανάλυσης ήταν να διερευνήσει αν παρουσιάζεται μεγαλύτερη συχνότητα μη τυπικής προτίμησης χεριού (αμφιδεξιότητα ή αριστεροχειρία) σε άτομα με δυσλεξία συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου και να προσδιορίσει ποσοτικά το μέγεθος αυτής της διαφοράς. Υποθέτουμε ότι οι συμμετέχοντες με δυσλεξία εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική προτίμηση χεριού συγκριτικά με τους συμμετέχοντες που δεν εμφανίζουν δυσλεξία. Επίσης, σκοπός της μετα-ανάλυσης ήταν να ελέγξει αν υπάρχει σφάλμα δημοσίευσης και τέλος, να διερευνηθεί αν, ενδιάμεσες μεταβλητές όπως ο χρόνος δημοσίευσης των μελετών, το μέγεθος του δείγματος και οι ταξινομήσεις που χρησιμοποίησαν ως προς την προτίμηση χεριού επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα.

2.2. Μέθοδος

Στην παρούσα μετα-ανάλυση, συμπεριλήφθησαν οι 21 έρευνες (25 σετ δεδομένων) των Eglinton και Annett (1994) και οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από το 1994 έως το 2010 και ικανοποιούν τα ίδια κριτήρια. Για τη συλλογή των νέων ερευνών χρησιμοποιήθηκαν οι διεθνείς ερευνητικές βάσεις δεδομένων PubMed

²¹ Η μετα-παλινδρόμηση (meta-regression) αντιστοιχεί στη γραμμική παλινδρόμηση πρωτογενών δεδομένων, όταν οι ενδιάμεσες μεταβλητές είναι συνεχείς. Όταν οι ενδιάμεσες μεταβλητές είναι κατηγορικές τότε πραγματοποιείται διαστρωματική ανάλυση, η οποία αντιστοιχεί στην ανάλυση διακύμανσης (ANOVA).

MEDLINE και η PsychInfo, μέσω του Πανεπιστημιακού συνδέσμου www.lib.uoa.gr. Οι συνδυασμοί των λέξεων-κλειδιών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: (*handedness OR hand preference OR laterality OR hand skill*) AND (*dyslexia OR developmental reading disorder*) για τη χρονική περίοδο από το 1994 έως το 2010. Από την αναζήτηση προέκυψαν 268 αποτελέσματα και συγκεκριμένα 68 από τη διεθνή βάση δεδομένων PsychInfo και 200 από τη MEDLINE (220 εκ των οποίων στα 20 υπήρχε επικάλυψη από την PsychInfo). Από αυτές μόνο οι 23 μελέτες πληρούσαν τα κριτήρια που είχε θέσει η Bishop (1990) και είχαν ακολουθήσει οι Eglinton και Annett (1994) στη δική τους μετα-ανάλυση. Η συλλογή των δεδομένων ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2010.

2.2.1. Κριτήρια συμπερίληψης

Προκειμένου να συμπεριληφθεί μια μελέτη στην παρούσα μετα-ανάλυση λήφθηκαν υπόψη τα παρακάτω κριτήρια, που είχαν ακολουθήσει οι Bishop (1990) και οι Eglinton και Annett (1994):

1) Αποκλείστηκαν μελέτες που δεν ανέφεραν πληροφορίες για το αναγνωστικό επίπεδο των συμμετεχόντων σε συνδυασμό με τη νοημοσύνη τους (νοητικό πηλίκο) ή συμπεριλάμβαναν «φτωχούς αναγνώστες» χωρίς να αναφέρουν το νοητικό τους πηλίκο.

2) Αποκλείστηκαν μελέτες στις οποίες το κριτήριο για την αναγνωστική ικανότητα ήταν πολύ γενικό και δεν παρέπεμπε σε «ειδικές» δυσκολίες, για παράδειγμα 6 μήνες κάτω από το προσδοκώμενο αναγνωστικό επίπεδο σύμφωνα με την ηλικία και τη νοημοσύνη του παιδιού.

3) Όσον αφορά την προτίμηση χεριού, αποκλείστηκαν οι μελέτες που είχαν συλλέξει τα δεδομένα όσον αφορά τους δυσλεξικούς μέσω αυτοαναφοράς, αφού οι δυσλεξικοί συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολία στο διαχωρισμό δεξί-αριστερό (Rutter et al., 1970).

4) Συμπεριλήφθηκαν μόνο οι μελέτες που αξιολογούσαν την προτίμηση χεριού με ερωτηματολόγια προτίμησης (π.χ., Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου [Oldfield, 1971]) και δοκιμασίες δεξιότητας.

5) Αποκλείστηκαν οι έρευνες που δε συμπεριλάμβαναν ομάδα ελέγχου.

6) Μελέτες στις οποίες η προτίμηση χεριού δεν ήταν η βασική μεταβλητή προς διερεύνηση, αλλά παρ' όλα αυτά γινόταν αναφορά στα ποσοστά προτίμησης του

χειριού χωρίς να αποτελεί κριτήριο επιλογής των συμμετεχόντων, συμπεριλήφθηκαν στην μετα-ανάλυση.

7) Συμπεριλήφθησαν μόνο οι μελέτες που ήταν δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα.

Οι συμμετέχοντες που πληρούσαν τα κριτήρια της δυσλεξίας αναφέρονταν ως *retarded readers*, *specific reading disabled*, *specific reading retarded*, *dyslexics*. Η ταξινόμηση ως προς την προτίμηση χειριού ήταν αριστερόχειρες (Α), δεξιόχειρες (Δ), αμφιδέξιοι (M²²) και μη δεξιόχειρες (ΜΔ). Σε ορισμένες μελέτες, η ταξινόμηση ως προς την προτίμηση χειριού ήταν δεξιόχειρες και αριστερόχειρες (Δ-Α), σε άλλες αριστερόχειρες, δεξιόχειρες και αμφιδέξιοι (Α-Δ-Μ), σε άλλες δεξιόχειρες και μη δεξιόχειρες (Δ-ΜΔ), ενώ μία μελέτη είχε πιο περίπλοκη κατηγοριοποίηση (π.χ., Locke & Macaruso, 1999). Στη συγκεκριμένη μελέτη τα υποκείμενα καλούνταν να απαντήσουν σε 16 δραστηριότητες χρησιμοποιώντας είτε το δεξί είτε το αριστερό τους χέρι και ορίσαμε εμείς το κριτήριο ταξινόμησης σε αριστερόχειρες (Α) και δεξιόχειρες (Δ) με βάση το μέσο της κλίμακας.

2.2.2. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό λογισμικό πακέτο *Comprehensive Meta-Analysis* (v.2; Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2005). Αρχικά αναλύθηκαν τα δεδομένα των μελετών των Eglinton και Annet (1994) προς επιβεβαίωση της αρχικής μας υπόθεσης και κατόπιν αναλύθηκαν συγκεντρωτικά με τις νέες μελέτες. Λόγω της χρήσης διαφορετικών κατηγοριών για την προτίμηση του χειριού από τους διάφορους ερευνητές, τα δεδομένα αναλύθηκαν προβαίνοντας στην εξής ταξινόμηση:

Αριστεροχειρία: σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται όσες μελέτες ταξινόμησαν τους συμμετέχοντες τους χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) ή την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - αριστερόχειρες (Α) - αμφιδέξιοι (Μ) ή την ταξινόμηση μη δεξιόχειρες (ΜΔ) - δεξιόχειρες (Δ).

Ο περιττός λόγος (*odds ratio*) δυσλεξικών και ομάδας ελέγχου και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (*Δ.Ε 95%, Confidence Interval*) υπολογίστηκαν για τα δεδομένα κάθε μελέτης χωριστά και στη συνέχεια αναλύθηκαν συνολικά για όλες τις

²² M= Συντομογραφία από το αγγλικό *mixed*

μελέτες έτσι ώστε να υπολογιστεί το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα και να γίνει η στατιστική δοκιμή του αποτελέσματος αυτού με τη χρήση του Z-κριτηρίου²³.

Μία τιμή του περιττού λόγου (*OR*) ίση με 1 (μονάδα), αντιστοιχεί με επιβεβαίωση της μηδενικής υπόθεσης, δηλαδή ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων που εξετάζουμε (δυσλεξικοί και ελέγχου) ως προς την προτίμηση χεριού. Όταν ο περιττός λόγος (*OR*) είναι μεγαλύτερος της μονάδας, αυτό το αποτέλεσμα ερμηνεύεται ως εξής: η ομάδα του αριθμητή (δυσλεξικοί) έχει περισσότερες πιθανότητες να προτιμά το χέρι που μελετάμε σε σύγκριση με την ομάδα του παρονομαστή (ομάδα ελέγχου).

Επιπλέον ελέγχθη αν υπάρχει ετερογένεια μεταξύ των μελετών που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση. Το στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το κριτήριο ομοιογένειας *Q* (Cohrain's *Q* statistic). Το *Q* κριτήριο εκτιμά αν οι συμμετέχοντες στις διαφορετικές μελέτες προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό ή από διαφορετικούς πληθυσμούς. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια χρησιμοποιούμε το μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed effect) για την ανάλυση των αποτελεσμάτων. Σε διαφορετική περίπτωση, όταν υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια, χρησιμοποιείται το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random effect)²⁴. Με το στατιστικό δείκτη I^2 υπολογίζεται ο βαθμός της συνολικής διακύμανσης της ετερογένειας μεταξύ των μελετών σε ποσοστό επί της εκατό. Οι Higgins, Thompson, Deeks και Altman (2003) αναφέρουν ότι τιμές του I^2 της τάξεως του 25% θεωρούνται χαμηλές, του 50% μέτριες και του 75% υψηλές.

Επίσης διερευνήθηκε η ύπαρξη σφάλματος μεροληψίας δημοσίευσης (publication bias) με τη χρήση του κωνοειδούς γραφήματος (funnel plot), του στατιστικού κριτηρίου *t* του Egger (Egger 's *t* statistical test) και του ασφαλούς μεγέθους *N* (fail-safe *N*). Η λογική του κωνοειδούς γραφήματος είναι ότι για να μην υπάρχει σφάλμα μεροληψίας δημοσίευσης στο δείγμα των μελετών που εξετάσαμε, θα πρέπει τα τυπικά σφάλματα των ερευνών να κατανέμονται συμμετρικά γύρω από τον συνοπτικό εκτιμητή. Το στατιστικό κριτήριο *t* του Egger εκτιμά στατιστικά την

²³ Το κριτήριο Z (z-test) χρησιμοποιεί δεδομένα που προέρχονται από ένα δείγμα όταν η διακύμανση του αρχικού πληθυσμού είναι γνωστή, σε αντίθεση με το κριτήριο *t* (t-test) που χρησιμοποιείται όταν η διακύμανση του αρχικού πληθυσμού είναι άγνωστη

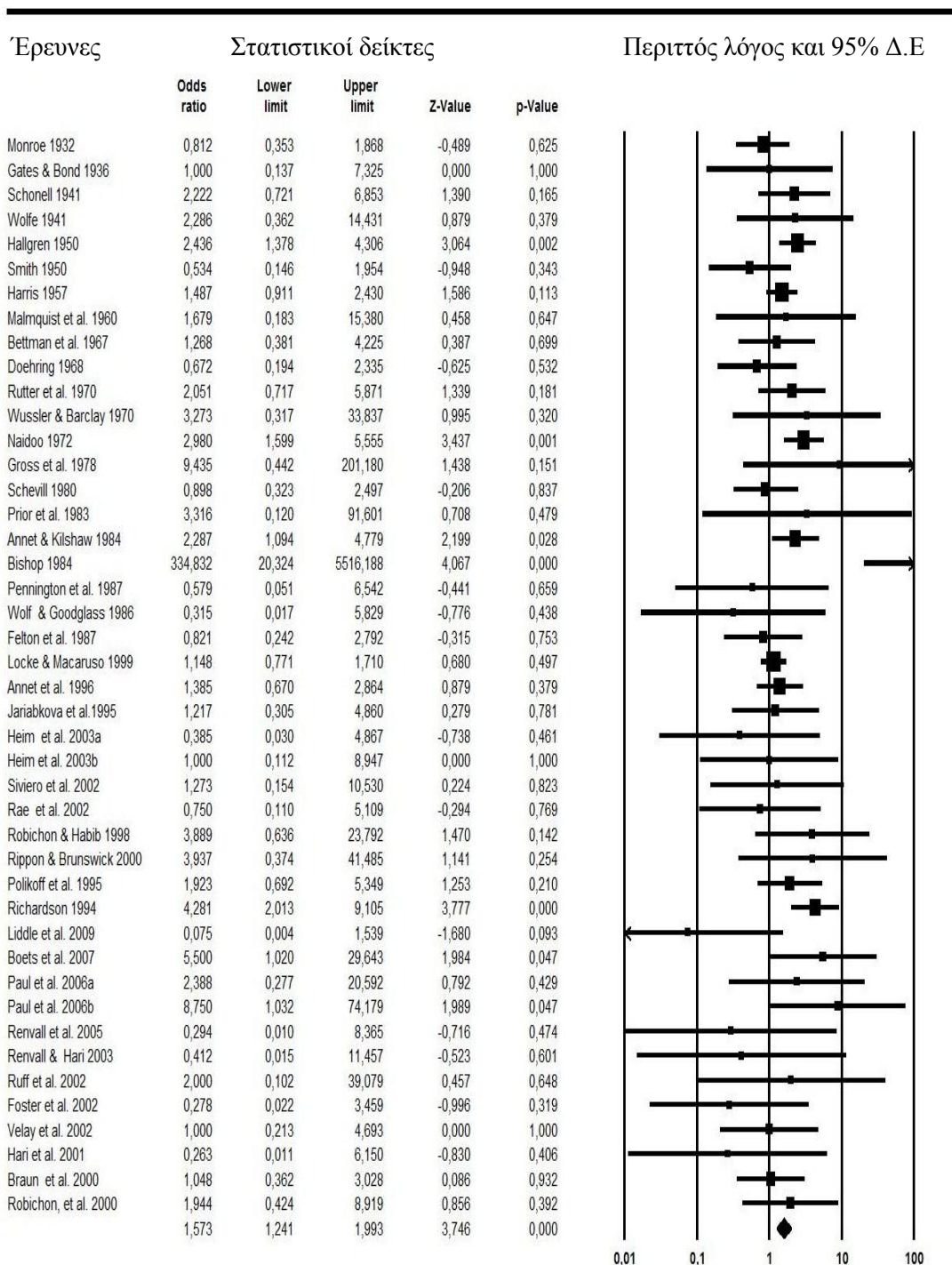
²⁴ Το μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed effect) εξετάζει το «αληθινό» συγκεντρωτικό αποτέλεσμα (στην παρούσα ανάλυση ο περιττός λόγος στον υπό μελέτη πληθυσμό), ενώ το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random effects) εξετάζει, το εύρος και την κατεύθυνση του περιττού λόγου στο δείγμα των πληθυσμών που εξετάζονται.

ασυμμετρία του κωνοειδούς γραφήματος. Το ασφαλές μέγεθος N (fail-safe N) εκφράζει τον αριθμό των μελετών που θα έπρεπε να προστεθούν στην παρούσα μετα-ανάλυση για να είναι ο περιττός λόγος (OR) ίσος με τη μονάδα, δηλαδή να μην είναι πια στατιστικά σημαντικό το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα, σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$. Τέλος, έγινε μετα-παλινδρόμηση με το χρόνο δημοσίευσης των μελετών ως ενδιάμεση μεταβλητή και διαστρωματική ανάλυση για τις ταξινομήσεις που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές ως προς την προτίμηση χεριού.

2.3. Αποτελέσματα

Στην πρώτη ανάλυση συμπεριλήφθησαν οι 21 μελέτες (25 σετ δεδομένων) των Eglington και Annett (1994) με συνολικό αριθμό συμμετεχόντων $n = 14.159$ (δυσλεξικοί = 1.502, μη δυσλεξικοί = 12.657). Χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος είναι $OR = 1,69$, $95\% \Delta.E = 1,35-2,12$, $Z = 4,59$, $p < 0,01$. $Q(20) = 34,92$, $p < 0,01$, η διακύμανση μεταξύ των μελετών κυμαίνεται από χαμηλή όμως μέτρια ($I^2 = 42,74\%$). Κατά συνέπεια λόγω ύπαρξης ετερογένειας προσφύγαμε σε ανάλυση με βάση το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων και βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος ήταν $OR = 1,61$, $95\% \Delta.E = 1,14-2,27$, $Z = 2,71$, $p < 0,01$. Από την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν 61% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες σε σύγκριση με τους μη δυσλεξικούς.

Από τη συγκεντρωτική ανάλυση των 44 μελετών με $n = 16.561$ (δυσλεξικοί = 2491, μη δυσλεξικοί = 14.070) χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων, βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος ήταν $OR = 1,59$, $95\% \Delta.E = 1,34-1,88$, $Z = 5,42$, $p = 5,94$. $Q(43) = 62,64$, $p < 0,05$, με χαμηλή διακύμανση μεταξύ των μελετών ($I^2 = 31,36\%$). Κατά συνέπεια, λόγω ύπαρξης ετερογένειας προσφύγαμε σε ανάλυση με βάση το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων και βρήκαμε ότι ο περιττός λόγος ήταν $OR = 1,57$, $95\% \Delta.E = 1,24-1,99$, $Z = 3,75$, $p < 0,01$. Από την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν 57% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες σε σύγκριση με τους μη δυσλεξικούς. Στο Γράφημα 2.1 παρουσιάζεται το δενδρόγραμμα της μετα-ανάλυσης.

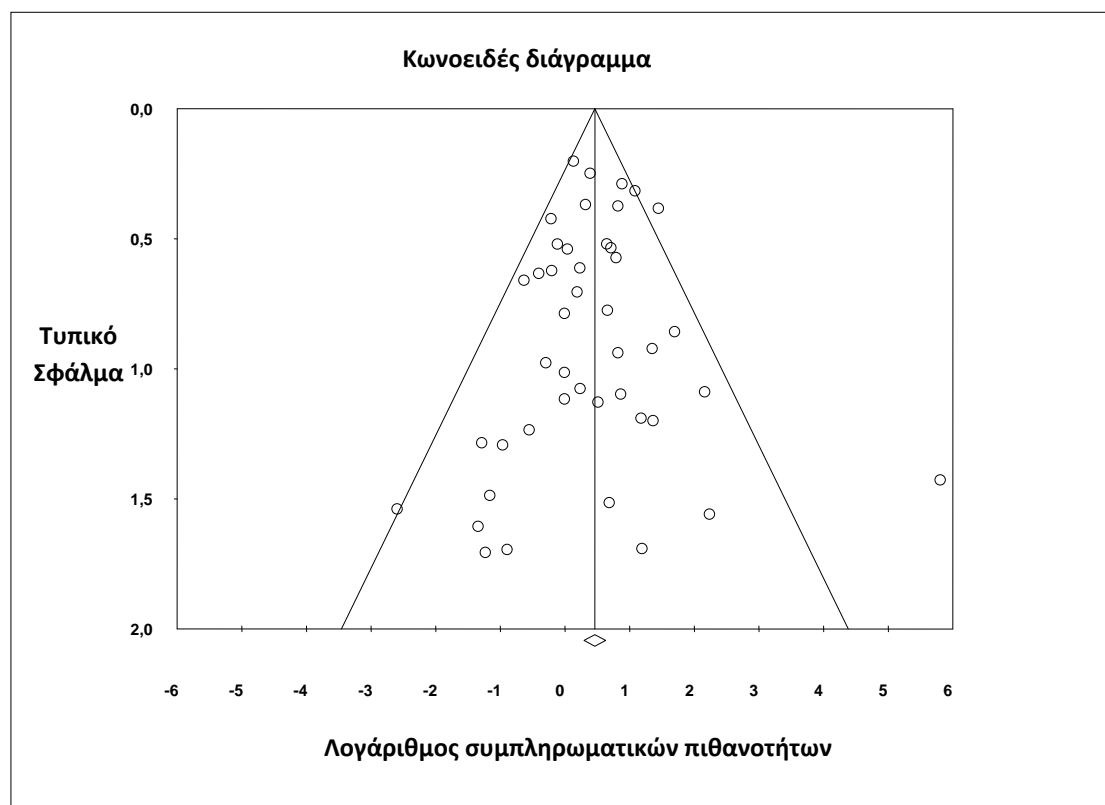


Γράφημα 2.1

Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους δυσλεξικών και μη δυσλεξικών αναφορικά με την αριστεροχειρία. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε μελέτη αναπαρίσταται από μία οριζόντια γραμμή και το σημείο εκτίμησης από ένα τετράγωνο σημείο. Όσο μεγαλύτερο είναι το τετράγωνο σημείο, τόσο μεγαλύτερο είναι το «βάρος» που προσδίδει η συγκεκριμένη μελέτη στο συγκεντρωτικό αποτέλεσμα. Τα διαστήματα εμπιστοσύνης του συνόλου των 44 μελετών αναπαρίσταται από ένα σημείο σχήματος διαμαντιού (diamond shape) στο κάτω μέρος του δενδρογράμματος.

2.3.1. Σφάλμα δημοσίευσης

Όλες οι μελέτες ($n = 44$) εξετάστηκαν για την ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό κριτήριο t του Egger, $t(42) = 0,40$, $p = 0,35$, δε βρέθηκε σφάλμα δημοσίευσης, όπως φαίνεται και από το κωνοειδές διάγραμμα (βλ. Γράφημα 2.2). Χρησιμοποιώντας το «ασφαλές μέγεθος», βρήκαμε $N = 164$. Η μεγάλη τιμή του N , ξεπερνάει ακόμα και τον αριθμό των υπό μελέτη ερευνών, επιβεβαιώνει τη σχετική εμπιστοσύνη που υπάρχει ότι τα αποτελέσματα της παρούσας μετα-ανάλυσης δεν οφείλονται σε σφάλμα δημοσίευσης. Βάσει της τιμής του N , θα έπρεπε να προστεθούν στην παρούσα μετα-ανάλυση ακόμα 164 αδημοσίευτες μελέτες με μη στατιστικά σημαντικά ευρήματα, ώστε ο περιττός λόγος να είναι ίσος με τη μονάδα, δηλαδή τα αποτελέσματα να μη δείχνουν καμία διαφορά ανάμεσα στους συμμετέχοντες με δυσλεξία και στην ομάδα ελέγχου ως προς την προτίμηση χεριού.



Γράφημα 2.2

Κωνοειδές διάγραμμα στο οποίο διαφαίνεται ότι τα τυπικά σφάλματα του περιττού λόγου δυσλεξικών και ομάδας ελέγχου για την αριστεροχειρία σε κάθε μελέτη χωριστά κατανέμονται συμμετρικά γύρω από το συνοπτικό εκτιμητή.

2.3.2. Ενδιάμεσες μεταβλητές

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε μετα-παλινδρόμηση προκειμένου να διαπιστωθεί κατά πόσο η χρονολογία που διεξήχθησαν οι μελέτες, το μέγεθος του δείγματος κάθε μελέτης και η ταξινόμηση που χρησιμοποιούν ως προς την προτίμηση χεριού επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα όμως μετα-ανάλυσης. Για καμία από αυτές όμως μεταβλητές δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συγκεκριμένα, μελέτες που είχαν δημοσιευτεί παλαιότερα δεν έδωσαν διαφορετικά αποτελέσματα από νεότερες μελέτες $Q(1) = 0,05$, $p = 0,82$ και μεγαλύτερες σε δείγμα μελέτες δεν έδωσαν διαφορετικό αποτέλεσμα από μελέτες με μικρότερο δείγμα $Q(1) = 1,82$, $p = 0,18$.

Επίσης, οι διαφορετικές ταξινομήσεις ως όμως την προτίμηση χεριού δεν επηρέασαν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα $Q(2) = 1,31$, $p = 0,52$. Όμως, οι μελέτες που χρησιμοποίησαν την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – αριστερόχειρες (Α) - αμφιδέξιοι (Μ) ($n = 20$) δεν παρουσίασαν ετερογένεια, $I^2 = 0$, ενώ οι μελέτες που χρησιμοποίησαν την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) – δεξιόχειρες (Δ) ($n = 17$) ή την ταξινόμηση μη δεξιόχειρες (ΜΔ) – δεξιόχειρες (Δ) ($n = 7$) παρουσίασαν ετερογένεια, $I^2 = 53,49$ και $I^2 = 5,03$ αντίστοιχα.

2.4. Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη επιχειρήθηκε να γίνει στατιστική ενοποίηση και ανάλυση των ευρημάτων από 44 μελέτες που διερευνούσαν τη σχέση της δυσλεξίας και προτίμησης χεριού, χρησιμοποιώντας την τεχνική της μετα-ανάλυσης. Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων η αρχική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε καθώς προέκυψε μεγαλύτερος αριθμός μη δεξιόχειρων δυσλεξικών (αριστερόχειρων ή αμφιδέξιων) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό, τόσο στις μελέτες των Eglinton και Annet (1994), όσο και στις νεώτερες μελέτες. Από την ποσοτικοποίηση του μεγέθους της διαφοράς βρέθηκε ότι στις 21 μελέτες των Eglinton και Annet που είχαν πραγματοποιηθεί μέχρι το 1994, οι δυσλεξικοί έχουν 61% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες σε σύγκριση με τους μη δυσλεξικούς, ενώ από την επικαιροποίηση του αποτελέσματος (44 μελέτες) το ποσοστό αυτό ήταν 57%.

Το γεγονός ότι παλαιότερες και νεότερες μελέτες δείχνουν διαφορές στο ποσοστό προτίμησης του αριστερού χεριού στην ομάδα των δυσλεξικών σε συνδυασμό με την ετερογένεια που βρέθηκε μεταξύ των μελετών, οδήγησε στο να εξεταστεί αν ενδιάμεσες μεταβλητές, όπως ο χρόνος δημοσίευσης, το μέγεθος του δείγματος κάθε μελέτης και η ταξινόμηση που χρησιμοποίησαν οι μελετητές ως προς την προτίμηση χεριού, δικαιολογούν την ετερογένεια. Οι μεταβλητές αυτές δε φάνηκε να επηρεάζουν το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα της μετα-ανάλυσης, πράγμα που σημαίνει ότι το εύρημα παραμένει σταθερό ανεξαρτήτως των κριτηρίων που θέτουν οι ερευνητές τόσο για την προτίμηση χεριού όσο και για τη δυσλεξία, του χρόνου δημοσίευσης και το μέγεθος του δείγματος κάθε μελέτης.

Επίσης, όλες οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση εξετάστηκαν για την ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης. Η μεγάλη τιμή του ασφαλούς μεγέθους N , που ξεπερνάει ακόμη και τον αριθμό των υπό μελέτη ερευνών, η συμμετρία του κωνοειδούς διαγράμματος και το t κριτήριο του Egger, επιβεβαίωσαν τη σχετική εμπιστοσύνη που υπάρχει, ότι δηλαδή τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δεν οφείλονται σε σφάλμα δημοσίευσης.

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά στο 1^ο κεφάλαιο (υποκ. 1.1), η πλευρίωση ως προς τη χρήση του ενός χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι στενά συνδεδεμένα, με την ημισφαιρική επικράτηση να αποτελεί προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη των γνωστικών ικανοτήτων του ατόμου (Luria, 1973. Geschwind & Galaburda, 1985a.b. Hiscock, 1998). Από την ανασκόπηση της παλαιότερης και σύγχρονης βιβλιογραφίας και από την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων της παρούσας μετα-ανάλυσης καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν μεγαλύτερα ποσοστά μη δεξιοχειρίας (αριστερόχειρες ή αμφιδέξιοι). Η χρησιμοποίηση της προτίμησης χεριού ως έμμεσου δείκτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης στην παρούσα μετα-ανάλυση και τα ευρήματα που προέκυψαν επιβεβαιώνουν την υπόθεση σχετικά με το νευρολογικό υπόστρωμα της δυσλεξίας, δηλαδή τη μη τυπική εγκεφαλική πλευρίωση. Βέβαια, παρότι το αποτέλεσμα της παρούσας μετα-ανάλυσης είναι αξιόπιστο, η αριστεροχειρία από μόνη της δεν αποτελεί επαρκή λόγο για την εμφάνιση μαθησιακής διαταραχής, γι' αυτό δεν πρέπει κανείς να οδηγείται σε αυθαίρετες γενικεύσεις του τύπου ότι τα αριστερόχειρα παιδιά βρίσκονται σε κίνδυνο να εμφανίσουν δυσλεξία.

Στη συνέχεια, προκειμένου να προβούμε στη σφαιρική αξιολόγηση της πλευρίωσης των ατόμων με δυσλεξία, χρησιμοποιώντας τόσο έμμεσους δείκτες, όπως

την προτίμηση χεριού, όσο και άμεσους, όπως το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, που επιδιώκεται μέσα από την παρούσα έρευνα, πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανασκόπηση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε σε κάθε επιμέρους μελέτη της μετα-ανάλυσης. Σκοπός της ποιοτικής ανασκόπησης ήταν ο σχεδιασμός της μεθοδολογίας στην παρούσα έρευνα, ώστε η επιλογή των εργαλείων της αξιολόγησης της προτίμησης χεριού να γίνει με τρόπο που θα καθιστά τα αποτελέσματα συγκρίσιμα. Από τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανασκόπησης προέκυψαν ζητήματα προς διερεύνηση που αφορούν τόσο στον τρόπο μέτρησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, όσο και την επιλογή του δείγματος των μελετών, δηλαδή τα κριτήρια αξιολόγησης και διάγνωσης της δυσλεξίας (Κουφάκη & Παπαδάτου-Παστού, 2011).

Αναφορικά με τη συμπεριφορική πλευρίωση, οι περισσότερες μελέτες που συμπεριλήφθησαν στη παρούσα μετα-ανάλυση και πραγματοποιήθηκαν μετά το 1994, χρησιμοποιούσαν κυρίως ερωτηματολόγια για την αξιολόγηση της προτίμησης χεριού, με πιο συχνά χορηγούμενο το EE (Oldfield, 1971) και το ερωτηματολόγιο της Annett (1970a), ενώ μόνο δύο από τις μελέτες που είχαν συμπεριληφθεί στη μετανάλυση των Eglinton και Annett (1994) αξιολογούσαν την προτίμηση χεριού μέσω ερωτηματολογίων. Οι υπόλοιπες μελέτες ($n = 13$) χρησιμοποιούσαν άλλους τρόπους μέτρησης, όπως δοκιμασίες στις οποίες οι συμμετέχοντες καλούνταν να επιτελέσουν μία δραστηριότητα, για παράδειγμα, να χρησιμοποιήσουν ένα σφυρί, να ανοίξουν την πόρτα, να γράψουν κάτι, κ.τ.λ, με τις περισσότερες να μην προσδιορίζουν συγκεκριμένα τις δραστηριότητες αυτές, ώστε να δίνεται η δυνατότητα επανάληψης της πειραματικής διαδικασίας. Επιπλέον, τόσο οι παλαιότερες, όσο και οι πιο σύγχρονες μελέτες αναφέρονταν μόνο στην κατεύθυνση της προτίμησης χεριού και όχι στο βαθμό, που προκύπτει μέσω της ποσοτικοποίησης της επίδοσης, η οποία καθιστά τα ευρήματα συγκρίσιμα. Επίσης ελάχιστες μελέτες προέβησαν στην αξιολόγηση της δεξιότητας χεριού ($n = 2$) μέσα από δοκιμασίες δεξιότητας, που ο συνυπολογισμός τους για την αξιολόγηση της επικράτησης χεριού, συνίσταται και αποδεικνύεται ιδιαίτερα χρήσιμος (Rigal, 1992. Annett, 1996a).

Όσον αφορά τα μεθοδολογικά ζητήματα της αξιολόγησης και διάγνωσης της δυσλεξίας, η επιλογή διαφορετικών εργαλείων και διαγνωστικών δοκιμασιών από τους ερευνητές οδηγεί συχνά στη σύσταση διαφορετικών δειγμάτων. Το κύριο κριτήριο πάνω στο οποίο στηρίζονταν οι ερευνητές των μελετών που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση για την επιλογή του δείγματός τους ήταν η διάσταση μεταξύ της αναγνωστικής επίδοσης και της αναμενόμενης εν δυνάμει

αναγνωστικής του ικανότητας με βάση τη χρονολογική του ηλικία και τη φυσιολογική νοημοσύνη, όπως προσδιορίζεται από τα διεθνή συστήματα ταξινόμησης (ICD-10, DSM-IV). Όμως, αναφορικά με τη νοημοσύνη, φαίνεται ότι δεν υπάρχει μία κοινή γραμμή για την αξιολόγησή της, καθώς άλλοι ερευνητές προβαίνουν σε αξιολόγηση μόνο της μη λεκτικής νοημοσύνης, ενώ άλλοι αξιολογούν και τη λεκτική νοημοσύνη. Επιπρόσθετα, δεν υπάρχει συμφωνία σχετικά με το νοητικό ηλικίο που θεωρείται αντιπροσωπευτικό της φυσιολογικής νοημοσύνης ή σε αρκετές μελέτες ($n = 16$) δεν αναφέρεται.

Αντίστοιχα μεθοδολογικά ζητήματα αφορούν και την αναγνωστική ικανότητα με προεξέχον το γεγονός ότι δεν υπάρχουν πάντα σταθμισμένες δοκιμασίες για την αξιολόγηση της. Επομένως, οι ερευνητές χρησιμοποιούν διαφορετικούς και ποικίλους τρόπους για τη μέτρησή της και ανάλογα με την υπομελέτη γλώσσα που διενεργείται η έρευνα, εστιάζουν σε διαφορετικές διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας, όπως στην αποκωδικοποίηση, την ευχέρεια ή την κατανόηση. Επιπλέον, ελάχιστες ήταν οι μελέτες ($n = 7$) που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα μετα-ανάλυση, οι οποίες προέβησαν σε αξιολόγηση και της ορθογραφικής ικανότητας, παρά το γεγονός ότι σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η επίδοση των παιδιών με δυσλεξία σε ορθογραφικές δοκιμασίες μειονεκτεί σημαντικά σε σχέση με την επίδοση των παιδιών χωρίς δυσλεξία (διαφανείς γλώσσες: Frith, 1980. Snowling, 2000. Μη διαφανείς γλώσσες: Wimmer, 1996. Caranovas, Bruck & Genessee, 2003) και οι δυσκολίες τους στον τομέα αυτό φαίνεται να είναι πιο σοβαρές και επίμονες από τα αναγνωστικά τους προβλήματα (Maughan et al., 2009).

Συμπερασματικά, για μία συνθετική αποτίμηση του ρόλου των δύο ημισφαιρίων στη δυσλεξία μέσω της προτίμησης χεριού, κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή μελετών που θα χρησιμοποιούν συνδυασμό δοκιμασιών προτίμησης και δεξιότητας, που θα αξιολογούν και τις δύο διαστάσεις της συμπεριφορικής πλευρώσεως, την κατεύθυνση και τον βαθμό (Annett, 2011), όχι μόνο με ποιοτικούς χαρακτηρισμούς, για παράδειγμα ισχυρά δεξιόχειρας, αλλά προβαίνοντας και σε ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων τους που θα τα καθιστά συγκρίσιμα. Επίσης, η εφαρμογή μιας κοινής γραμμής για την αξιολόγηση και τη διάγνωση της δυσλεξίας, που θα βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια και δοκιμασίες αποτελεί προϋπόθεση για τη σφαιρική αξιολόγηση της σχέσης αυτής.

Τέλος, μία από τις πιο πρόσφατες θεωρήσεις πάνω στο πεδίο μελέτης της εγκεφαλικής ασυμμετρίας είναι πως διαφορετικού τύπου δυσκολίες των δυσλεξικών

ατόμων συνδέονται με διαφορετικές εκτροπές από την τυπική εγκεφαλική ασυμμετρία (Leonard & Eckert, 2008). Η γενετική θεωρία της Annet, προβλέπει ότι οι φτωχοί αναγνώστες που παρουσιάζουν φωνολογικού τύπου δυσκολίες είναι πιθανότερο να είναι αριστερόχειρες από ότι οι φτωχοί αναγνώστες που δεν έχουν τέτοιου τύπου δυσκολίες, ενώ αντίστοιχα οι φτωχοί ορθογράφοι ή όσοι έχουν επιφανειακού τύπου δυσκολίες έχουν περισσότερες πιθανότητες να είναι δεξιόχειρες ακόμα και από το γενικό πληθυσμό (Annett, 2011). Από την ανασκόπηση της παλαιότερης και σύγχρονης βιβλιογραφίας δεν προέκυψαν αρκετά στοιχεία, σχετικά με τις δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία, που να μας επιτρέψουν αν υποβάλουμε τα δεδομένα της παρούσας μετα-ανάλυσης σε παρόμοια διερεύνηση. Σύμφωνα με τους Leonard και Eckert (2008), μελλοντικές έρευνες που θα διαχωρίζουν με σαφή κριτήρια τις υπό μελέτη ομάδες των δυσλεξικών με βάση τις δυσκολίες τους και κατόπιν να προβαίνουν σε διερεύνηση της ανατομικής και λειτουργικής τους ασυμμετρίας, όπως και της προτίμησης χεριού (Annett, 2011) θα έδιναν τη δυνατότητα για πληρέστερα και πιο αξιόπιστα συμπεράσματα.

Εξαιτίας, λοιπόν, των περιορισμών των προηγούμενων μελετών που αναδείχθηκαν μέσα από την παρούσα μετα-ανάλυση, τα επόμενα κεφάλαια της παρούσας έρευνας βασίστηκαν σε αυτήν τη μετα-ανάλυση με τους εξής τρόπους: (α) με την άμεση αξιολόγηση των μαθητών που εμφανίζουν δυσλεξία μέσα από μια συστοιχία διαγνωστικών δοκιμασιών, καθώς και τη διάκρισή τους σε υπο-ομάδες ανάλογα με τις επιμέρους δυσκολίες τους (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.2), (β) με την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της σχέσης της δυσλεξίας με την συμπεριφορική πλευρίωση, όχι μόνο σε σχέση με την κατεύθυνση προτίμησης χεριού, αλλά και με το βαθμό και τη δεξιότητα χεριού (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3) και (γ) με την περαιτέρω διερεύνηση των διαφορών στη γλωσσική πλευρίωση του εγκεφάλου μέσω μιας έμμεσης αξιολόγησης με μια νευροψυχολογική δοκιμασία, καθώς και με άμεσο τρόπο μέσω της μεθόδου λειτουργικής απεικόνισης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.11 και 3.3.12). Μάλιστα, για μια περισσότερο ολοκληρωμένη προσέγγιση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και πλευρίωσης, χρησιμοποιήθηκαν και έμμεσοι ορμονικοί δείκτες μέσω του λόγου των δαχτύλων 2D:4D, για τον έλεγχο της υπόθεσης της τεστοστερόνης στη δυσλεξία (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.10).

2.5. Σκοπός και υποθέσεις της έρευνας

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τη λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία στη δυσλεξία με την εφαρμογή συνδυασμού μεθόδων τόσο για την αξιολόγηση της πλευρίωσης, μέσω έμμεσων συμπεριφορικών, νευροψυχολογικών και ορμονικών δεικτών, όσο και της δυσλεξίας μέσω συγκεκριμένων κριτηρίων και δοκιμασιών και να προβεί σε ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων, που θα τα καθιστά συγκρίσιμα. Επίσης, να επεκτείνει το πεδίο μελέτης της σχέσης αυτής, διερευνώντας το αιτιολογικό νευροβιολογικό υπόβαθρο της δυσλεξίας, μέσω μίας νέας, πρωτοποριακής και μη επεμβατικής μεθόδου λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, που θεωρείται και ιδιαίτερα φιλική μέθοδος προς τα παιδιά.

Επιπλέον, η παρούσα έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, βάσει των ιδιαίτερων δυσκολιών τους: (i) μαθητές με φωνολογική δυσκολία (ii) μαθητές με δυσκολία στην ταχεία ονομασία ερεθισμάτων. Οι δύο αυτές υπο-ομάδες θα συγκριθούν μεταξύ τους, όπως και με τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία ως προς τη λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία που παρουσιάζουν για τις γλωσσικές λειτουργίες καθώς και στις υπόλοιπες δοκιμασίες αξιολόγησης της πλευρίωσης (συμπεριφορικές, νευροψυχολογικές, ορμονικές). Η μελέτη πάνω σε αυτό το πεδίο έρευνας βρίσκεται ακόμα σε πολύ αρχικό στάδιο και τα αποτελέσματα φαίνεται να είναι αντιφατικά και αντικρουόμενα.

Τέλος, για την αξιολόγηση της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας με τη μέθοδο του διακρανιακού υπέρηχου Doppler σε πληθυσμό με δυσλεξία έχει διενεργηθεί μόλις μία μελέτη σε ενήλικες συμμετέχοντες (Illingworth & Bishop, 2009). Για το λόγο αυτό, εξετάζονται και τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας, μελετώντας δύο ηλικιακές ομάδες, μαθητές δημοτικού ηλικίας 8 έως 12 ετών και μαθητές γυμνασίου 12 έως 15 ετών, καθώς και πιθανές διαφυλικές διαφορές.

Οι κύριες υποθέσεις για τη σχέση δυσλεξίας και πλευρίωσης μέσω έμμεσων (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί) και άμεσων εγκεφαλικών δεικτών (υπέρηχος Doppler) είναι οι ακόλουθες:

(α₁) Υπόθεση μηδενική: Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ δυσλεξίας και πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται τόσο από έμμεσους δείκτες (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί), όσο και από άμεσους εγκεφαλικούς δείκτες (υπέρηχος Doppler).

(α₂) Υπόθεση εναλλακτική 1: Οι μαθητές με δυσλεξία διαφέρουν από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, i) ως προς το βαθμό πλευρίωσης, με τους πρώτους να παρουσιάζουν μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς) και ii) ως προς την κατεύθυνση πλευρίωσης, με τους πρώτους να εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση (συμπεριφορικοί, νευροψυχολογικοί και άμεσοι εγκεφαλικοί δείκτες).

Οι κύριες υποθέσεις για τη σχέση υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, δηλαδή μαθητές με φωνολογική δυσκολία και μαθητές με δυσκολία ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, και πλευρίωσης μέσω έμμεσων (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί) και άμεσων εγκεφαλικών δεικτών (υπέρηχος Doppler) είναι οι ακόλουθες:

(β₁) Υπόθεση μηδενική: Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ υπο-ομάδων δυσλεξίας και πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται τόσο από έμμεσους δείκτες (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί), όσο και από άμεσους εγκεφαλικούς δείκτες (υπέρηχος Doppler).

(β₂) Υπόθεση εναλλακτική 1: Οι υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία, διαφέρουν μεταξύ τους αλλά και από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, με την υπο-ομάδα μαθητών με τις φωνολογικές δυσκολίες να παρουσιάζει i) μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς) και ii) να εμφανίζει πιο συχνά, μη τυπική πλευρίωση (συμπεριφορικοί, νευροψυχολογικοί και άμεσοι εγκεφαλικοί δείκτες).

Τέλος, οι κύριες υποθέσεις για τη μελέτη των αναπτυξιακών και διαφυλικών διαφορών είναι οι ακόλουθες:

(γ₁) Υπόθεση μηδενική: Δεν υπάρχουν ηλικιακές ή/και διαφυλικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία ως προς την πλευρίωση (συμπεριφορικοί, ορμονικοί, νευροψυχολογικοί και άμεσοι εγκεφαλικοί δείκτες).

(γ₂) Υπόθεση εναλλακτική 1: Τα αγόρια με δυσλεξία ή/και οι μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό, παρουσιάζουν τους μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς).

Κεφάλαιο 3^ο

Μεθοδολογία μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης

3.1. Συμμετέχοντες

Στην έρευνα έλαβαν συνολικά μέρος 98 μαθητές 8-15 ετών, 57 αγόρια (Μ.Ο. = 143,58 μήνες, Τ.Α. = 19,32 μήνες, εύρος = 84 μήνες) και 41 κορίτσια (Μ.Ο. = 147,86 μήνες, Τ.Α. = 17,74 μήνες, εύρος = 61,2 μήνες) που φοιτούσαν σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του νομού Αττικής. Η αξιολόγηση των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις.

Κατά την πρώτη φάση, όλοι οι μαθητές αξιολογήθηκαν με μία σειρά από διαγνωστικές δοκιμασίες προκειμένου να ενταχθούν σε μία από τις δύο παρακάτω ομάδες: α) μαθητές με δυσλεξία και β) μαθητές χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες-δυσλεξία, σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια συμπερίληψης (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.2). Βάσει των κριτηρίων συμπερίληψης, στις τελικές αναλύσεις της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 95 μαθητές (55 αγόρια) εκ των οποίων οι 47 αποτέλεσαν την ομάδα μαθητών με δυσλεξία, 31 αγόρια (Μ.Ο. = 146,60 μήνες, Τ.Α. = 19,77 μήνες, εύρος = 82,8 μήνες) και 16 κορίτσια (Μ.Ο. = 145,80 μήνες, Τ.Α. = 18,10 μήνες, εύρος = 60 μήνες) και 48 μαθητές αποτέλεσαν την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία, 24 αγόρια (Μ.Ο. = 141,60 μήνες, Τ.Α. = 18,73 μήνες, εύρος = 70,8 μήνες) και 24 κορίτσια (Μ.Ο. = 148,35 μήνες, Τ.Α. = 17,64 μήνες, εύρος = 58,8 μήνες). Τρεις συμμετέχοντες από το αρχικό δείγμα αποκλείστηκαν γιατί δεν πληρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης που τέθηκαν²⁵. Οι δύο ομάδες ήταν

²⁵ Από τους μαθητές με αρχική διάγνωση δυσλεξίας από ΚΕΔΔΥ ή Ιατροπαιδαγωγική υπηρεσία, αποκλείστηκε ένας μαθητής επειδή η επίδοσή του στο τεστ μη λεκτικής νοημοσύνης ήταν κάτω από και το 25^ο εκατοστημόριο (βαθμολογία στο τεστ Raven < 60) και ένας μαθητής επειδή η επίδοσή του στο σταθμισμένο τεστ ανάγνωσης βρίσκονταν στο μέσο όρο (εκατοστημόριο > 50).

στοιχισμένες κατά ηλικία ($p = 0,688$), φύλο ($p = 0,118$), και τη μη λεκτική νοημοσύνη (όλα τα $p > 0,698$). Επιπρόσθετα, οι δύο ομάδες χωρίστηκαν σε δύο ηλικιακές ομάδες με βάση τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) προκειμένου να διερευνηθούν και τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των δύο ομάδων. Στο δημοτικό φοιτούσαν 50 μαθητές, εκ των οποίων οι 22 ήταν μαθητές με δυσλεξία (Μ.Ο. = 130,64 μήνες, Τ.Α. = 12,02 μήνες, εύρος = 49,2 μήνες) και οι 28 μαθητές χωρίς δυσλεξία (Μ.Ο. = 132,2 μήνες, Τ.Α. = 10 μήνες, εύρος = 34,8 μήνες). Στο γυμνάσιο φοιτούσαν 45 μαθητές, εκ των οποίων οι 25 ήταν μαθητές με δυσλεξία (Μ.Ο. = 160,13 μήνες, Τ.Α. = 11,98 μήνες, εύρος = 48 μήνες) και οι 20 μαθητές χωρίς δυσλεξία (Μ.Ο. = 162,43 μήνες, Τ.Α. = 11,37 μήνες, εύρος = 37,2 μήνες).

Κατά τη δεύτερη φάση, οι δύο ομάδες αξιολογήθηκαν ως προς την πλευρίωση της γλώσσας χρησιμοποιώντας έμμεσους συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς δείκτες. Στην αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης έλαβαν μέρος και οι 95 μαθητές του δείγματος, ενώ στην αξιολόγηση των ορμονικών δεικτών συλλέχθηκαν δεδομένα από 74 μαθητές (35 μαθητές με δυσλεξία). Από το συνολικό δείγμα, 78 μαθητές έδωσαν συγκατάθεση να συμμετάσχουν σε περαιτέρω αξιολόγηση της εγκεφαλικής τους πλευρίωσης με το λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Από τα παιδιά αυτά, ωστόσο, μόνο τα 54 [20 μαθητές με δυσλεξία (14 αγόρια) και 34 μαθητές χωρίς δυσλεξία (15 αγόρια)] συμπεριλήφθησαν στην ανάλυση των αποτελεσμάτων της άμεσης αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης, καθώς 16 μαθητές δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν 15 από τους 30 πειραματικούς κύκλους της γλωσσικής δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου σχεδίου, προκειμένου να θεωρηθεί αξιόπιστο το αποτέλεσμα και σε 8 μαθητές (3 μαθητές με δυσλεξία), ο εντοπισμός του υπερηχητικού σήματος ήταν αδύνατος, είτε λόγω μη διαπερατότητας του κροταφικού οστού, είτε λόγω διάθεσης περιορισμένου χρόνου για τον εντοπισμό του (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.2 & 3.3.12). Επιπρόσθετα, τα κριτήρια για τη συμπερίληψη των συμμετεχόντων στην έμμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας, τα πληρούσαν 54 μαθητές [14 μαθητές με δυσλεξία (10 αγόρια) και 39 μαθητές χωρίς δυσλεξία (18 αγόρια)] (βλ. υποκ. 3.2 & 3.3.11).

3.2. Κριτήρια και διαδικασία συμπερίληψης

Επίσης, αποκλείστηκε μία μαθήτρια από την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία, καθώς η επίδοσή της στη δοκιμασία Αναγνωστικής Ευχέρειας ήταν κάτω από το 25^ο εκατοστημόριο.

Όλοι οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν με μια σειρά από διαγνωστικές δοκιμασίες πριν από την ένταξή τους σε μία από τις δύο υπό μελέτη ομάδες της έρευνας. Τα κριτήρια που τέθηκαν για την επιλογή ολόκληρου του δείγματος περιλάμβαναν την απουσία κάποιας νευρολογικής ή άλλης φύσεως ψυχιατρικής διαταραχής ή κάποιο αισθητηριακό ελάττωμα (π.χ., επιληψία, μηνιγγίτιδα, σκλήρυνση κατά πλάκας, μειωμένη όραση η ακοή κ.ά.). Οι πληροφορίες αυτές συλλέχθηκαν κατόπιν συνεντεύξεως με τους γονείς. Επίσης όλοι οι μαθητές είχαν μητρική γλώσσα τα Ελληνικά.

Προϋπόθεση προκειμένου να συμπεριληφθεί ένας μαθητής στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία αποτελούσε να έχει απευθυνθεί σε ΚΕ.Δ.Δ.Υ²⁶ ή δημόσια Ιατροπαιδαγωγική Υπηρεσία της χώρας με αίτημα τη διάγνωση δυσλεξίας. Όσοι μαθητές είχαν αξιολογηθεί από την διεπιστημονική ομάδα των παραπάνω υπηρεσιών και είχαν λάβει διάγνωση δυσλεξίας ή ειδικής μαθησιακής δυσκολίας ή διαταραχής της ανάγνωσης και του γραπτού λόγου, κατόπιν αξιολογήθηκαν με μία συστοιχία διαγνωστικών δοκιμασιών (βλ. υποκ. 3.3) προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αναγνωστική τους δυσκολία.

Η αξιολόγηση τους έγινε σύμφωνα με τα κριτήρια που προτείνουν τα διεθνή συστήματα ταξινόμησης για τη δυσλεξία. Συγκεκριμένα, προκειμένου να συμπεριληφθεί ένας μαθητής στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία, έπρεπε να εμφανίζει φυσιολογική νοημοσύνη και η επίδοσή του σε ένα σταθμισμένο τεστ ανάγνωσης ή/και ορθογραφίας να είναι σημαντικά χαμηλότερη από τη μέση επίδοση μαθητών ίδιας χρονολογικής ηλικίας. Όσον αφορά τη νοημοσύνη, η μη λεκτική νοημοσύνη των μαθητών αξιολογήθηκε με την Κλίμακα Τυποποιημένων Προοδευτικών Μητρών του Raven (βλ. υποκ. 3.3.1) και η λεκτική νοημοσύνη μέσω δύο λεκτικών δοκιμασιών από την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition, 1991) (βλ. υποκ. 3.3.2). Στις τελικές αναλύσεις της παρούσας μελέτης συμμετείχαν μόνο όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση στην Κλίμακα τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven που τους τοποθετούσε πάνω από το 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης, δηλαδή στη μέση φυσιολογική νοημοσύνη (βλ. Πίνακα 3.2). Επίσης, οι μαθητές που ο τυπικός τους βαθμός στις δύο λεκτικές δοκιμασίες του

²⁶ Κέντρο Διαφοροδιάγνωσης, Διάγνωσης και Υποστήριξης. Δημόσια εκπαιδευτική υπηρεσία, αρμοδιότητας του Υπουργείου Παιδείας που έχει ως σκοπό την προσφορά υπηρεσιών διάγνωσης, αξιολόγησης και υποστήριξης των μαθητών και ιδιαίτερα εκείνων που έχουν ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

WISC-III απείχε 1,5 τυπική απόκλιση από το μέσο όρο, δεν συμπεριλήφθησαν στην παρούσα μελέτη.

Ως χαμηλή επίδοση σε μία αναγνωστική ή ορθογραφική δοκιμασία συνήθως θεωρείται από τους ερευνητές αυτή που απέχει 1,5 τυπική απόκλιση από το μέσο όρο ή αλλιώς, όταν η αναγνωστική ηλικία του μαθητή (όπως προκύπτει από τους πίνακες βαθμολόγησης της δοκιμασίας που του χορηγήθηκε) απέχει περισσότερο από 18 μήνες από τη χρονολογική του ηλικία (βλ. ενδεικτικά, Robinchon & Habib, 1998. Rippon & Brunswick, 2000. Braun et al., 2000. Foster et al., 2002. Velay et al., 2002). Άλλοι ερευνητές λαμβάνουν ως σημαντικά χαμηλές επιδόσεις, αυτές που κατατάσσουν το μαθητή κάτω από το 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης μεταξύ συνομηλίκων (βλ. ενδεικτικά, Stanovich & Siegel, 1994. Shaywitz et al., 2002. Fletcher, Morris, & Lyon, 2003. Hoeft, Ueno, Reiss, Meyler, Whitfield-Gabrieli, et al., 2007. Bach, Brandeis, Hofstetter, Martin, Richardson, et al., 2010), ενώ άλλοι θέτοντας πιο αυστηρά κριτήρια, συμπεριλαμβάνουν στο δείγμα τους τις επιδόσεις που τοποθετούν το μαθητή στο χαμηλότερο 10^ο εκατοστημόριο (π.χ. Boets et al., 2007).

Όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο (υποκεφάλαιο 2.1), η ύπαρξη μη σαφών κριτηρίων από τα διεθνή συστήματα ταξινόμησης οδηγεί στη διαφορετική επιλογή διαγνωστικών διαδικασιών και εργαλείων από τους ερευνητές και κατά συνέπεια στη σύσταση διαφορετικών δειγμάτων. Στην προτεινόμενη αναθεώρηση του DSM-5, για πρώτη φορά αναφέρεται ότι κριτήριο προκειμένου να τεθεί η διάγνωση της δυσλεξίας αποτελεί η χαμηλή επίδοση του παιδιού σε δοκιμασίες αναγνωστικής αποκωδικοποίησης ή ευχέρειας της ανάγνωσης και όχι σε δοκιμασίες αναγνωστικής κατανόησης (Snowling & Hulme, 2012). Σε ένα άρθρο που μόλις δημοσιεύτηκε (Al-Yagon, Cavendish, Cornoldi, Fawcett, Grünke, et al., 2013), ερευνητές από πολλές χώρες (Αυστραλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ινδία, Ισραήλ, Ιταλία, Ισπανία, Ταιβάν, Ηνωμένο Βασίλειο και Η.Π.Α) σχολίασαν τις προτεινόμενες αναθεωρήσεις του DSM-5 και η διεθνούς φήμης ερευνήτρια Angela Fawcett, εκπροσωπώντας το Ηνωμένο Βασίλειο, ανέφερε ότι η αφαίρεση της αναγνωστικής κατανόησης από τα κριτήρια βασίζεται σε ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι οι μαθητές με δυσλεξία δεν υστερούν στην κατανόηση, αλλά αντίθετα, βασίζονται σε αυτήν προκειμένου να ανταποκριθούν στις αποκωδικοποιητικές απαιτήσεις της ανάγνωσης. Επιπρόσθετα, ανέφερε ότι η προτεινόμενη συμπερίληψη της αναγνωστικής ευχέρειας στα κριτήρια αποτελεί ένα πολύ σημαντικό βήμα καθώς αφορά μία διάσταση της ανάγνωσης στην

οποία τα άτομα με δυσλεξία εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν δυσκολίες καθ' όλη τη διάρκεια τη ζωή τους.

Λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια αυτά, οι μαθητές που είχαν λάβει προηγούμενη διάγνωση (δυσλεξίας ή ειδικής μαθησιακής δυσκολίας ή διαταραχής της ανάγνωσης και του γραπτού λόγου) αξιολογήθηκαν με το Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-Α (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2007) (βλ. υποκ. 3.3.3) το οποίο επιτρέπει τη σφαιρική αξιολόγηση της αναγνωστικής ικανότητας μαθητών δημοτικού και γυμνασίου (Γ' δημοτικού έως Γ' γυμνασίου) και την ανίχνευση εκείνων που αντιμετωπίζουν σοβαρές αναγνωστικές δυσκολίες. Από τις συνολικά 10 δοκιμασίες του τεστ, χορηγήθηκαν τέσσερις δοκιμασίες, εκ των οποίων οι τρεις αφορούν την ικανότητα αποκωδικοποίησης (βλ. υποκ. 3.3.3.1, 3.3.3.2 και 3.3.3.3) και μία την αναγνωστική ευχέρεια (βλ. υποκ. 3.3.3.4). Από τις δοκιμασίες αυτές προκύπτει ένας δείκτης επίδοσης (τυπικός βαθμός) στην αποκωδικοποίηση και ένας στην ευχέρεια της ανάγνωσης. Όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε στο χαμηλότερο 20^ο εκατοστημόριο συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους σε έναν από τους δύο δείκτες συμπεριλήφθησαν στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία.

Ένα επιπρόσθετο κριτήριο για τη συμπερίληψη των συμμετεχόντων στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία ήταν η επίδοσή τους στην ορθογραφία. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η επίδοση των παιδιών με δυσλεξία σε ορθογραφικές δοκιμασίες μειονεκτεί σημαντικά σε σχέση με την επίδοση των παιδιών χωρίς δυσλεξία (διαφανείς γλώσσες: Frith, 1980. Snowling, 2000. μη διαφανείς γλώσσες: Wimmer, 1996. Caranovas, Bruck & Genessee, 2003) και παρά το γεγονός ότι οι δυσκολίες αυτές φαίνεται να είναι πιο σοβαρές και επίμονες από τα αναγνωστικά τους προβλήματα (Maughan et al., 2009), συχνά η αξιολόγηση τους στην ερευνητική πράξη παραμελείται. Συνεπώς, οι μαθητές που συμπεριλήφθησαν στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία αξιολογήθηκαν και ως προς την ορθογραφική τους ικανότητα. Οι μαθητές του δημοτικού αξιολογήθηκαν με τη σταθμισμένη δοκιμασία ορθογραφικής ικανότητας Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας (βλ. υποκ. 3.3.4.1) και κριτήριο συμπερίληψής τους αποτελούσε η επίδοσή τους να βρίσκεται στο 25^ο εκατοστημόριο συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους. Λόγω της έλλειψης σταθμισμένων δοκιμασιών ορθογραφίας στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα για τους μαθητές που φοιτούν στο γυμνάσιο, στους μαθητές αυτούς δεν τέθηκε κάποιο συγκεκριμένο κριτήριο αλλά αξιολογήθηκαν οι επιδόσεις τους σε ποσοστά επιτυχίας (%), όπως φαίνεται στον Πινάκα 4.2 (κεφ. 4. υποκ. 4.1). Τέλος,

όσον αφορά τους μαθητές με δυσλεξία δεν πραγματοποιήθηκε διαφορετική διάγνωση για την περίπτωση συννοσηρότητας με διαταραχή ελλειμματικής προσοχής-υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ).

Αναφορικά με τους μαθητές με δυσλεξία, η παρούσα έρευνα προχώρησε στη διάκριση υπο-ομάδων (υποτύπων)²⁷ καθώς τα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι διαφορετικοί τύποι αναγνωστικών δυσκολιών σχετίζονται με διαφορές στην εγκεφαλική οργάνωση (Leonard & Eckert, 2008) αλλά και στην προτίμηση χεριού (Annett, 2011). Σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής διαδρομής για την ερμηνεία της ανάγνωσης (βλ. κεφ.1. υποκ. 2.5.3), όταν ο μαθητής έρχεται αντιμέτωπος με μια λέξη, μπορεί να την αναγνωρίσει με δύο τρόπους: α) είτε άμεσα, στην ολότητά της, μέσω της λεξικής διαδρομής η οποία συχνά αναφέρεται ως εικονική/ορθογραφική αναγνώριση της λέξης, β) είτε έμμεσα αποκωδικοποιώντας τα γράμματα της λέξης στη σειρά, ακολουθώντας τη γραφοφωνολογική ή αλλιώς υπολεξική διαδρομή (Castle & Coltheart, 1993). Στους μαθητές με δυσλεξία που έχουν δυσκολία στη φωνολογική αποκωδικοποίηση της λέξης μέσω της υπολεξικής διαδρομής έχει αποδοθεί ο χαρακτηρισμός «φωνολογική δυσλεξία», ενώ για την δυσκολία των μαθητών στην εικονική ή ορθογραφική αναπαράσταση της λέξης, έχει αποδοθεί ο χαρακτηρισμός «επιφανειακή δυσλεξία».

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Castle και Coltheart (1993), εισηγητών του μοντέλου της διπλής διαδρομής, οι δυσκολίες των μαθητών με φωνολογική δυσλεξία διαφαίνονται μέσα από δοκιμασίες ακρίβειας στην ανάγνωση ψευδολέξεων, οι οποίες είναι ικανές να εντοπίσουν προβλήματα στην υπολεξική διαδρομή. Αντίστοιχα, ο εντοπισμός δυσκολιών στη λεξική διαδρομή επιτυγχάνεται μέσω δοκιμασιών ανάγνωσης «ανώμαλων» ορθογραφικά λέξεων. Δεδομένης της απουσίας τέτοιων λέξεων στην ελληνική γλώσσα, για την αξιολόγηση της πρόσβασης στη λεξική διαδρομή και αντίστοιχα οι επιφανειακού τύπου δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία, στην παρούσα έρευνα δεν ήταν εφικτό να ακολουθηθεί η μεθοδολογία των Castle και Coltheart (1993).

Οι Manis et al. (1999), έχουν βρει ότι η επίδοση στις ανώμαλες ορθογραφικά λέξεις σχετίζεται σημαντικά με την επίδοση στις δοκιμασίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, που αξιολογούν τη χρονική διάσταση των αναγνωστικών δεξιοτήτων (Wolf, Bowers, & Biddle, 2000. Bowers, 2003.). Παρόλο που το μοντέλο της διπλής

²⁷ Αναφέρεται ο όρος υπο-ομάδα αντί υποτύπος καθώς οι δυσκολίες των μαθητών που περιγράφει δεν είναι αποκλειστικά φωνολογικές ή δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, αλλά αποτελούν την κυρίαρχη δυσκολία του μαθητή.

διαδρομής δεν κάνει προβλέψεις για τη σύνδεση της επιφανειακής δυσλεξίας με την ταχεία ονομασία ερεθισμάτων, μια πιθανή εξήγηση για τη διασύνδεση των προβλημάτων στη λεξική διαδρομή και στη χρονική διάσταση της ανάγνωσης είναι ότι τα παιδιά αυτά εμφανίζουν μια οπτική δυσλειτουργία, η οποία εμποδίζει την άμεση, εικονική αναγνώριση της λέξης και κατά συνέπεια τα καθιστά αργούς αναγνώστες (Zoccolotti De Luca, Di Pace, Judica, Orlandi, 1999. Bowers, Golden, Kennedy, & Young, 1994). Επομένως, οι δυσκολίες που εντοπίζονται στην επιφανειακή δυσλεξία και οι δυσκολίες στην ταχεία ονομασία ερεθισμάτων, όπως περιγράφονται στην υπόθεση του διπλού ελλείμματος για τη δυσλεξία (βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.2.1), ενδεχομένως να μοιράζονται το ίδιο αιτιολογικό υπόβαθρο (Douklias et al., 2009).

Για τη διάκριση επομένως των μαθητών με δυσλεξία, χορηγήθηκε η δοκιμασία ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων (TOE) (βλ. υποκ. 3.3.6) για την αξιολόγηση των δυσκολιών πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση της λέξης, που έχουν περιγραφεί ως επιφανειακού τύπου δυσκολίες και εκφράζονται ως αργή ονομασία οπτικά οικείων ερεθισμάτων (π.χ. εικόνων, γραμμάτων, αριθμών και χρωμάτων). Επίσης για τον εντοπισμό των μαθητών που εκδηλώνουν δυσκολίες φωνολογικού τύπου, χορηγήθηκε μία δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος ψευδολέξεων (βλ. υποκ. 3.3.5) η οποία για μία διαφανή ορθογραφικά γλώσσα όπως τα ελληνικά και για την ηλικία των συμμετεχόντων της παρούσας έρευνας, εμφανίζει ευαισθησία στην ανίχνευση τέτοιου τύπου δυσκολιών (McBride-Chang, 1995. Protopapas & Skaloumbakas, 2007).

Για την ταξινόμηση των μαθητών σε δύο υπο-ομάδες, κριτήριο αποτέλεσε η μέση επίδοση τους στη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος και στις δοκιμασίες TOE. Την υπο-ομάδα μαθητών με «φωνολογικού τύπου δυσκολίες» την αποτέλεσαν όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε κάτω από το μέσο όρο επίδοσης στη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος. Την υπο-ομάδα «μαθητές με δυσκολίες ταχείας ονομασίας²⁸» την αποτέλεσαν όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε κάτω από το μέσο όρο επίδοσης στις δοκιμασίες TOE (για περισσότερες λεπτ. βλ. υποκ. 3.3.5 και 3.3.6).

²⁸ Ο όρος «δυσκολίες ταχείας ονομασίας» επιλέχθηκε αντί του όρου «επιφανειακού τύπου δυσκολίες» καθώς η αξιολόγηση των μαθητών βασίστηκε σε δοκιμασίες TOE και όχι σε ανάγνωση «ανώμαλων» ορθογραφικά λέξεων, αφού στην ελληνική γλώσσα οι τελευταίες είναι πολύ περιορισμένες.

Η επιλογή των μαθητών που αποτέλεσαν την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία ήταν τυχαία, με την προϋπόθεση να μη διαφέρουν από την ομάδα μαθητών με δυσλεξία αναφορικά με το φύλο, την ηλικία και τη μη λεκτική νοημοσύνη, και προέκυψε ύστερα από την έγγραφη συγκατάθεση των γονέων τους για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Μοναδικό κριτήριο για τη συμπερίληψή τους στις τελικές αναλύσεις της έρευνας ήταν να εμφανίζουν φυσιολογική νοημοσύνη και αναγνωστική ικανότητα. Τα κριτήρια που τέθηκαν σχετικά με την νοημοσύνη ήταν ακριβώς τα ίδια που παρουσιάστηκαν παραπάνω και για την ομάδα μαθητών με δυσλεξία.

Σχετικά με την αναγνωστική ικανότητα, προκειμένου να αποκλειστεί το ενδεχόμενο κάποιος από αυτούς τους μαθητές της ομάδας χωρίς δυσλεξία να εμφανίζει αναγνωστικά προβλήματα που δεν έχουν εντοπιστεί στο παρελθόν, χορηγήθηκε όπως και στους μαθητες με δυσλεξία η δοκιμασία της Ευχέρειας από το Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-Α (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2007). Σύμφωνα με τους Πρωτόπαπα και Σκαλούμπακα (2008), για την ελληνική γλώσσα η αναγνωστική ευχέρεια θεωρείται ο χρησιμότερος δείκτης αναγνωστικής επίδοσης και εκτίμησης των αναγνωστικών δυσκολιών και οι μετρήσεις της διακρίνουν ισχυρά μεταξύ μαθητών με δυσλεξία και του γενικού μαθητικού πληθυσμού. Πράγματι, η μελέτη που πραγματοποίησαν σε ένα δείγμα 520 μαθητών δημοτικού και γυμνασίου έδειξε ότι η πιο χρήσιμη μεμονωμένη μέτρηση για τη διάκριση μαθητών με δυσλεξία από το γενικό μαθητικό πληθυσμό, και στις δύο ηλικιακές ομάδες που εξετάστηκαν (δημοτικό-γυμνάσιο), ήταν η ευχέρεια μεγαλόφωνης ανάγνωσης κειμένου. Έτσι, προκειμένου να συμπεριληφθεί ένας μαθητής από την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία στις τελικές αναλύσεις της έρευνας έπρεπε να σημειώσει επίδοση που να τον τοποθετεί πάνω από το 30^ο εκατοστημόριο επίδοσης στην δοκιμασία αναγνωστικής Ευχέρειας. Συνοπτικά τα διαγνωστικά κριτήρια που τέθηκαν για τους συμμετέχοντες στις δύο ομάδες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Τέλος, για την έμμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (βλ. υποκ. 3.3.11), προϋπόθεση αποτελούσε ο συμμετέχων να έχει απαντήσει σωστά τουλάχιστον στο 50% των δοκιμασιών, δηλαδή 60 ή περισσότερες σωστές απαντήσεις, και για την άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, να έχει ολοκληρώσει 50% των πειραματικών κύκλων της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (βλ. υποκ. 3.3.12), προκειμένου να θεωρηθεί αξιόπιστο το αποτέλεσμα (Bishop et al., 2009).

Πίνακας 3.1

Κριτήρια που τέθηκαν για την συμπερίληψη των συμμετεχόντων στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία.

Κριτήρια Συμπερίληψης	Δυσλεξία	Χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες
Νευρολογική ή ψυχιατρική διαταραχή ή κάποιο αισθητηριακό ελάττωμα	Απουσία	Απουσία
Μη λεκτική νοημοσύνη	Φυσιολογική νοημοσύνη >25 ^ο εκατοστημόριο	Φυσιολογική νοημοσύνη >25 ^ο εκατοστημόριο
Λεκτική νοημοσύνη	Φυσιολογική νοημοσύνη	Φυσιολογική νοημοσύνη
Αναγνωστική ικανότητα		
α) Αποκωδικοποίηση	α) $\leq 20^{\circ}$ εκατοστημόριο ή	α) δεν αξιολογήθηκε
β) Ευχέρεια	β) $\leq 20^{\circ}$ εκατοστημόριο ή/και	β) $> 30^{\circ}$ εκατοστημόριο
Ορθογραφική Ικανότητα	$\leq 25^{\circ}$ εκατοστημόριο	δεν αξιολογήθηκε

3.3. Μέσα συλλογής των δεδομένων

Η αξιολόγηση των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Σε πρώτη φάση οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν με μία σειρά από διαγνωστικές δοκιμασίες προκειμένου να ενταχθούν σε μία από τις δύο ομάδες α) μαθητές με δυσλεξία και β) μαθητές χωρίς δυσλεξία και για τη διάκριση των μαθητών με δυσλεξία σε δύο υπο-ομάδες με βάση τις διαφορετικού τύπου δυσκολίες τους i) φωνολογικές και ii) ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων. Συνοπτικά οι δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη διαγνωστική αξιολόγηση είναι οι εξής:

Νοημοσύνη: Για την αξιολόγηση της μη λεκτικής νοημοσύνης των συμμετεχόντων επιλέχθηκε η Κλίμακα τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven (Raven, 1976. Raven, Raven, & Court, 1998. 2003) (βλ. υποκ. 3.3.1) και συγκεκριμένα η έκδοση των Έγχρωμων Προοδευτικών Μητρών (CPM, Colored Progressive Matrices) (βλ. υποκ. 3.3.1.1) για τους μαθητές του δημοτικού και η έκδοση των Τυπικών Προοδευτικών Μητρών (SPM, Standard Progressive Matrices) (βλ. υποκ. 3.3.1.2) για τους μαθητές του γυμνασίου. Για την αξιολόγηση της λεκτικής νοημοσύνης επιλέχθηκαν δύο λεκτικές δοκιμασίες από την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition, 1991) (βλ. υποκ. 3.3.2), η οποία έχει προσαρμοστεί και σταθμιστεί στην ελληνική γλώσσα (Γεώργας, Παρασκευόπουλος, Μπεζεβέγκης, & Γιαννίτσας, 1997).

Αναγνωστική Ικανότητα: Για την αξιολόγηση της αναγνωστικής ικανότητας επιλέχθηκε το Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-Α (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2007) (βλ. υποκ. 3.3.3) το οποίο επιτρέπει τη σφαιρική αξιολόγηση της αναγνωστικής ικανότητας μαθητών δημοτικού και γυμνασίου (Γ΄ δημοτικού έως Γ΄ γυμνασίου) και την ανίχνευση εκείνων που αντιμετωπίζουν σοβαρές αναγνωστικές δυσκολίες.

Ορθογραφική Ικανότητα: Η ορθογραφική ικανότητα των μαθητών αξιολογήθηκε με τη Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας (Μουζάκη, Πρωτόπαπας, Σιδερίδης & Σίμος, 2010) (βλ. υποκ. 3.3.4.1) που απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού. Λόγω απουσίας σταθμισμένων εργαλείων στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα για την αξιολόγηση της ορθογραφικής ικανότητας των μαθητών του γυμνασίου, σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα χορηγήθηκαν δύο δοκιμασίες από την Κλίμακα Μαθησιακής Αξιολόγησης (ΚΛΙΜΑ, Σκαλούμπακας, Πρωτόπαπας & Νικολόπουλος, 2003), η Ορθογραφία Λέξεων (βλ. υποκ. 3.3.4.2.1) και η Ορθογραφία Κειμένου (βλ. υποκ. 3.3.4.2.2).

Οι διαγνωστικές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη διάκριση των μαθητών με δυσλεξία σε δύο υπο-ομάδες ήταν η φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος από την ΚΛΙΜΑ (Σκαλούμπακας & συν., 2003) (βλ. υποκ. 3.3.5) και οι δοκιμασίες Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων (ΤΟΕ) (Papadopoulos et al., 2009) (βλ. υποκ. 3.3.6).

Σε δεύτερη φάση αξιολογήθηκε η πλευρίωση των συμμετεχόντων. Η αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μέσω τριών δοκιμασιών, δύο προτίμησης και μία δεξιότητας χεριού. Η ορμονική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε μέσω τριών έμμεσων ορμονικών δεικτών και η πλευρίωση της

γλώσσας πραγματοποιήθηκε μέσω δύο εγκεφαλικών μετρήσεων. Ένας έμμεσος δείκτης εγκεφαλικής πλευρίωσης προέκυψε από μια νευροψυχολογική δοκιμασία μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και ένας άμεσος από τη μέθοδο απεικόνισης με το διακρανιακό υπερήχο Doppler. Συνοπτικά οι δοκιμασίες για την αξιολόγηση της πλευρίωσης παρουσιάζονται παρακάτω:

Προτίμηση και δεξιότητα χεριού: Όσον αφορά στην προτίμηση χεριού χορηγήθηκαν δύο δοκιμασίες: το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EE) (Edinburgh Handedness Inventory, Oldfield, 1971) (βλ. υποκ. 3.3.7) και η δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ) (Quantification of Hand Preference Test, Bishop, Ross, Daniels, & Bright, 1996) (βλ. υποκ. 3.3.8). Για την αξιολόγηση της δεξιότητας χεριού, χορηγήθηκε η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ) (Peg-Moving Test, Annett, 1985, 2002) (βλ. υποκ. 3.3.9). Η επιλογή αυτών των δοκιμασιών επιτρέπει την ποιοτική αλλά και ποσοτική αξιολόγηση της προτίμησης/δεξιότητας χεριού, καθώς ο συνυπολογισμός ερωτηματολογίων και δοκιμασιών θεωρείται περισσότερο ολοκληρωμένος και αξιόπιστος τρόπος για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης (Rigal, 1992).

Ορμονική αξιολόγηση: Πραγματοποιήθηκε μια έμμεση ορμονική μέτρηση του μήκους των δαχτύλων του δείκτη και του παράμεσου, ή αλλιώς λόγος 2D:4D (Manning et al., 1998) (βλ. υποκ. 3.3.10).

Εγκεφαλική πλευρίωση: Η έμμεση αξιολόγησή της εγκεφαλικής πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (ΛΑΟΗ) (Visual Half-Field Lexical Decision Test, Stephan, et al., 2007) που χορηγήθηκε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (βλ. υποκ. 3.3.11). Η άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας πραγματοποιήθηκε με τη δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (ΠΚΣ) (Animation Description task, Bishop et al., 2009) μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler (βλ. υποκ. 3.3.12).

3.3.1. Κλίμακα τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven

Η Κλίμακα Τυποποιημένων Προοδευτικών Μητρών του Raven αποτελεί ένα διαγνωστικό τεστ μη λεκτικής νοημοσύνης που δημιουργήθηκε από τον Βρετανό ψυχολόγο J. C. Raven το 1938 και βασίζεται στη θεωρία του Spearman για τη νοημοσύνη, σύμφωνα με την οποία υπάρχει ένας γενικός παράγων (g) (Αλεξόπουλος,

1998). Πρόκειται για ένα τεστ που έχει σχεδιαστεί για να μετρά τη γενική νοητική ικανότητα και την ικανότητα του ατόμου να αναπτύσσει αντιληπτικούς συσχετισμούς και να σκέπτεται λογικά κατ' αναλογία.

Το πλεονέκτημα του τεστ είναι ότι μπορεί να χορηγηθεί σε άτομα με προβλήματα λόγου και ακοής και επειδή δεν παρεμβαίνει ο γλωσσικός παράγοντας, θεωρείται ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά διαπολιτισμικά τεστ. Στα παιδιά του δημοτικού χορηγήθηκε η έκδοση των Έγχρωμων Προοδευτικών Μητρών (CPM) που αφορά παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών καθώς και ειδικούς πληθυσμούς (ηλικιωμένους, παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, νοητική καθυστέρηση κ.α.). Στα παιδιά του γυμνασίου χορηγήθηκε η έκδοση των Τυπικών Προοδευτικών Μητρών (SPM), που απευθύνεται σε άτομα ηλικίας 6 έως 65 ετών.

3.3.1.1. Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες

Η Κλίμακα Έγχρωμων Προοδευτικών Μητρών του Raven αποτελείται από 36 δοκιμασίες, κατανεμημένες σε τρεις ομάδες (A, AB, B), κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει 12 δοκιμασίες. Κάθε δοκιμασία περιλαμβάνει ένα σχέδιο από το οποίο λείπει ένα τμήμα και κάτω από το σχέδιο υπάρχουν έξι εναλλακτικά σχήματα για τη συμπλήρωση του σχεδίου εκ των οποίων μόνο το ένα είναι το σωστό (βλ. Παράρτημα 3.1). Οι δοκιμασίες εντός κάθε ομάδας είναι κατανεμημένες έτσι ώστε το επίπεδο δυσκολίας να αυξάνεται σταδιακά. Κάθε ομάδα δοκιμασιών αφορά και απαιτεί την εξαγωγή ενός διαφορετικού κανόνα ή ακολουθίας για την ορθή συμπλήρωση του σχεδίου. Για την ολοκλήρωση των δοκιμασιών απαιτούνται 15 έως 30 λεπτά.

Η βαθμολόγηση αρχικά περιλαμβάνει τη μέτρηση των σωστών απαντήσεων στο σύνολο των 36 δοκιμασιών (ένας βαθμός για κάθε σωστή απάντηση). Στη συνέχεια, συνάγεται η εκατοστιαία θέση της νοητικής ικανότητας του παιδιού σε συνάρτηση με τη χρονολογική του ηλικία και κατατάσσεται στην αντίστοιχη εκατοστιαία θέση βάσει των σχετικών πινάκων του εγχειριδίου. Στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση της νοητικής ικανότητας βάσει της βαθμολογίας στο τεστ (Raven, 2000). Όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε κάτω από την 25^η εκατοστιαία θέση (χαμηλή νοημοσύνη) αποκλείστηκαν από το τελικό δείγμα των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα.

3.3.1.2. Τυπικές Προοδευτικές Μήτρες

Αποτελείται από 60 δοκιμασίες, κατανεμημένες σε πέντε ομάδες (A, B, C, D, K, E), κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει 12 δοκιμασίες. Κάθε δοκιμασία περιλαμβάνει ένα σχέδιο από το οποίο λείπει ένα τμήμα και κάτω από το σχέδιο υπάρχουν έξι ή οχτώ εναλλακτικά σχήματα για τη συμπλήρωση του σχεδίου· από τα σχήματα αυτά μόνο το ένα είναι το σωστό (βλ. Παράρτημα 3.2). Οι δοκιμασίες εντός κάθε ομάδας είναι κατανεμημένες έτσι ώστε το επίπεδο δυσκολίας να αυξάνεται σταδιακά. Κάθε ομάδα δοκιμασιών αφορά και απαιτεί την εξαγωγή ενός διαφορετικού κανόνα ή ακολουθίας για την ορθή συμπλήρωση του σχεδίου. Για την ολοκλήρωση των δοκιμασιών απαιτούνται 20 έως 45 λεπτά.

Η βαθμολόγηση αρχικά περιλαμβάνει τη μέτρηση των σωστών απαντήσεων στο σύνολο των 60 δοκιμασιών (ένας βαθμός για κάθε σωστή απάντηση). Στη συνέχεια, συνάγεται η εκατοστιαία θέση της νοητικής ικανότητας του παιδιού σε συνάρτηση με τη χρονολογική του ηλικία και κατατάσσεται στην αντίστοιχη εκατοστιαία θέση βάσει των σχετικών πινάκων του εγχειριδίου. Στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση της νοητικής ικανότητας βάσει της βαθμολογίας στο τεστ (Raven, 2000). Όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε κάτω από της 25^η εκατοστιαία θέση (χαμηλή νοημοσύνη) αποκλείστηκαν από το τελικό δείγμα των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα.

Πίνακας 3.2

Κατηγοριοποίηση της νοημοσύνης βάσει της Κλίμακας τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven.

Εξαιρετική νοημοσύνη	> ή = της 95 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
Ανώτερη νοημοσύνη	> ή = της 75 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
Μέση νοημοσύνη	Μεταξύ 25 ^{ης} και 75 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
Χαμηλή νοημοσύνη	Μεταξύ 10 ^{ης} και 25 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
Νοητικά υπολειπόμενα	< ή = της 10 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης

3.3.2. Κλίμακα νοημοσύνης WISC-III

Το ελληνικό WISC-III αποτελεί την ελληνική έκδοση της κλίμακας νοημοσύνης για παιδιά, Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition

(WISC-III, 1991), η οποία έχει προσαρμοστεί και σταθμιστεί στην ελληνική γλώσσα και θεωρείται κατάλληλη για παιδιά 6 έως 16 ετών (Γεώργας & συν., 1997). Αποτελείται από 13 επιμέρους κλίμακες (10 κύριες κλίμακες, 2 συμπληρωματικές και 1 προαιρετική) που η κάθε μια αξιολογεί μια διαφορετική διάσταση της νοημοσύνης. Από την επίδοση στις κλίμακες αυτές εξάγονται τρεις Δείκτες Νοημοσύνης: ο Γενικός Δείκτης Νοημοσύνης, ο Λεκτικός δείκτης Νοημοσύνης και ο Πρακτικός Δείκτης Νοημοσύνης (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Στην παρούσα έρευνα για την αξιολόγηση της λεκτικής νοημοσύνης χορηγήθηκαν δύο κλίμακες, το Λεξιλόγιο (βλ. υποκ. 3.3.2.1) και οι Ομοιότητες (βλ. υποκ. 3.3.2.2). Για τις δύο δοκιμασίες υπολογίστηκαν οι τυπικοί βαθμοί κάθε μαθητή (μέσος όρος των τυπικών βαθμών των δοκιμασιών θεωρείται το 10).

3.3.2.1. Λεξιλόγιο

Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως την ανάπτυξη της γλώσσας και τη γνώση της σημασίας των λέξεων. Δίνονται στο μαθητή 30 λέξεις και του ζητείται να δώσει τον ορισμό κάθε λέξης προφορικά. Κάθε απάντηση που υποδηλώνει επαρκή κατανόηση της σημασίας της λέξης βαθμολογείται με δύο μονάδες, κάθε απάντηση που δεν είναι λανθασμένη αλλά δείχνει φτωχό περιεχόμενο με μία μονάδα και κάθε σαφώς λανθασμένη απάντηση με μηδέν μονάδες. Για παράδειγμα στη λέξη *ρολόι*, η απάντηση «*όργανο για να μετράμε το χρόνο*» βαθμολογείται με δύο μονάδες, η απάντηση «*ένα εργαλείο που το βάζουμε στο χέρι*» με μία μονάδα και η απάντηση «*δείχνει αριθμούς*» με μηδέν μονάδες. Μετά από τέσσερις συνεχόμενες λανθασμένες απαντήσεις διακόπτεται η χορήγηση της δοκιμασίας.

3.3.2.2. Ομοιότητες

Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως τη λογική αφαιρετική σκέψη και τη διαλογιστική ικανότητα. Δίνονται στο μαθητή 19 ζεύγη λέξεων που αντιπροσωπεύουν διάφορα αντικείμενα ή έννοιες και ο μαθητής καλείται να εντοπίσει τις ομοιότητες μεταξύ των δύο λέξεων κάθε ζεύγους, για παράδειγμα «*Σε τι μοιάζουν το μήλο και η μπανάνα*» ή «*Σε τι μοιάζουν ο θυμός και η χαρά*». Κάθε απάντηση που δηλώνει ότι τα δύο μέρη του ζεύγους ανήκουν στην ίδια εννοιολογική κατηγορία βαθμολογείται με δύο μονάδες, κάθε απάντηση που δηλώνει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ή μία συγκεκριμένη λειτουργία ή μία ταξινόμηση κοινή και στα δύο μέρη του ζεύγους

βαθμολογείται με μία μονάδα. Κάθε απάντηση σαφώς λανθασμένη ή που δηλώνει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό που δεν είναι κοινό για τα δύο μέρη του ζεύγους βαθμολογείται με μηδέν. Μετά από τέσσερις συνεχόμενες λανθασμένες απαντήσεις διακόπτεται η χορήγηση της δοκιμασίας.

3.3.3. Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-Α

Το Τεστ-Α αποτελεί ένα ολοκληρωμένο εργαλείο αξιολόγησης της αναγνωστικής ικανότητας μαθητών δημοτικού και γυμνασίου (Γ΄ δημοτικού έως Γ΄ γυμνασίου) και αποτελεί μέρος του έργου «Κατασκευή και Στάθμιση 12 Διερευνητικών-Ανιχνευτικών Εργαλείων (Κριτηρίων) των Μαθησιακών Δυσκολιών» του Επιχειρησιακού Προγράμματος Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΕΠΕΑΕΚ, Μέτρο 1.1 – Ενέργεια 1.1.3 – Κατηγορία Πράξεων 1.1.3.α) του ΥΠΕΠΘ.

Αποτελείται από μία συστοιχία δέκα δοκιμασιών που εξετάζουν την αποκωδικοποίηση, την ευχέρεια ανάγνωσης και την αναγνωστική κατανόηση. Επίσης, περιλαμβάνει ασκήσεις μορφολογίας και σύνταξης που σχετίζονται με την ικανότητα της ανάγνωσης. Για το σκοπό της παρούσας έρευνας χορηγήθηκαν τέσσερις δοκιμασίες, εκ των οποίων οι τρεις αφορούν την ικανότητα αποκωδικοποίησης (βλ. υποκ. 3.3.3.1, 3.3.3.2 και 3.3.3.3) και μία την αναγνωστική ευχέρεια (βλ. υποκ. 3.3.3.4). Η επίδοση κάθε μαθητή υπολογίστηκε μετατρέποντας τους αρχικούς βαθμούς κάθε δοκιμασίας σε τυπικούς βαθμούς/εκατοστιαίες θέσεις που εκφράζουν τη θέση του μαθητή σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές της ίδιας τάξης και φύλου σε ποσοστά (%).

3.3.3.1. Ανάγνωση Ψευδολέξεων

Η δοκιμασία περιλαμβάνει 24 ψευδολέξεις, δύο έως έξι συλλαβών, (π.χ. *τεπό, ηκοισελακώτων*) που παρατίθενται σε τρεις στήλες και προκειμένου να διαβαστούν σωστά απαιτείται η χρήση φωνολογικής στρατηγικής. Οι οδηγίες που δίνονται στο μαθητή είναι οι εξής: *«Θέλω να μου διαβάσεις τις λέξεις σε κάθε στήλη, σε όλες τις κάρτες που θα σου δείξω. Πρόσεξε τους τόνους. Σε περίπτωση που δυσκολευτείς, θα σου δείξω την επόμενη λέξη από την οποία μπορείς να συνεχίσεις»*. Κάθε σωστή ανάγνωση βαθμολογείται με μία μονάδα και κάθε λανθασμένη απάντηση με μηδέν μονάδες. Οι λέξεις που διαβάστηκαν σωστά μετά από αυτοδιόρθωση βαθμολογούνται

με μία μονάδα, ενώ τα λάθη τονισμού ή λέξεις που ο μαθητής χρειάστηκε περισσότερα από τρία δευτερόλεπτα για να τις διαβάσει βαθμολογούνται με μηδέν. Η χορήγηση της δοκιμασίας σταματά όταν ο μαθητής έχει κάνει αναγνωστικά λάθη σε πέντε διαδοχικές λέξεις.

3.3.3.2. Ανάγνωση Πραγματικών Λέξεων

Η δοκιμασία περιλαμβάνει 53 λέξεις, δύο έως οκτώ συλλαβών, (π.χ. *ρύζι, εγγειοβελτιωτικός*) που παρατίθενται σε επτά στήλες και προκειμένου να διαβαστούν σωστά απαιτείται η χρήση ορθογραφικής ή φωνολογικής στρατηγικής. Οι οδηγίες που δίνονται στο μαθητή είναι οι εξής: *«Θέλω να μου διαβάσεις τις λέξεις σε κάθε στήλη, σε όλες τις κάρτες που θα σου δείξω. Σε περίπτωση που δυσκολευτείς θα σου δείξω την επόμενη λέξη από την οποία μπορείς να συνεχίσεις»*. Κάθε σωστή ανάγνωση βαθμολογείται με μία μονάδα και κάθε λανθασμένη απάντηση με μηδέν μονάδες. Με μία μονάδα βαθμολογούνται οι λέξεις που διαβάστηκαν σωστά μετά από αυτοδιόρθωση, ενώ τα λάθη τονισμού ή οι λέξεις που ο μαθητής χρειάστηκε περισσότερα από τρία δευτερόλεπτα για να τις διαβάσει βαθμολογούνται με μηδέν. Η χορήγηση της δοκιμασίας σταματά όταν ο μαθητής έχει κάνει αναγνωστικά λάθη σε πέντε διαδοχικές λέξεις.

3.3.3.3. Διάκριση Πραγματικών Λέξεων-Ψευδολέξεων

Στο μαθητή παρουσιάζεται μία σειρά από λέξεις και ψευδολέξεις και καλείται να αναφέρει ποιες από αυτές τις λέξεις που του παρουσιάστηκαν είναι οι πραγματικές. Η δοκιμασία αποτελείται από δέκα σειρές, οι οποίες αποτελούνται από τρεις έως πέντε λέξεις-ψευδολέξεις (π.χ. *ράμε, πίρτα, βιβλία*, ο μαθητής πρέπει να αναφέρει τα *βιβλία* ως πραγματική λέξη). Η πρώτη σειρά είναι παράδειγμα προκειμένου να κατανοήσει ο μαθητής τη δοκιμασία, τρεις σειρές αποτελούνται από τρεις λέξεις-ψευδολέξεις, τρεις σειρές από τέσσερις λέξεις-ψευδολέξεις και οι υπόλοιπες τρεις σειρές από πέντε λέξεις-ψευδολέξεις. Συνολικά οι λέξεις-ψευδολέξεις της δοκιμασίας είναι 36 και είναι δισύλλαβες ή τρισύλλαβες.

Οι οδηγίες που δίνονται είναι οι εξής: *«Θέλω να διαβάσεις από μέσα σου τις λέξεις σε κάθε σειρά και να μου πεις ποιές είναι οι πραγματικές λέξεις. Έλα να κάνουμε μαζί ένα παράδειγμα»*. Για κάθε λέξη που αναφέρεται ως πραγματική ο μαθητής βαθμολογείται με μία μονάδα, ενώ για κάθε λέξη που δεν αναφέρεται ως πραγματική

βαθμολογείται με μηδέν. Για κάθε ψευδολέξη που αναφέρεται ως πραγματική λέξη βαθμολογείται με μηδέν και για κάθε ψευδολέξη που δεν αναφέρεται ως πραγματική λέξη βαθμολογείται με μία μονάδα. Η χορήγηση της δοκιμασίας σταματά όταν ο μαθητής δεν έχει αναγνωρίσει καμία πραγματική λέξη σε τρεις διαδοχικές σειρές.

3.3.3.4. Αναγνωστική Ευχέρεια

Η δοκιμασία αξιολογεί την ικανότητα ορθής ανάγνωσης λέξεων που βρίσκονται μέσα σε κείμενο εντός ενός προκαθορισμένου χρονικού διαστήματος 60 δευτερολέπτων. Στο μαθητή δίνεται ένα κείμενο συνολικά 279 λέξεων και καλείται να το διαβάσει έχοντας στη διάθεσή του ένα λεπτό. Οι οδηγίες που δίνονται είναι οι εξής: *«Θέλω να μου διαβάσεις ένα κείμενο όσο πιο καλά και γρήγορα μπορείς. Θα διαβάσεις μόνο για ένα λεπτό. Πρόσεχε τους τόνους. Εγώ θα παρακολουθώ από τη δική μου σελίδα και θα σε χρονομετρήσω. Αν δυσκολεύεσαι σε κάποια λέξη, τότε θα σου τη διαβάζω εγώ και εσύ θα συνεχίσεις στην επόμενη. Ξεκινάς μόλις σου πω πάμε»*. Ο αξιολογητής σημειώνει στο φύλλο αξιολόγησης τις λέξεις που διαβάστηκαν λάθος, παραλείφθηκαν ή διαβάστηκαν από τον αξιολογητή με το πέρας τριών δευτερολέπτων. Η τελική βαθμολογία του μαθητή προκύπτει από τον αριθμό των λέξεων που διαβάστηκαν μέχρι το πέρας του ενός λεπτού, αφαιρώντας τον αριθμό των λέξεων που δεν διαβάστηκαν σωστά.

3.3.4. Αξιολόγηση της ορθογραφικής ικανότητας

3.3.4.1. Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας μαθητών δημοτικού

Η Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας (Μουζάκη & συν., 2010) αποτελεί μία σταθμισμένη δοκιμασία για την αξιολόγηση της ορθογραφικής δεξιότητας μαθητών του δημοτικού σχολείου (Β' - ΣΤ' δημοτικού). Η δοκιμασία περιλαμβάνει ευρεία αντιπροσώπευση συχνών ορθογραφικών μοτίβων καθώς και λέξεις οι οποίες αποτελούν εξαίρεση σε γνωστούς κανόνες που διδάσκονται στο σχολείο. Συμπεριλαμβάνονται ουσιαστικά, ρήματα, επίθετα, σύνδεσμοι, επιρρήματα, προθέσεις και μετοχές. Συνολικά, η δοκιμασία αποτελείται από 60 λέξεις και η χορήγησή της σταματά όταν ο μαθητής έχει κάνει ορθογραφικά λάθη σε 6 διαδοχικές λέξεις. Για την επιτυχή επίδοση σε κάθε λέξη της δοκιμασίας απαιτείται η εφαρμογή διαφόρων στρατηγικών, φωνολογικών, μορφολογικών και ετυμολογικών.

Αρχικά δίνεται στο μαθητή μια λευκή σελίδα με αριθμημένες γραμμές και στη συνέχεια δίνονται οι εξής οδηγίες: «*Τώρα θα σου διαβάσω μερικές λέξεις που θέλω να γράψεις σε αυτό το χαρτί με καθαρά γράμματα και σωστή ορθογραφία. Θα σου λέω πρώτα μία πρόταση με τη λέξη αυτή αλλά εσύ θα γράφεις μόνο τη λέξη που σου είπα. Έτοιμος/ή; Πάμε*». Πριν από την υπαγόρευση κάθε λέξης στο μαθητή διαβάζεται ο αριθμός της. Αρχικά υπαγορεύεται μεμονωμένη, μετά μέσα σε μία πρόταση και κατόπιν πάλι μεμονωμένη. Για παράδειγμα, «Αριθμός ένα: Από |Είναι φτιαγμένο από ξύλο| Από.».

Η δοκιμασία επιτρέπει την αξιολόγηση της επίδοσης του μαθητή τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά, μέσω Κλείδας Καταγραφής και Ανάλυσης Ορθογραφικών Λαθών. Για το σκοπό της παρούσας έρευνας έγινε μόνο ποσοτική αξιολόγηση της επίδοσης υπολογίζοντας τον συνολικό αριθμό λέξεων που γράφτηκαν ορθογραφημένα από το μαθητή και μετατρέποντας τη βαθμολογία σε εκατοστιαία τιμή. Η δοκιμασία διαθέτει υψηλή εσωτερική συνέπεια (α κατά Cronbach) $\alpha = 0,95$ και αξιοπιστία επαναληπτικών μετρήσεων (Pearson's $r = 0,91$) (Μουζάκη, Πρωτόπαπας, Σιδερίδης & Σίμος, 2007).

3.3.4.2. Δοκιμασία για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας μαθητών γυμνασίου

Λόγω της απουσίας σταθμισμένων ψυχομετρικών εργαλείων στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα για την αξιολόγηση της ορθογραφικής ικανότητας των μαθητών γυμνασίου επιλέχθηκε η Δοκιμασία Ορθογραφίας Λέξεων από την ΚΛΙΜΑ (Σκαλούμπακας, Πρωτόπαπας, & Νικολόπουλος, 2003). Η ΚΛΙΜΑ αποτελεί μιας συστοιχία από σταθμισμένες ή ευρέως αποδεκτές και χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες, υπαγορευμένη από τη συνήθη κλινική πρακτική για τον εντοπισμό μαθησιακών δυσκολιών και συγκροτήθηκε με στόχο τη βελτίωση της διαδικασίας διάγνωσης τους.

3.3.4.2.1. Ορθογραφία Λέξεων

Η δοκιμασία Ορθογραφία Λέξεων περιλαμβάνει 21 συχνά χρησιμοποιούμενες λέξεις με μεγάλη μορφολογική ποικιλία που παρέχουν ευκαιρίες για ορθογραφικά λάθη σε καταλήξεις ονοματικών και ρηματικών κλίσεων που θεωρούνται και τα συχνότερα παρατηρούμενα λάθη. Οι περισσότερες λέξεις επιδέχονται μια μοναδική ορθογραφημένη γραφή, για παράδειγμα *τρέχει*, ενώ κάποιες παρουσιάζουν εναλλακτική ορθογραφική διατύπωση (ομόφωνα) που όμως δεν χρησιμοποιείται,

όπως η λέξη *περιμένετε* (β' πρόσωπο πληθυντικού ενεστώτα και όχι τρίτο ενικό ενεστώτα παθητικής του ίδιου ρήματος). Επίσης περιλαμβάνει και ορισμένες λέξεις για τον έλεγχο της ιστορικής ορθογραφίας, όπως η λέξη *φύση*.

Οι λέξεις υπαγορεύονται από τον εξεταστή με ρυθμό που προσαρμόζεται στην ταχύτητα γραφής του εξεταζόμενου. Ο εξεταζόμενος συμπληρώνει τις λέξεις που του υπαγορεύονται σε ένα λευκό χαρτί. Δίνονται οι εξής οδηγίες: *«Θα σου υπαγορεύσω κάποιες λέξεις και θα ήθελα από σένα να ακούς προσεχτικά και να γράφεις στο χαρτί σου κάθε λέξη που ακούς»*. Για τη βαθμολόγηση αθροίζονται τα ορθογραφικά λάθη, όσα κι αν βρίσκονται μέσα σε μία λέξη και όχι οι λανθασμένες λέξεις (π.χ. για τη λέξη *φένετε* μετρώνται δύο λάθη). Επίσης, για την ποιοτική αξιολόγηση των λαθών, καταγράφονται και κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το αν παραβιάζεται η φωνολογική, γραμματική (μορφολογική), ή ιστορική (οπτική) ταυτότητα της λέξης. Στην παρούσα έρευνα έγινε μόνο ποσοτική ανάλυση των λαθών και η επίδοση του κάθε μαθητή υπολογίστηκε από τον αριθμό των λέξεων που γράφτηκαν σωστά σε ποσοστό (%). Η δοκιμασία εμφανίζει εσωτερική συνέπεια (α κατά Cronbach), $\alpha = 0,87$ (Πρωτόπαπας & Σκαλούμπακας, 2008).

3.3.4.2.2. Ορθογραφία Κειμένου

Κατ' αντιστοιχία με τη δοκιμασία Ορθογραφία Λέξεων, χορηγήθηκε η δοκιμασία Ορθογραφία Κειμένου από την ΚΛΙΜΑ (Σκαλούμπακας & συν., 2003) για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ορθογραφικής ικανότητας των μαθητών γυμνασίου. Χρησιμοποιήθηκε ένα κείμενο τεσσάρων περιόδων (από Ζάχο & Ζάχο, 1998), 49 λέξεων συνολικά (μέσος όρος 12 λέξεις ανά περίοδο). Το κείμενο αυτό περιλαμβάνει λέξεις με μορφολογική ποικιλία καθώς και κάποιες συντακτικές αμφισημίες. Αξιολογούνται τα λάθη που παραβιάζουν τη φωνολογική, γραμματική ή ιστορική ταυτότητα της λέξης. Το κείμενο διαβάζεται αργά και καθαρά από τον εξεταστή, περιμένοντας να γράψει κάθε φράση ο μαθητής. Ο εξεταστής επαναλαμβάνει φράσεις εφόσον του ζητηθεί και επίσης υπαγορεύει τα σημεία στίξης. Οι οδηγίες που δίνονται είναι οι εξής: *«Θα σου διαβάσω τώρα ένα κείμενο και θέλω να μου το γράφεις. Θα σου δώσω ένα λευκό φύλλο χαρτί για να γράφεις ό,τι ακριβώς σου υπαγορεύω»*. Παρομοίως με τη δοκιμασία Ορθογραφία Λέξεων, έγινε ποσοτική ανάλυση των λαθών και η επίδοση του κάθε μαθητή υπολογίστηκε από τον αριθμό των λέξεων που γράφτηκαν σωστά σε ποσοστό (%).

3.3.5. Φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος

Οι συχνότερες αναγνωστικές δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία σχετίζονται με έλλειμμα στη συνειδητή φωνολογική επεξεργασία του λόγου ή αλλιώς φωνολογική επίγνωση (βλ. κεφ. 1. υποκ. 2.6.2). Σε αντίθεση όμως με την αγγλική γλώσσα που τα ελλείμματα στη φωνολογική επίγνωση παραμένουν έως την εφηβεία (Shaywitz et al., 1999) και την ενηλικίωση (Bruck & Treiman, 1992), σε ορθογραφικά διαφανείς γλώσσες όπως τα ελληνικά, οι μαθητές αποκτούν από πολύ νωρίς δεξιότητες φωνολογικής επίγνωσης (Holopainen, Ahonen, & Lyytinen 2001. Muller & Brady, 2001. Protopapas & Skaloumbakas, 2007), ήδη στις δύο πρώτες τάξεις του δημοτικού (Georgiou, Parrila, & Papadopoulos, 2008). Μάλιστα, η χρησιμότητα αξιολόγησης της ικανότητας στη φωνολογική επεξεργασία με το πέρας της προσχολικής ηλικίας αμφισβητείται (Shaywitz, 2003). Προκειμένου λοιπόν να διαχωριστεί η ομάδα των μαθητών με δυσλεξία με βάση τις φωνολογικού τύπου δυσκολίες τους, επιλέχθηκε μία δοκιμασία απαλοιφής φωνήματος (Adams, 1990) γιατί θεωρείται η πλέον απαιτητική δοκιμασία αξιολόγησης της φωνολογικής επίγνωσης και εμφανίζει ευαισθησία στην ανίχνευση τέτοιου τύπου δυσκολιών ακόμα και σε μεγαλύτερες ηλικίες, όπως αυτές των συμμετεχόντων της παρούσας έρευνας (McBride-Chang, 1995. Protopapas & Skaloumbakas, 2007).

Η δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος αποτελεί δοκιμασία της ΚΛΙΜΑ (Σκαλούμπακας & συν., 2003). Περιλαμβάνει 22 ψευδολέξεις, οι οποίες κατασκευάστηκαν με συγκεκριμένα κριτήρια: α) σεβασμό στη φωνοτακτική δομή της ελληνικής γλώσσας, όπως για παράδειγμα να περιλαμβάνονται συμφωνικά συμπλέγματα σε θέσεις που απαντώνται στην ελληνική γλώσσα, β) ποικιλία στη θέση των φωνημάτων προς απομόνωση, δηλαδή θέση συλλαβής μέσα στη λέξη, υποσυλλαβική θέση μέσα στη συλλαβή και θέση μέσα στο σύμπλεγμα (για συμφωνικά συμπλέγματα) και τέλος, γ) ποικιλία στα είδη φωνημάτων προς απομόνωση, χρησιμοποιώντας σύμφωνα όλων των τρόπων και τόπων άρθρωσης, φωνούμενων και άφωνων, καθώς και ένα φωνήεν. Ο συμμετέχων καλείται να επέμβει σε κάθε ψευδολέξη απομονώνοντας και απαλείφοντας το κατάλληλο φώνημα και να προφέρει σωστά τη νέα ψευδολέξη που προκύπτει. Για καθεμιά ψευδολέξη, ο μαθητής πρέπει να τη συγκρατήσει στη μνήμη του όσο χρόνο χρειάζεται για να την επαναλάβει και για να την επεξεργαστεί για την απομόνωση του φωνήματος πριν να την εκφέρει στη νέα μορφή της. Επομένως για την εκτέλεση της δοκιμασίας είναι

απαραίτητη και η ικανότητα βραχύχρονης συγκράτησης των φωνολογικών πληροφοριών στη μνήμη.

Κάθε ψευδολέξη εκφωνείται από τον εξεταστή και επαναλαμβάνεται από τον εξεταζόμενο, αρχικά ως έχει και εν συνεχεία μετά από απαλοιφή ενός φθόγγου. Οι οδηγίες που δίνονται στο μαθητή είναι οι εξής: *«Θα ακούσεις τώρα κάποιες λέξεις που είναι ψεύτικες, δηλαδή δεν έχουν καμία σημασία. Αφού ακούς μία λέξη θα την επαναλαμβάνεις. Αφού την επαναλάβεις θα σου ζητάω να της αφαιρείς ένα μέρος και να την ξαναλές. Ας κάνουμε μια δοκιμή: Πες κέρδα (την επαναλαμβάνει), Τώρα πες την ίδια λέξη χωρίς το -ρ»*. Η δοκιμασία έχει βρεθεί ότι εμφανίζει εσωτερική συνέπεια (α κατά Cronbach), $\alpha = 0,79$ για μαθητές Α΄ γυμνασίου και $\alpha = 0,86$ για μαθητές δημοτικού (Πρωτόπαπας & Σκαλούμπακας, 2008).

Με βάση την επίδοσή τους στη δοκιμασία οι μαθητές με δυσλεξία χωρίστηκαν σε δύο υπο-ομάδες. Όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση χαμηλότερη του μέσου όρου επίδοσης του συνόλου των μαθητών (περίπου 10 λάθη), ταξινομήθηκαν στην υπο-ομάδα μαθητών με φωνολογικού τύπου δυσκολίες και όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση πάνω του μέσου όρου, ταξινομήθηκαν στην υπο-ομάδα μαθητών χωρίς φωνολογικού τύπου δυσκολίες. Επειδή αρκετοί μαθητές που σημείωσαν επίδοση κάτω του μέσου όρου εμφάνιζαν ταυτόχρονα και δυσκολίες ταχείας ονομασίας (βλ. υποκ. 3.3.6), πραγματοποιήθηκε επίσης μία πιο αυστηρή ταξινόμηση για τη συγκρότηση μιας υπο-ομάδας με αμιγώς φωνολογικού τύπου δυσκολίες. Αυτή την ομάδα αποτέλεσαν οι μαθητές που σημείωσαν επίδοση στη δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος που τους τοποθετούσε στο χαμηλότερο 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης και ταυτόχρονα δεν εμφάνιζαν δυσκολίες ταχείας ονομασίας. Συνολικά οι υποομάδες μαθητών που δημιουργήθηκαν και οι αντίστοιχες υπο-ομάδες σύγκρισής τους σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3.

3.3.6. Δοκιμασία Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων

Οι δοκιμασίες Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων (TOE) (RAN, Rapid Automated Naming) σχεδιάστηκαν από τη Denckla (1972) και αναπτύχθηκαν από τους Denckla και Rudel (1976). Η αρχική δοκιμασία περιλάμβανε 50 οπτικά ερεθίσματα (γράμματα, αριθμούς, χρώματα, αντικείμενα) κατανομημένα με τυχαίο τρόπο σε 5 σειρές των 10 ερεθισμάτων και ο εξεταζόμενος καλούνταν να τα κατονομάσει όσον το δυνατόν γρηγορότερα. Παραλλαγές της δοκιμασίας έχουν

χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό ερευνών και θεωρείται ότι είναι κατάλληλες για τη διάκριση διαφορετικών ελλειμμάτων μεταξύ των μαθητών με αναγνωστικές δυσκολίες (Wolf et al., 2000. Lovett et al., 2000. Bowers, 2003).

Για την αξιολόγηση της ικανότητα ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκαν οι δοκιμασίες που σχεδίασαν και ανέπτυξαν οι Papadopoulos, Charalambous, Kanari και Loizou (2004) και στη συνέχεια σταθμίστηκαν σε ελληνικό πληθυσμό (Papadopoulos et al., 2009). Η αρχική δοκιμασία TOE περιλαμβάνει τέσσερις κατηγορίες ερεθισμάτων, χρώματα, γράμματα, αριθμούς και εικόνες, και για κάθε κατηγορία ερεθίσματος υπάρχουν δύο εκδοχές, μία εύκολη και μία λίγο δυσκολότερη. Για παράδειγμα, η δοκιμασία TOE χρωμάτων περιλαμβάνει μία εκδοχή με σχετικά εύκολα και οικεία προς το μαθητή χρώματα, όπως κόκκινο, πράσινο, κίτρινο, μπλε και άσπρο, ενώ η πιο δύσκολη εκδοχή περιλαμβάνει ροζ, γαλάζιο, μπλε, πορτοκαλί και βυσσινί/μοβ. Στην παρούσα έρευνα χορηγήθηκαν και οι δύο εκδοχές των δοκιμασιών TOE αριθμών και γραμμάτων. Οι δοκιμασίες που χορηγήθηκαν είναι οι εξής:

TOE-αριθμών(ε): Η εύκολη εκδοχή της δοκιμασίας αριθμών περιλαμβάνει τα νούμερα 1 έως 5.

TOE-αριθμών(δ): Η δύσκολη εκδοχή της δοκιμασίας αριθμών περιλαμβάνει τα νούμερα 6 έως 9, συμπεριλαμβανομένου του 0.

TOE-γραμμάτων(ε): Η εύκολη εκδοχή της δοκιμασίας γραμμάτων περιλαμβάνει φωνήεντα α, η, ε, ο, υ. Στην δοκιμασία αυτή, ο συμμετέχων καλείται να ονομάσει το όνομα του γράμματος, π.χ. |άλφα| και όχι τη φωνολογική του ταυτότητα, π.χ. |α|.

TOE-γραμμάτων(δ): Η δύσκολη εκδοχή της δοκιμασίας γραμμάτων περιλαμβάνει σύμφωνα, τα οποία συνήθως μπερδεύουν οι μαθητές με αναγνωστικές δυσκολίες όπως π, τ, σ, δ, θ. Όπως και στην εύκολη εκδοχή, ο συμμετέχων καλείται να ονομάσει το όνομα του γράμματος, για παράδειγμα |σίγμα|, όχι |σ|.

Τα ερεθίσματα παρουσιάζονταν σε μία οθόνη H/Y (10,1 ίντσες/HP Compaq) μέσω του λογισμικού E-prime. Στην οθόνη, εμφανίζονταν πέντε ερεθίσματα κατανομημένα με διαφορετική σειρά εμφάνισης σε τέσσερις γραμμές (συνολικά 20 ερεθίσματα). Ο μαθητής καλούνταν να ονομάσει όσο το δυνατό γρηγορότερα τα

ερεθίσματα που εμφανίζονταν στην οθόνη. Οι οδηγίες που δίνονται είναι οι εξής:: «Στην οθόνη του Η/Υ θα δεις μια κάρτα με αριθμούς/γράμματα. Θέλω να ξεκινήσεις από την αρχή της κάρτας, στην πρώτη γραμμή, και να ονομάσεις τους αριθμούς/γράμματα πηγαίνοντας από αριστερά προς τα δεξιά μέχρι να ονομάσεις και το τελευταίο γράμμα/αριθμό. Προσπάθησε να τα ονομάσεις όσο πιο γρήγορα μπορείς. Έτοιμος/η; Πάμε!». Αρχικά, παρουσιάζονταν στην οθόνη ένα παράδειγμα, όπου εμφανίζονταν μία σειρά των πέντε ερεθισμάτων, για να εξοικειωθεί ο μαθητής με τη δοκιμασία και να βεβαιωθούμε ότι γνώριζε την ονομασία τους.

Ο χρόνος σε δευτερόλεπτα που χρειάζονταν ο μαθητής για να ολοκληρώσει τη δοκιμασία καταγράφονταν αυτόματα από το λογισμικό E-prime 1.1.4.1 (Psychology Software Tools Inc., 2002). Ο εξεταστής κατέγραφε τον αριθμό των σωστών απαντήσεων σε ένα χαρτί και ο τυπικός βαθμός κάθε μαθητή προέκυπτε από το λόγο των σωστών απαντήσεων προς το χρόνο που χρειάστηκε για να εκτελέσει τη δοκιμασία (Papadopoulos et al., 2009. Georgiou, Papadopoulos, Fella & Parilla, 2012).

Βάσει της επίδοσής τους σε κάθε μία από τις δοκιμασίες TOE οι μαθητές με δυσλεξία χωρίστηκαν σε δύο υπο-ομάδες: α) μαθητές με δυσκολίες ταχείας ονομασίας και β) μαθητές χωρίς δυσκολίες ταχείας ονομασίας. Με δεδομένο ότι για κάθε μία από τις τέσσερις δοκιμασίες TOE προέκυπτε ένα τυπικός βαθμός για κάθε μαθητή, η ταξινόμηση αυτή πραγματοποιήθηκε χωριστά για κάθε μία από τις δοκιμασίες TOE. Για παράδειγμα, αν η επίδοση ενός μαθητή στην εύκολη εκδοχή της TOE αριθμών ήταν χαμηλότερη του μέσου όρου επίδοσης, ταξινομούνταν στην πρώτη ομάδα, για παράδειγμα δυσκολία TOE-αριθμών(ε), ενώ ο ίδιος μαθητής αν σημείωνε επίδοση υψηλότερη του μέσου όρου στην εύκολη εκδοχή της TOE γραμμάτων, τοποθετούνταν στη δεύτερη ομάδα, για παράδειγμα χωρίς δυσκολία TOE-γραμμάτων (ε). Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε και μια πιο αυστηρή ταξινόμηση, κατά την οποία στην ομάδα μαθητών με δυσκολίες ταχείας ονομασίας ταξινομήθηκαν όσοι μαθητές σημείωσαν επίδοση κάτω του μέσου όρου και στις τέσσερις δοκιμασίες TOE. Τέλος, από αυτήν την ταξινόμηση των μαθητών αφαιρέθηκαν όσοι εμφάνιζαν ταυτόχρονα και φωνολογικού τύπου δυσκολίες, με σκοπό τη δημιουργία μιας ομάδας με αμιγώς δυσκολίες ταχείας ονομασίας. Οι υπο-ομάδες μαθητών που δημιουργήθηκαν σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια και οι υπο-ομάδες σύγκρισής τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3

Υποομάδες μαθητών με δυσλεξία που δημιουργήθηκαν βάσει του μέσου όρου τους στις δοκιμασίες Απαλοιφής Φωνήματος και δοκιμασιών TOE.

Φωνολογική	TOE	TOE	TOE	TOE	TOE (4	Αμιγώς
	αριθμών(ε)	αριθμών(δ)	γραμμάτων(ε)	γραμμάτων(δ)	δοκιμασίες	φων/κή
Χωρίς	Χωρίς	Χωρίς	Χωρίς TOE	Χωρίς TOE	Χωρίς	Αμιγώς
φωνολογική	TOE	TOE	γραμμάτων(ε)	γραμμάτων(δ)	TOE (4	TOE
	αριθμών(ε)	αριθμών(δ)			δοκιμασίες	

3.3.7. Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου

Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EE) (Edinburgh Handedness Inventory, Oldfield, 1971) αποτελεί τον πιο δημοφιλή τρόπο αξιολόγησης της προτίμησης χεριού μέσω αυτοαναφοράς και επιτρέπει τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων με ευρήματα παλαιότερων ερευνών (Papadatou-Pastou, Martin, & Munafò, 2013). Οι ερωτώμενοι καλούνται να υποδείξουν την προτίμηση χεριού που επιδεικνύουν για κάθε δραστηριότητα των προτάσεων του ερωτηματολογίου, αφού φανταστούν ή ανακαλέσουν τον τρόπο με τον οποίο εκτελούν καθεμία από τις δραστηριότητες αυτές.

Η έκδοση του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα (βλ. Παράρτημα 3.3) απαρτίζεται από δέκα ερωτήματα που αφορούν την προτίμηση χεριού (γράψιμο, ζωγραφική, πέταγμα πέτρας, κόψιμο με ψαλίδι, οδοντόβουρτσα, κόψιμο με μαχαίρι, κουτάλι, κράτημα σκούπας, άναμμα σπίρτου και άνοιγμα κουτιού) και δύο ερωτήματα που αφορούσαν την προτίμηση ποδιού (κλώτσημα μπάλας) και ματιού (κλειδαρότρυπα), καθώς αποτελούν και αυτά συμπεριφορικούς δείκτες πλευρίωσης (Cogen, 1993).

Οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε μία πενταβάθμια κλίμακα πόσο συχνά χρησιμοποιούν το προτιμώμενο χέρι για να επιτελέσουν τις δραστηριότητες των προτάσεως, σημειώνοντας στην αντίστοιχη στήλη ένα σύμβολο προτίμησης. Στους μαθητές με δυσλεξία, οι ερωτήσεις διαβάστηκαν από την ερευνήτρια και δόθηκαν προφορικά οι ακόλουθες οδηγίες, οι οποίες αναγράφονταν και στην αρχή του ερωτηματολογίου: «*Παρακαλώ διάβασε προσεκτικά τις οδηγίες και χρησιμοποίησε όσο χρόνο χρειάζεσαι για να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο.*»

Απάντησε σημειώνοντας ✓ στο κατάλληλο κουτάκι, ανάλογα με το ποιο χέρι χρησιμοποιείς για κάθε δραστηριότητα. Πριν απαντήσεις, φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση».

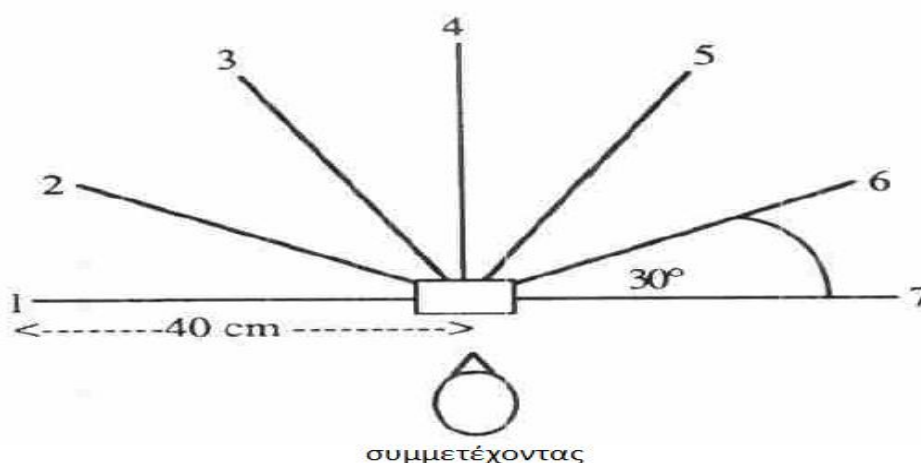
Η πενταβάθμια κλίμακα αποτελείται από τις επιλογές «πάντα το αριστερό», «συνήθως το αριστερό», «και τα δύο», «συνήθως το δεξί» και «πάντα το δεξί» και η βαθμολογία κυμαίνονταν από το ένα έως το πέντε, με τη μονάδα να αντιστοιχεί στην επιλογή «πάντα το αριστερό» και τις πέντε μονάδες να αντιστοιχούν στην επιλογή «πάντα το δεξί» (Sato & Lalain, 2008). Η μικρότερη βαθμολογία που μπορούσε να συγκεντρώσει κάθε συμμετέχων ήταν 10 εφόσον χρησιμοποιούσε πάντα το αριστερό χέρι για όλες τις δραστηριότητες χεριού (12 όταν συμπεριλαμβάνονταν οι ερωτήσεις ποδιού και ματιού) και η μέγιστη βαθμολογία 50 (60 όταν συμπεριλαμβάνονταν οι ερωτήσεις ποδιού και ματιού) εφόσον χρησιμοποιούσε πάντα το δεξιό χέρι για όλες τις δραστηριότητες. Από την τελική βαθμολογία κάθε μαθητή, υπολογίστηκε ένας δείκτης πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{EE}$) που προέκυψε διαιρώντας με την μέγιστη βαθμολογία (50) και πολλαπλασιάζοντας επί 100: $(\text{βαθμολογία}/50)*100$. Ο $\Delta\Pi_{EE}$ των συμμετεχόντων κυμαινόταν από 0 ως 100, με τη μικρότερη τιμή να εκφράζει ισχυρή αριστερή προτίμηση χεριού και τη μέγιστη τιμή να εκφράζει ισχυρή δεξιά προτίμηση χεριού.

Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν σε δύο κατηγορίες ως προς την προτίμηση χεριού βάσει του $\Delta\Pi_{EE}$: α) αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (Μ) και β) δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (μΔ). Όσον αφορά την πρώτη ταξινόμηση, Α-Δ-Μ, οι $\Delta\Pi_{EE}$ εκφράστηκαν σε ποσοστιαία αναλογία και το 25% των συμμετεχόντων με τους χαμηλότερους $\Delta\Pi_{EE}$ ταξινομήθηκαν ως αριστερόχειρες, το 25% των συμμετεχόντων με τους υψηλότερους $\Delta\Pi_{EE}$ ταξινομήθηκαν ως δεξιόχειρες και οι υπόλοιποι συμμετέχοντες που οι $\Delta\Pi_{EE}$ τους κυμαίνονταν μεταξύ 25,01% έως 75%, ταξινομήθηκαν ως αμφιδέξιοι. Όσον αφορά τη δεύτερη ταξινόμηση, Δ-μΔ, ως δεξιόχειρες ταξινομήθηκαν όσοι συμμετέχοντες ο $\Delta\Pi_{EE}$ τους ήταν μεγαλύτερος του 75 (Habib et al., 1995. Robichon & Habib, 1998), ενώ όσοι είχαν $\Delta\Pi_{EE}$ ίσο ή μικρότερο του 75 ταξινομήθηκαν ως μη δεξιόχειρες. Τέλος, στις αναλύσεις της παρούσας έρευνας, οι $\Delta\Pi_{EE}$ για το πόδι και το μάτι προέκυψαν από τη βαθμολογία στις αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και παρουσιάζονται χωριστά.

3.3.8. Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού

Η δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ) (Quantification of Hand Preference Test, Bishop et al., 1996) επιλέχθηκε συμπληρωματικά για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης. Τα ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς, όπως αυτό του Εδιμβούργου, βασίζονται κυρίως στην υποκειμενική κρίση του συμμετέχοντα αφού καλείται να φανταστεί ή να ανακαλέσει τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελούσε καθεμία από τις δραστηριότητες του ερωτηματολογίου (Bryden & Roy, 2006). Αντίθετα, οι δοκιμασίες ποσοτικοποίησης της προτίμησης, όπως αυτή που αναπτύχθηκε από τους Bishop et al., (1996), αποτελούν ένα συμπεριφορικό τρόπο αξιολόγησης της προτίμησης χεριού, με το πλεονέκτημα ότι επιτρέπουν την ποσοτικοποίηση της προτίμησης, εξασφαλίζοντας εσωτερική συνέπεια και τη δυνατότητα αξιολόγησης των ατομικών διαφορών των συμμετεχόντων (Bishop et al., 1996).

Η δοκιμασία ΠΠΧ αποτελεί μία σύντομη συμπεριφορική δοκιμασία διάρκειας περίπου 5 λεπτών. Πιο συγκεκριμένα, πάνω σε ένα χαρτόνι τοποθετούνται επτά σημεία, σε διαδοχικά διαστήματα των 30°, ώστε να δημιουργηθεί ένα ημικύκλιο διαμέτρου 80 εκατοστών. Στη συνέχεια, τοποθετούνται τρεις κάρτες σε κάθε επιμέρους σημείο και ζητείται από το συμμετέχοντα να σταθεί στο κέντρο του ημικυκλίου και να πάρει μια συγκεκριμένη κάρτα κάθε φορά, την οποία καλείται να τοποθετήσει μέσα σε ένα κουτί (βλ. Εικ. 3.1). Κάθε φορά καταγράφεται το χέρι που χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή της κάθε κάρτας (Bishop et al., 1996).



Εικόνα 3.1. Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας ΠΠΧ. Πηγή: Bishop et al., 1996.

Στην παρούσα μελέτη για τη δοκιμασία ΠΠΧ χρησιμοποιήθηκαν 21 κάρτες, οι οποίες αναπαριστούσαν οικείες εικόνες για τα παιδιά, όπως ζώα και αντικείμενα (βλ. Παράρτημα 3.7). Η επιλογή της σειράς των καρτών που ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να τοποθετήσουν στο κουτί ήταν τυχαία, αλλά τηρήθηκε η ίδια σειρά για όλους τους συμμετέχοντες (Bishop et al., 1996). Οι οδηγίες που δόθηκαν ήταν οι ακόλουθες: *«Τώρα θέλω να σηκώσεις την κάρτα που θα σου πω και να την τοποθετήσεις στο κουτί που βρίσκεται μπροστά σου. Σε παρακαλώ βάλε στο κουτί την κάρτα, π.χ. με το αστέρι»*. Για κάθε κάρτα που τοποθετούνταν στο κουτί με το δεξιό χέρι, ο συμμετέχων βαθμολογούνταν με δύο μονάδες, για κάθε κάρτα που τοποθετούνταν στο κουτί με το αριστερό χέρι βαθμολογούνταν με μηδέν μονάδες και όταν ένα από τα δύο χέρια συνεπικουρούσε στην τοποθέτηση της κάρτας, ο συμμετέχοντας βαθμολογούνταν με μία μονάδα. Η μέγιστη δυνατή βαθμολογία κάθε συμμετέχοντα ήταν 42 για την περίπτωση που είχε χρησιμοποιήσει μόνο το δεξί του χέρι για την τοποθέτηση των καρτών και η χαμηλότερη βαθμολογία ήταν μηδέν για την περίπτωση που είχε χρησιμοποιήσει μόνο το αριστερό. Διαιρώντας τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία με τη βαθμολογία επίδοσης του συμμετέχοντα και πολλαπλασιάζοντας επί εκατό, προέκυπτε ένας δείκτης πλευρίωσης $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}} = (\text{βαθμολογία}/42) * 100$. Ο $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ κυμαινόταν από 0 (ισχυρή αριστεροχειρία) έως 100 (ισχυρή δεξιοχειρία) (Papadatou-Pastou, 2008).

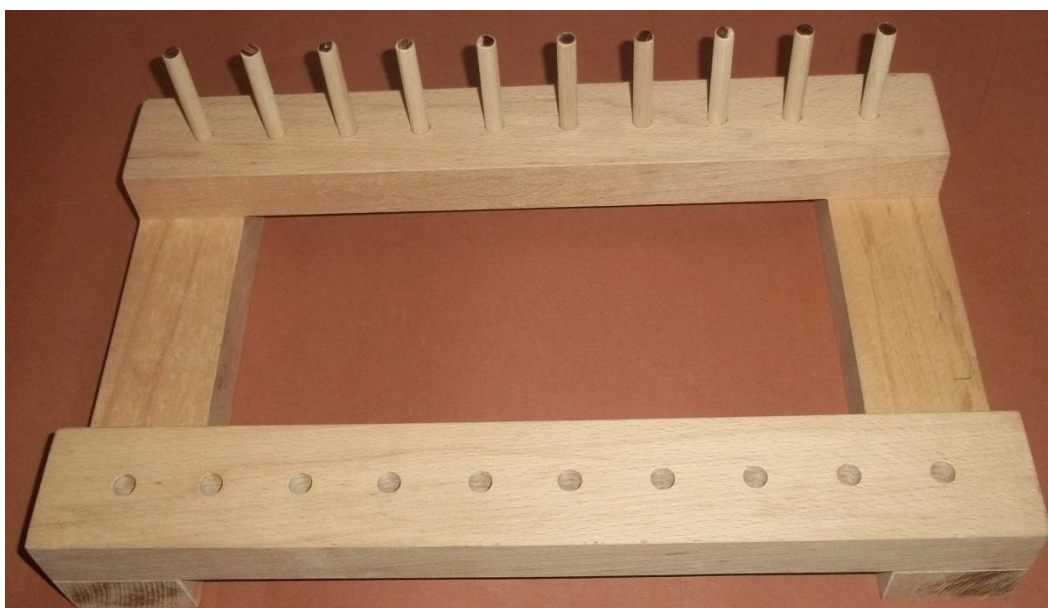
Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν σε δύο κατηγορίες ως προς την προτίμηση χεριού βάσει του $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$: α) αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (Μ) και β) δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (μΔ). Η πρώτη ταξινόμηση, Α-Δ-Μ, πραγματοποιήθηκε χωρίζοντας το εύρος του $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ (0-100) σε τρία ίσα διαστήματα, δηλαδή ανά 33,3. Όσοι συμμετέχοντες είχαν $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ μικρότερο του 33,3 ταξινομήθηκαν ως αριστερόχειρες, όσοι είχαν $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ μεγαλύτερο του 66,6 ταξινομήθηκαν ως δεξιόχειρες και όσοι είχαν μεταξύ 33,3 και 66,6 ταξινομήθηκαν ως αμφιδέξιοι. Όσον αφορά τη δεύτερη ταξινόμηση, Δ-μΔ, ως δεξιόχειρες ταξινομήθηκε το 75% των συμμετεχόντων με το μεγαλύτερο $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ και οι υπόλοιποι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν ως μη δεξιόχειρες.

3.3.9. Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων

Η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ) (Peg-Moving test, Annett, 1985, 2002) αποτελεί δοκιμασία δεξιότητας χεριού (hand skill) και έχει ως στόχο την

αξιολόγηση της ικανότητας του αριστερού και δεξιού χεριού κατά τη διεκπεραίωση μιας διαδικασίας. Επιπλέον, είναι περισσότερο κατάλληλη για πληθυσμούς όπως παιδιά και ηλικιωμένους, οι οποίοι συχνά δυσκολεύονται να χειριστούν γραπτά ερωτηματολόγια και να θυμηθούν ποιο χέρι χρησιμοποιούν για να εκτελέσουν κάποια δραστηριότητα (Bryden et al., 2000).

Ειδικότερα, η δοκιμασία αυτή περιλαμβάνει δέκα κυλινδρικούς πασσάλους και ένα παραλληλόγραμμο διάτρητο πίνακα (βλ. Εικ. 3.2). Οι συμμετέχοντες καλούνται να μετακινήσουν όλους τους πασσάλους, τον ένα μετά τον άλλο, από τη πίσω πλευρά στην μπροστινή, με το ένα χέρι. Πραγματοποιούνται τρεις προσπάθειες για κάθε χέρι, ξεκινώντας από το δεξιό χέρι, ενώ η επιτυχής προσπάθεια συνίσταται στην ορθή τοποθέτηση και των δέκα πασσάλων διαδοχικά. Το σύνθημα για να ξεκινήσει η δοκιμασία δίνεται τη στιγμή που ο εξεταστής δηλώνει την έναρξη και παράλληλα αφαιρεί το χέρι του από τον πρώτο πάσσαλο.



Εικόνα 3.2. Ο διάτρητος πίνακας με τους δέκα πασσάλους διαστάσεων 32 x 18 εκ. Κάθε σειρά αποτελούταν από 10 τρύπες διαμέτρου 1,2 εκ. και βάθους 1 εκ. η καθεμία και η απόσταση μεταξύ των δύο σειρών του διάτρητου πίνακα ήταν 15 εκ. (από το κέντρο της κάθε τρύπας). Κάθε πάσσαλος είχε μήκος 7 εκ. και διάμετρο 1 εκ. (Annett, 1970b. Roy et al., 2003. Sato & Lalain, 2008).

Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες ήταν οι εξής: «*Τώρα σε παρακαλώ σήκω όρθιος/α. Στη δοκιμασία αυτή πρέπει να τοποθετήσεις τα ξυλάκια από την πίσω στην μπροστά σειρά, όσο πιο γρήγορα μπορείς. Δεν πειράζει αν σου πέσει κάποιο ξυλάκι. Θα ξεκινήσουμε την προσπάθεια από την αρχή. Εκείνο που πρέπει να*

κάνεις είναι να είσαι όσο πιο γρήγορος/η μπορείς. Με το δεξιό σου χέρι θα μετακινείς τα ξυλάκια από τα δεξιά προς τα αριστερά και με το αριστερό σου χέρι από τα αριστερά προς τα δεξιά. Θα έχεις τρεις προσπάθειες για κάθε χέρι. Προσπάθησε να μη μιλάς όσο μετακινείς τα ξυλάκια, γιατί θα καθυστερείς».

Για τη βαθμολόγηση του κάθε μαθητή στη δοκιμασία αυτή υπολογίστηκε ο μέσος χρόνος που απαιτήθηκε για τη μετακίνηση και των δέκα πασσάλων για κάθε χέρι. Ο χρόνος (με ακρίβεια κλάσματος δευτερόλεπτου) μετρήθηκε από τη στιγμή που ο συμμετέχων έπιασε τον πρώτο πάσσαλο μέχρι τη στιγμή που τοποθετούσε τον τελευταίο πάσσαλο στην τελευταία τρύπα. Στη συνέχεια, οι διαφορές στη δεξιότητα των δύο χεριών εκφράστηκαν ως ένας δείκτης πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$), οι θετικές τιμές του οποίου δηλώνουν επικράτηση του δεξιού χεριού, ενώ οι αρνητικές τιμές επικράτηση του αριστερού χεριού. Ο δείκτης πλευρίωσης προέκυψε από τον ακόλουθο τύπο: $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}} = (\Delta X - \text{A}\chi) / (\Delta X + \text{A}\chi)$, όπου ΔX = ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε για τη μετακίνηση των πασσάλων με το δεξιό χέρι και $\text{A}\chi$ = ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε για τη μετακίνηση των πασσάλων με το αριστερό χέρι.

Οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν σε μία κατηγορία ως προς την δεξιότητα χεριού βάσει του $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$, σε αριστερόχειρες (Α) και δεξιόχειρες (Δ). Όσοι συμμετέχοντες είχαν αρνητικό $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$, που σημαίνει ότι επιτέλεσαν τη δοκιμασία γρηγορότερα με το αριστερό χέρι, ταξινομήθηκαν ως αριστερόχειρες και όσοι είχαν θετικό $\Delta\Pi_{\Delta\text{MΠ}}$, ταξινομήθηκαν ως δεξιόχειρες (Sato & Lalain, 2008).

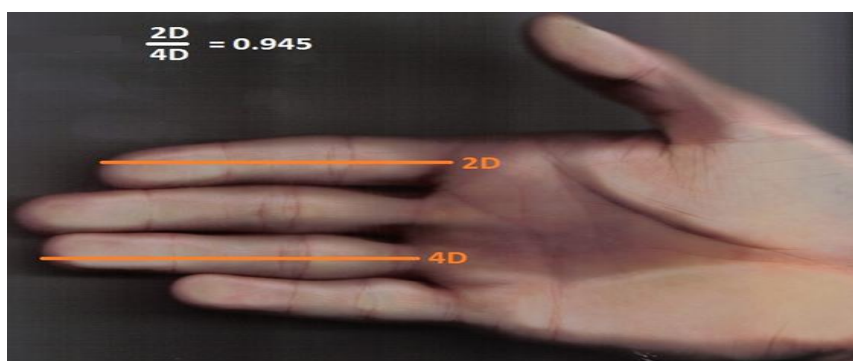
Στη συνέχεια για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, δημιουργήθηκε μία νέα κατηγορία για την ταξινόμηση των συμμετεχόντων αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 (υποκεφάλαιο 2.4) τα μεθοδολογικά ζητήματα που αφορούν τον τρόπο μέτρησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης καθώς και η έλλειψη συμφωνίας μεταξύ των ερευνητών σχετικά με το πώς η επικράτηση του χεριού προσδιορίζεται και μετρείται, οδήγησε στη δημιουργία μίας κατηγοριοποίησης των συμμετεχόντων λαμβάνοντας υπόψη την επίδοσή τους και στις τρεις δοκιμασίες συμπεριφορικής πλευρίωσης. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες που ο δείκτης πλευρίωσής τους στο ΕΕ και στη δοκιμασία ΠΠΧ ήταν μεγαλύτερος ή ίσος του 70 και ταυτόχρονα ο δείκτης πλευρίωσής τους στη δοκιμασία ΔΜΠ ήταν θετικός, ταξινομήθηκαν ως δεξιόχειρες. Αντίστοιχα, οι συμμετέχοντες που είχαν δείκτη πλευρίωσης στο ΕΕ και στη δοκιμασία ΠΠΧ μικρότερο του 70 και ταυτόχρονα είχαν αρνητικό δείκτη πλευρίωσης στη δοκιμασία ΔΜΠ, ταξινομήθηκαν ως μη δεξιόχειρες. Με τη δημιουργία αυτής της νέας

κατηγοριοποίησης, έγινε προσπάθεια να εξασφαλιστεί ένας κοινός τρόπος ταξινόμησης των συμμετεχόντων και το ενδεχόμενο ότι όσοι ταξινομούνται ως δεξιόχειρες, τόσο η κατεύθυνση, όσο και ο βαθμός της συμπεριφορικής τους πλευρίωσης είναι προς τα δεξιά. Στις αναλύσεις της παρούσας έρευνας, ο συγκεντρωτικός δείκτης πλευρίωσης που προέκυψε από τις δοκιμασίες προτίμησης/δεξιότητας χεριού ονομάστηκε ΔΠΣ.

3.3.10. Ορμονική αξιολόγηση (λόγος 2D:4D)

Σύμφωνα με την υπόθεση της τεστοστερόνης (Geschwind & Galaburda, 1985a.b.1987), που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 1 (υποκεφάλαιο 3.2), η αυξημένη προγεννητική τεστοστερόνη κατά την εμβρυική περίοδο, τροποποιεί την ανάπτυξη του εγκεφάλου καθυστερώντας την ανάπτυξη των κρίσιμων για τη γλώσσα εγκεφαλικών δομών του αριστερού ημισφαιρίου. Ένας έμμεσος δείκτης για τον έλεγχο της προγεννητικής τεστοστερόνης είναι η διαφορά του μήκους του 2^{ου} (δείκτης) και 4^{ου} (παράμεσος) δακτύλου, που είναι γνωστός ως λόγος 2D:4D (Manning, 2002, 2011. Honnekopp & Watson, 2010) (βλ. Εικ.3.3).

Στην παρούσα έρευνα η μέτρηση του μήκους του δείκτη και του παράμεσου, τόσο του δεξιού, όσο και του αριστερού χεριού, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός ψηφιακού παχύμετρου με διακριτική ικανότητα 0,01 χιλιοστών (βλ. Εικ 3.4). Στη συνέχεια υπολογίστηκαν δύο λόγοι 2D:4D, ένας για το δεξιό κι ένας για το αριστερό χέρι, καθώς και ένας δείκτης, ο οποίος προέκυψε από την διαφορά των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού (Dδ-α). Οι ενδεικτικές τιμές που κυμαίνεται ο λόγος 2D:4D είναι μεταξύ 0,80 και 1,20 χιλ. (Manning, 2010), ενώ ο δείκτης Dδ-α κυμαίνεται κοντά στο μηδέν (Beaton et al., 2012).



Εικόνα 3.3. Απεικόνιση χεριού και τρόπος υπολογισμού του λόγου 2D:4D. Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Digit_ratio. Ανασύρθηκε 9/1/2012.



Εικόνα 3.4. Μέτρηση μήκους δαχτύλων με το ψηφιακό παχύμετρο. Πηγή: Papadatou-Pastou, 2008.

3.3.11. Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου

Η Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (ΛΑΟΗ) (Visual Half-Field Lexical Decision Test) αποτελεί μία γλωσσική δοκιμασία, η οποία διεξάγεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και χρησιμοποιείται για την ανίχνευση ατομικών διαφορών στη λειτουργία των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Stephan et al., 2007). Πρόκειται για μια έμμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης και στο παρελθόν αντίστοιχες δοκιμασίες είχαν χρησιμοποιηθεί σε ασθενείς με διχοτομημένο εγκέφαλο, δηλαδή ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε εγχείρηση διατομής μεσολοβίου (Iacoboni & Zaidel, 1996. Iacoboni, Rayman & Zaidel, 1997). Περιλαμβάνει την ταχυστοσκοπική προβολή ενός ερεθίσματος (π.χ. λέξης/ψευδολέξης), διάρκειας περίπου 120 χιλιοστών του δευτερολέπτου, είτε στο αριστερό, είτε στο δεξιό οπτικό ημιπεδίο προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το ερέθισμα θα τύχει επεξεργασίας μόνο σε ένα από τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια (Papadatou-Pastou, 2008). Η ταχυστοσκοπική παρουσίαση του ερεθίσματος εξυπηρετεί την αποφυγή των σακκαδικών οφθαλμικών κινήσεων (εκούσιες κινήσεις του οφθαλμού) καθώς η παρατεταμένη χρονικά παρουσίαση εμπλέκει και τα δύο ημισφαίρια στην επεξεργασία του οπτικού ερεθίσματος.

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα των μελετών που χρησιμοποίησαν τη δοκιμασία ΛΑΟΗ είναι το πλεονέκτημα του δεξιού οπτικού ημιπεδίου (ΔΟΗ) για τα γλωσσικά ερεθίσματα, καθώς η παρουσίαση των λέξεων στο ΔΟΗ οδηγεί σε

περισσότερο ακριβή και γρήγορα αποτελέσματα, εύρημα το οποίο αποτελεί ένδειξη της κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου για τη γλώσσα (Boles, 1990. Nicholls & Wood, 1998. Weems & Reggia, 2004). Αξίζει να σημειωθεί, ότι το πλεονέκτημα του ΔΟΗ παραμένει σταθερό ανεξάρτητα την υπό μελέτη γλώσσα (Melamed & Zaidel, 1993) και αφορά μόνο τις πραγματικές λέξεις και όχι τις ψευδολέξεις, τόσο ως προς το χρόνο αντίδρασης, όσο και ως προς την ακρίβεια της απάντησης (Iacoboni & Zaidel, 1996. Weems & Zaidel, 2004).

Από την άλλη πλευρά, ενώ το πλεονέκτημα του ΔΟΗ αποτελεί ένα αξιόπιστο εύρημα στις μελέτες με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων, για τη μελέτη της ατομικής επίδοσης ενός συμμετέχοντα, ο βαθμός πλευρίωσης του οπτικού πεδίου θεωρείται αρκετά ευμετάβλητος ώστε να αποτελεί αξιόπιστο δείκτη της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας (Kim & Levine, 1991). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό εφαρμόστηκε η αμφίπλευρη παρουσίαση δύο διαφορετικών ερεθισμάτων, όπου το ένα αποτελούσε το ερέθισμα-στόχο και το άλλο λειτουργούσε ως παράγοντας διάσπασης της προσοχής από το ερέθισμα-στόχο και ο συμμετέχοντας θα έπρεπε να το αγνοήσει (Olk & Hartje, 2001). Σύμφωνα με τους Olk και Hartje (2001), η αμφίπλευρη παρουσίαση αντιθετικών ερεθισμάτων (στόχος-μη στόχος) οδηγεί σε ενισχυμένη ασυμμετρία του οπτικού πεδίου, καθώς κάθε ημισφαίριο χωριστά και ανεξάρτητα θα πρέπει, με αυτόματο τρόπο, να επεξεργαστεί το ένα ερέθισμα (π.χ. ερέθισμα στόχο) στο ένα οπτικό πεδίο (π.χ. δεξιό) και το άλλο ερέθισμα (π.χ. μη στόχο) στο αντίθετο οπτικό πεδίο (π.χ. αριστερά) (Rayman & Zaidel, 1991. Iacoboni & Zaidel, 1996).

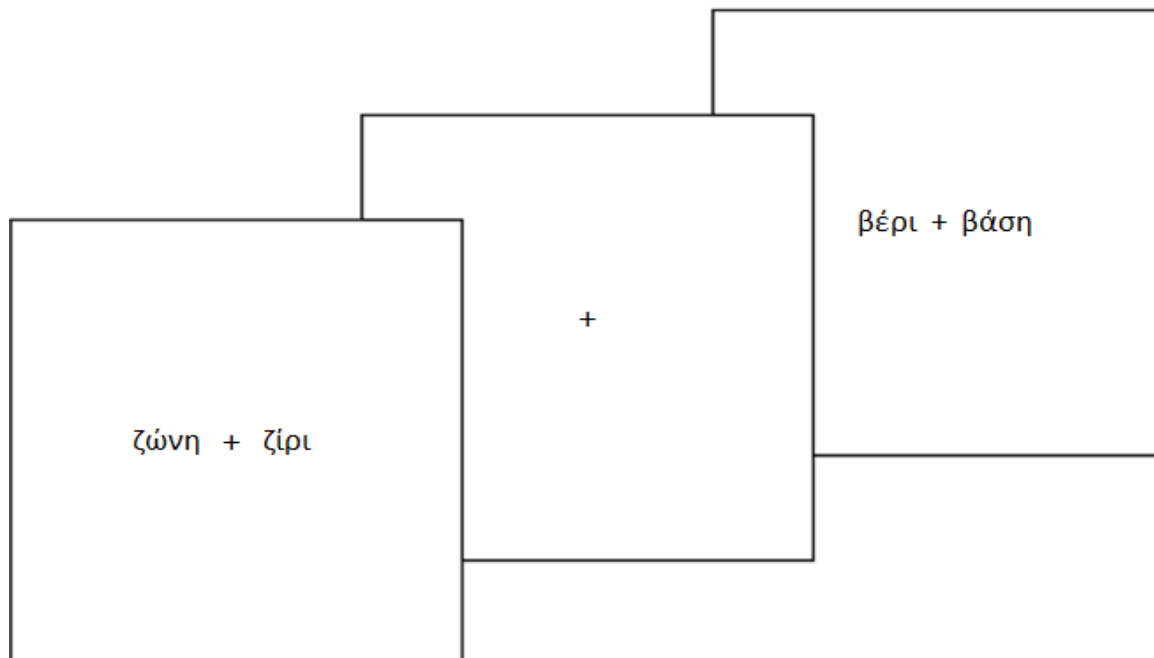
Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε μία ελληνική εκδοχή της δοκιμασίας ΛΑΟΗ για πρώτη φορά σε ελληνικό δείγμα, η οποία αναπτύχθηκε από το Κέντρο Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (www.primedu.uoa.gr/rcpe/lab) (Papadatou-Pastou, Koufaki, Rantou, Tomprou, & Liakata, 2012). Η εν λόγω δοκιμασία περιλαμβάνει την ταυτόχρονη ταχυστοσκοπική παρουσίαση δύο αντιθετικών ερεθισμάτων (λέξη-ψευδολέξη) ή όμοιων ερεθισμάτων (ψευδολέξη-ψευδολέξη) στα δεξιά και αριστερά ενός σημείου εστίασης στην οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν σε ποια πλευρά του σημείου εστίασης παρουσιάστηκε το ερέθισμα-στόχος, το οποίο αποτελούσε η πραγματική λέξη, ή να υποδείξουν ότι δεν υπήρχε ερέθισμα-στόχος σε

καμία πλευρά του σημείου εστίασης, στην περίπτωση αυτή εμφανίζονταν δύο ψευδολέξεις.

Ειδικότερα, στη ελληνική εκδοχή της δοκιμασίας ΛΑΟΗ, τις πραγματικές λέξεις αποτελούν 16 ουσιαστικά με ουδέτερη (μη-συναισθηματική) σημασία μεταξύ των 100 πιο συχνών ουσιαστικών της ελληνικής γλώσσας που περιλαμβάνονται στον Εθνικό Θησαυρό της Ελληνικής Γλώσσας του Ινστιτούτου Επεξεργασίας του Λόγου (ΙΕΛ, <http://hnc.islp.gr>). Περαιτέρω, δημιουργήθηκαν ζεύγη λέξεων-ψευδολέξεων (Λ-Ψ) και ψευδολέξεων-ψευδολέξεων (Ψ-Ψ), έτσι ώστε οι ψευδολέξεις να έχουν τον ίδιο αριθμό συλλαβών με τις πραγματικές λέξεις και να τονίζονται στην ίδια συλλαβή. Όλες οι λέξεις-ψευδολέξεις αποτελούνταν από 4-5 γράμματα (π.χ. φωνή, μήνας, βλ. Παράρτημα 3.4). Για τη δημιουργία των ψευδολέξεων τηρήθηκαν οι ελληνικοί φωνολογικοί και ορθογραφικοί κανόνες, ώστε κάθε ψευδολέξη να μπορεί να χαρακτηριστεί ως αποδεκτή ελληνική λέξη σύμφωνα με την ελληνική γραμματική. Επιπλέον, για να ελαχιστοποιηθεί η μεροληψία της επιλογής, ο τρόπος που τα ζεύγη-ερεθίσματα παρουσιάζονταν στους συμμετέχοντες ακολουθούν ένα ψευδο-τυχαίο μοτίβο, ώστε η δοκιμασία στο σύνολό της να μην περιέχει περισσότερες από τρεις διαδοχικές περιπτώσεις λέξεων ή ψευδολέξεων που να εμφανίζονται στο ίδιο οπτικό πεδίο. Παράλληλα, η αναλογία των ζευγαριών Λ-Ψ, Ψ-Λ και Ψ-Ψ είναι 2:2:1 (Ortigue, Michel, Murray, Mohr, Carbonnel, et al., 2004). Επομένως, αφού κάθε πραγματική λέξη πρέπει να εμφανίζεται τουλάχιστον τρεις φορές σε συνδυασμό με μια ψευδολέξη, σχηματίστηκαν 48 ζεύγη Λ-Ψ και Ψ-Λ και 24 ζεύγη Ψ-Ψ. Έτσι, η δοκιμασία αποτελείται από 120 ζεύγη συνολικά, ενώ δημιουργήθηκαν πέντε εκδοχές της ίδιας δοκιμασίας με τα ίδια 120 ζεύγη, απλά σε διαφορετική σειρά. Αυτές οι πέντε εκδοχές της ελληνικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ χορηγήθηκαν αντισταθμιστικά στους συμμετέχοντες με τυχαίο τρόπο.

Για τη δοκιμασία ΛΑΟΗ στον ηλεκτρονικό υπολογιστή χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό E-Prime 1.1.4.1 (Psychology Software Tools Inc., 2002). Τα γλωσσικά ερεθίσματα (λέξεις-ψευδολέξεις) παρουσιάζονταν αριστερά και δεξιά ενός σημείου εστίασης, που είχε το σχήμα σταυρού στο κέντρο μιας οθόνης H/Y (LCD 20 ίντσες/Asus VW202SR). Τα γράμματα είχαν μαύρο χρώμα (γραμματοσειρά Bold Courier New, μέγεθος γραμματοσειράς 18) και εμφανίζονταν σε γκρι φόντο, ενώ το πλησιέστερο γράμμα κάθε λέξης απέχεε από το σημείο προσήλωσης 1 εκατοστό (βλ. Εικ. 3.5). Η δοκιμασία ξεκινούσε με την εμφάνιση του σημείου εστίασης, η προβολή του οποίου είχε διάρκεια 500 χιλιοστά του δευτερολέπτου και ακολουθούσε η

εμφάνιση των λέξεων-ψευδολέξεων για 120 χιλιοστά του δευτερολέπτου, ώστε να μην είναι δυνατές οι σακκαδικές κινήσεις των ματιών των συμμετεχόντων. Κάθε ζεύγος λέξεων-ψευδολέξεων εμφανιζόταν στην οθόνη, είτε μετά την απόκριση του συμμετέχοντα, είτε μετά το πέρας 5 δευτερολέπτων σε περίπτωση μη απόκρισης.



Εικόνα 3.5. Παράδειγμα εμφάνισης των λέξεων-ψευδολέξεων στη δοκιμασία ΛΑΟΗ.

Οι συμμετέχοντες κάθονταν σε απόσταση 57 εκατοστών από την οθόνη του υπολογιστή και το κεφάλι τους στηρίζονταν σε ένα ειδικό υποστήριγμα πηγουνιού (chin rest) προκειμένου να μη μεταβάλλεται αυτή η απόσταση κατά τη διάρκεια του πειράματος. Έχοντας τοποθετημένους τους δείκτες των δύο χεριών τους στα πλήκτρα «C» (αριστερό χέρι) και «M» (δεξιό χέρι) του πληκτρολογίου, καλούνταν σε περίπτωση που αναγνώριζαν κάποια πραγματική λέξη να απαντήσουν με το χέρι που αντιστοιχεί στην πλευρά του οπτικού ημιπεδίου της οθόνης που εμφανίστηκε η λέξη. Σε περίπτωση που δεν αναγνώριζαν καμία πραγματική λέξη πατούσαν το πλήκτρο διαστήματος (spacebar) με τους αντίχειρές τους. Επίσης, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να είναι συγκεντρωμένοι στο σημείο προσήλωσης και να απαντούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα και με ακρίβεια.

Πριν την έναρξη της δοκιμασίας ΛΑΟΗ δίνονταν αναλυτικές οδηγίες (βλ. Εικ. 3.6) και ακολουθούσαν 16 δοκιμαστικές προσπάθειες προκειμένου να εξοικειωθούν οι συμμετέχοντες με το πείραμα. Κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών προσπαθειών οι συμμετέχοντες λάμβαναν ανατροφοδότηση σχετικά με την ορθότητα των

απαντήσεών τους και μόνο όταν σημείωναν τουλάχιστον 50% επιτυχία (δηλαδή 8 ορθές απαντήσεις) μπορούσε να ξεκινήσει η πειραματική δοκιμασία, η οποία διαρκούσε περίπου πέντε λεπτά. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας καταγράφονταν η ακρίβεια των απαντήσεων και ο χρόνος αντίδρασης των συμμετεχόντων και στη συνέχεια υπολογίζονται δύο δείκτες πλευρίωσης, ένας για την ακρίβεια των απαντήσεων ($\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_ακρίβειας}}$) κι ένας για τον χρόνο αντίδρασης ($\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_χρόνου αντίδρασης}}$). Οι διαφορές στην επίδοση στη δοκιμασία ΛAOH αναφορικά με την ακρίβεια της απάντησης και το χρόνο αντίδρασης είναι ενδεικτικές της ημισφαιρικής εξειδίκευσης του εγκεφάλου (Papadatou-Pastou, 2008). Οι τύποι βάσει των οποίων υπολογίστηκαν οι δείκτες πλευρίωσης ακρίβειας και χρόνου αντίδρασης ήταν οι εξής (Mohr, Krummenacher, Landis, Sandor, Fathi, et al., 2005):

$$\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_ακρίβειας}} = (\Delta\text{OH}-\text{AOH}) / (\Delta\text{OH}+\text{AOH}),$$

όπου ΔOH = ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στο δεξί οπτικό ημιπεδίο και AOH = ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στο αριστερό οπτικό ημιπεδίο και

$$\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_χρόνου αντίδρασης}} = (\Delta\text{OH}-\text{AOH}) / (\Delta\text{OH}+\text{AOH}),$$

όπου ΔOH = ο μέσος χρόνος αντίδρασης των σωστών απαντήσεων στο δεξί οπτικό ημιπεδίο και AOH = ο μέσος χρόνος αντίδρασης των σωστών απαντήσεων στο αριστερό οπτικό ημιπεδίο.

Οι θετικές τιμές για το $\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_ακρίβειας}}$ και οι αρνητικές τιμές για το $\Delta\Pi_{\Lambda\text{AOH_χρόνου αντίδρασης}}$ είναι ενδεικτικές του πλεονεκτήματος του ΔOH και κατ' επέκταση της επεξεργασίας της γλώσσας από το αριστερό ημισφαίριο. Όσες τιμές των χρόνων αντίδρασης ήταν μικρότερες των 200 χιλιοστών του δευτερολέπτου ή μεγαλύτερες των 1600 χιλιοστών του δευτερολέπτου αποκλείστηκαν, για να αποφευχθεί η αλλοίωση των αποτελεσμάτων, καθώς τόσο οι πολύ σύντομες, όσο και οι πολύ αργές αποκρίσεις είναι ενδεικτικές τυχαίας απάντησης από το συμμετέχοντα (Faust & Babkoff, 1997). Επιπλέον, αποκλείστηκαν και όσοι συμμετέχοντες δεν κατάφεραν να απαντήσουν σωστά στο 50% των προσπαθειών, δηλαδή σε 60 από τα 120 συνολικά ζεύγη λέξεων-ψευδολέξεων.

**Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σου στην παρούσα έρευνα.
Κατά τη διάρκεια της εξάσκησης θα πρέπει να πατήσεις το πλήκτρο που πιστεύεις ότι αντιστοιχεί σε ελληνική λέξη με όσο μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια γίνεται!**

Πάτησε "M" με το δείκτη του δεξιού χεριού όταν πιστεύεις ότι είδες ελληνική λέξη στα δεξιά της οθόνης και αντίστοιχα πάτησε "C" με το δείκτη του αριστερού χεριού όταν πιστεύεις ότι είδες ελληνική λέξη στα αριστερά.

**Παράδειγμα: μήλο + πύκη
Πάτησε "C" σε αυτήν την περίπτωση**

**Παράδειγμα: πύκη + μήλο
Πάτησε "M" σε αυτήν την περίπτωση**

Πάτησε το πλήκτρο διαστήματος (SPACEBAR) με τους αντίχειρες και των δύο χεριών όταν πιστεύεις ότι δεν έχει παρουσιαστεί ελληνική λέξη.

**Παράδειγμα: πύκη + φάτι
Πάτησε το πλήκτρο διαστήματος σε αυτήν την περίπτωση**

Λάβε υπόψη σου ότι ποτέ δεν εμφανίζονται δύο ελληνικές λέξεις ταυτόχρονα.

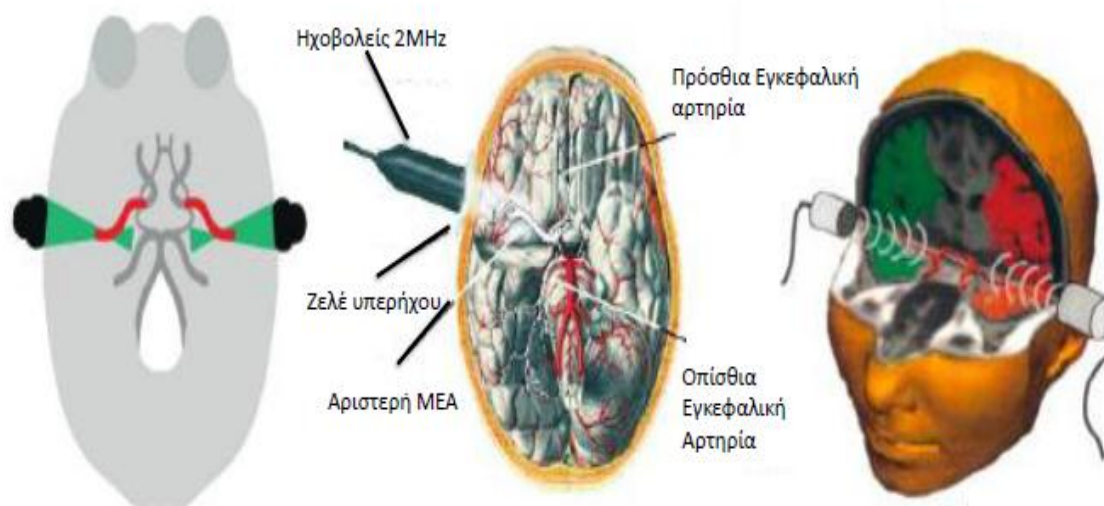
Εικόνα 3.6. Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες προφορικά, αλλά και γραπτά στην οθόνη του υπολογιστή, πριν την έναρξη της δοκιμασίας ΛΑΟΗ.

3.3.12. Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου μέσω λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler

Ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler αποτελεί μία αξιόπιστη, έγκυρη και παράλληλα μη επεμβατική μέθοδο για την άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, κατάλληλη για ενήλικες αλλά και για τα παιδιά (βλ. Εικ. 3 και 4. κεφ. 1. υποκ.1.1.4). Για την αξιολόγηση των συμμετεχόντων με το λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler χρησιμοποιήθηκαν (α) η συσκευή μέτρησης υπέρηχου Doppler (DWL Multidop T2: manufacturer, DWL Elektronische Systeme, Singen, Germany), (β) ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής (19 ίντσες/Turbo X, WXGA 1440x900) όπου προβάλλονταν τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα της γλωσσικής δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (ΠΚΣ, Animation Description task. Bishop et al., 2009) που χορηγήθηκε μέσω του λογισμικού προγράμματος

Presentation 14.7 (Neurobehavioral systems, Matlab, 2010) και (γ) δύο ηχοβολείς 2 MHz τοποθετημένοι σε μία στεφάνη που εφάρμοζε στο κεφάλι του συμμετέχοντα.

Κατά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας, οι ηχοβολείς τοποθετούνταν επιδερμικά στο κεφάλι του συμμετέχοντα, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό γέλυ υπερήχων έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή επαφή μεταξύ των ηχοβολέων και του δέρματος. Οι ηχοβολείς, υπό τις κατάλληλες γωνίες, εφάπτονταν στο δέρμα στην περιοχή του κροταφικού οστού που βρίσκεται μερικά εκατοστά μπροστά από το αυτί. Σε αυτό το σημείο το κροταφικό οστό είναι αρκετά λεπτό, επιτρέποντας στα υπερηχητικά κύματα να το διαπεράσουν. Η μέση εγκεφαλική αρτηρία (ΜΕΑ) εντοπίζεται συνήθως σε βάθος 45-55 χιλιοστά του μέτρου (χλμ) (Haag et al., 2010. Παπαδάτου-Παστού & συν., 2013) (βλ. Εικ. 3.7).



Εικόνα 3.7. Πανοραμική, δισδιάστατη και τρισδιάστατη απεικόνιση της αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης με το λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler (fTCD). Εντοπισμός του υπερηχητικού σήματος της ΜΕΑ από τους ηχοβολείς 2MHz. Πηγές κατά σειρά εμφάνισης: Rosch et al., 2012. Deppe et al., 2004. Knecht et al., 2000a.

Το δεύτερο στάδιο της διαδικασίας, μετά τη σωστή τοποθέτηση των ηχοβολέων που συνήθως διαρκεί 7-10 λεπτά, περιλαμβάνει τη χορήγηση της γλωσσικής δοκιμασίας ΠΚΣ, κατά τη διάρκεια της οποίας γίνεται συνεχή καταγραφή των αλλαγών στην ταχύτητα της αιματικής ροής στις ΜΕΑ και κατόπιν, μέσω της σύγκρισης της αλλαγής στην ταχύτητα αιμάτωσης στη δεξιά και την αριστερή ΜΕΑ,

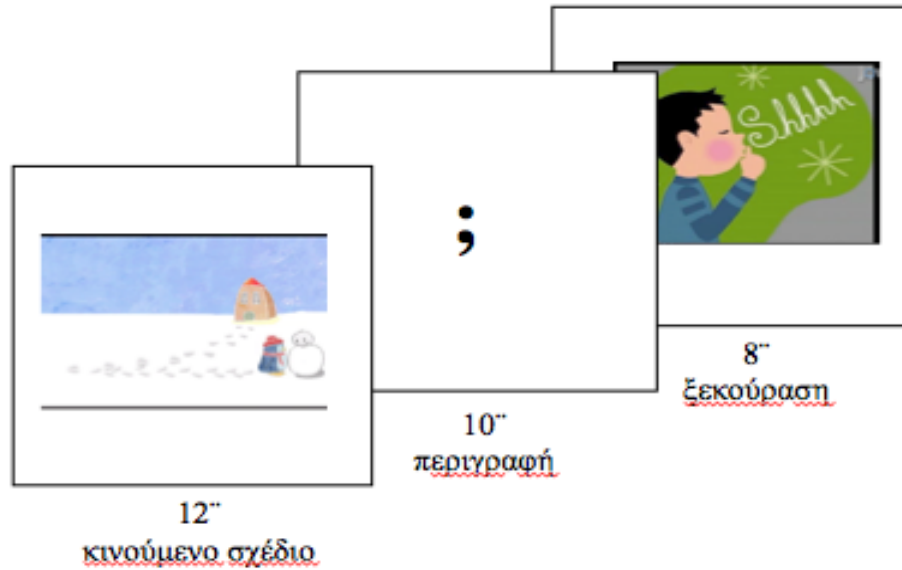
καθορίζεται ποιο ημισφαίριο είναι επικρατές για τη γλωσσική λειτουργία (Derpe, et al., 2004), αυτοματοποιημένα μέσω ενός λογισμικού προγράμματος.

Στη συνέχεια περιγράφεται η δοκιμασία ΠΚΣ που χορηγήθηκε στην παρούσα έρευνα, ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων για τον υπολογισμό του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης των συμμετεχόντων ($\Delta\Pi_{Doppler}$) καθώς και η ταξινόμησή τους βάσει του $\Delta\Pi_{Doppler}$.

Η κλασική δοκιμασία που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας με τον υπέρηχο Doppler είναι η δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής (Word Generation task), η οποία αναπτύχθηκε από τους Knecht et al. (1996) (βλ. κεφ 1. υποκ. 1.1.4) και απευθύνεται κυρίως σε ενήλικες που γνωρίζουν ανάγνωση. Όταν απευθύνεται σε παιδιά, θεωρείται ελαφρώς κουραστική και ανιαρή δοκιμασία λόγω του μεγάλου διαστήματος ξεκούρασης ανάμεσα στην παρουσίαση κάθε γράμματος (35 δευτερόλεπτα). Πρόσφατα, οι Bishop et al., (2009) ανέπτυξαν μία εναλλακτική δοκιμασία, την Περιγραφή Κινουμένου Σχεδίου (ΠΚΣ) (Animation Description task) με μικρότερη περίοδο ξεκούρασης (8 δευτερόλεπτα), που απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας τεσσάρων ετών και πάνω, αλλά και σε πληθυσμούς με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες καθώς και σε αναλφάβητο πληθυσμό.

Η δοκιμασία περιλαμβάνει σύντομες ταινίες-βίντεο κινουμένων σχεδίων, οι οποίες περιλαμβάνουν ήχο αλλά όχι λόγο. Ο συμμετέχοντας αφού παρακολουθήσει το βίντεο με το κινούμενο σχέδιο που διαρκεί 12 δευτερόλεπτα, καλείται να περιγράψει τι είδε σε χρονικό διάστημα δέκα δευτερολέπτων μετά από ένα προειδοποιητικό ηχητικό σήμα και την εμφάνιση ενός ερωτηματικού στην οθόνη του Η/Υ. Στη συνέχεια, με το άκουσμα ενός δεύτερου ηχητικού σήματος, ξεκινάει η περίοδος ξεκούρασης (βλ. Εικ. 3.8). Ο κάθε πειραματικός κύκλος διαρκεί μόλις 30 δευτερόλεπτα και η δοκιμασία ολοκληρώνεται ύστερα από 30 πειραματικούς κύκλους.

Η δοκιμασία ΠΚΣ παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με τη δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής ($r = 0,68, p < 0,01$) και αξιοπιστία εξ' ημίσεως οπότε μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και με την ολοκλήρωση των μισών πειραματικών κύκλων (Bishop et al., 2009). Πρόσφατα, οι Bishop, Badcock και Holt (2010), εισηγήθηκαν ότι η δοκιμασία ΠΚΣ δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και με την ολοκλήρωση δέκα μόλις πειραματικών κύκλων.

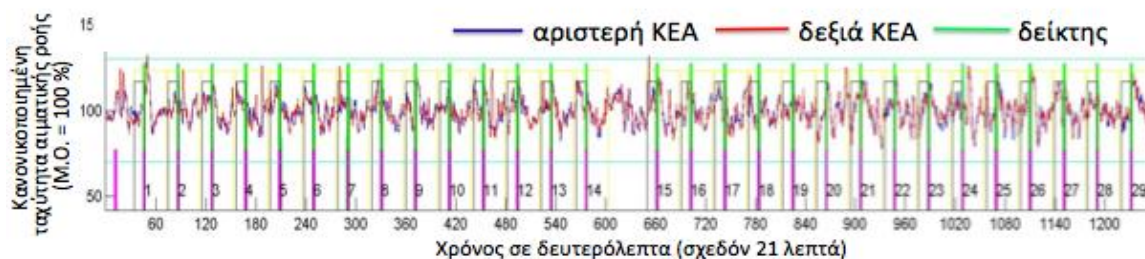


Εικόνα 3.8. Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου.

Στην παρούσα έρευνα, για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται με τη μέθοδο του διακρανιακού υπέρηχου Doppler χρησιμοποιήθηκε το λειτουργικό πρόγραμμα dopOSCI, εφαρμογή του Matlab, που αναπτύχθηκε από το εργαστήριο Μελέτης των Δυσκολιών Επικοινωνίας των Παιδιών του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης (Oxford Study of Children's Communication Impairments, www.psy.ox.ac.uk/oscci/). Η ανάλυση των δεδομένων περιλαμβάνει (α) τον υπολογισμό του μέσου όρου της ταχύτητας αιματικής ροής στη δεξιά και την αριστερή ΜΕΑ κατά τη διάρκεια μίας περιόδου ενδιαφέροντος κατά την οποία λαμβάνει χώρα η δοκιμασία ΠΚΣ σε σχέση με μια περίοδο αναφοράς και (β) τη μελέτη της διαφοράς ανάμεσα στην ενεργοποίηση των δύο ημισφαιρίων, ώστε να υπολογιστεί ο δείκτης πλευρίωσης, $\Delta\text{PI}_{\text{Doppler}}$. Κατά τη διαδικασία της ανάλυσης των δεδομένων λαμβάνονται υπόψη πρώτον, ο παλμός της καρδιάς και δεύτερον, οι συνολικές διαφορές στην αιμάτωση των δύο ημισφαιρίων (δηλαδή οι διαφορές που δε σχετίζονται με τη γνωστική δοκιμασία). Τέτοιες διαφορές μπορεί να οφείλονται σε διαφορετική περίμετρο των δύο ΜΕΑ (ή του συγκεκριμένου τμήματος στο οποίο φτάνει το υπερηχητικό σήμα κατά τη μέτρηση) ή στη διαφορετική γωνία τοποθέτησης των ηχοβολέων.

Στην Εικόνα 3.9 παρουσιάζεται μία πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στις δύο ΜΕΑ κατά τη διάρκεια 29 πειραματικών κύκλων. Κάθε ορατή κορύφωση της κυματομορφής αντιστοιχεί σε ένα καρδιακό παλμό. Ο δείκτης που υποδεικνύει

την έναρξη της παρουσίασης των ερεθισμάτων έχει πράσινο χρώμα. Επίσης, μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι το υπερηχητικό σήμα της καταγραφής για τον 14^ο πειραματικό κύκλο παρουσιάζει παρεμβολές. Αυτές οι παρεμβολές σε τμήματα της καταγραφής υποδεικνύουν ασυνήθιστα χαμηλά ή υψηλά επίπεδα δραστηριότητας, που μπορεί να οφείλονται σε μετακίνηση των ηχοβολέων, βήχα ή άλλη απότομη κίνηση του συμμετέχοντα. Τέτοιες μη ικανοποιητικές καταγραφές αφαιρούνται αυτόματα από το λογισμικό επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων dopOSCCI.

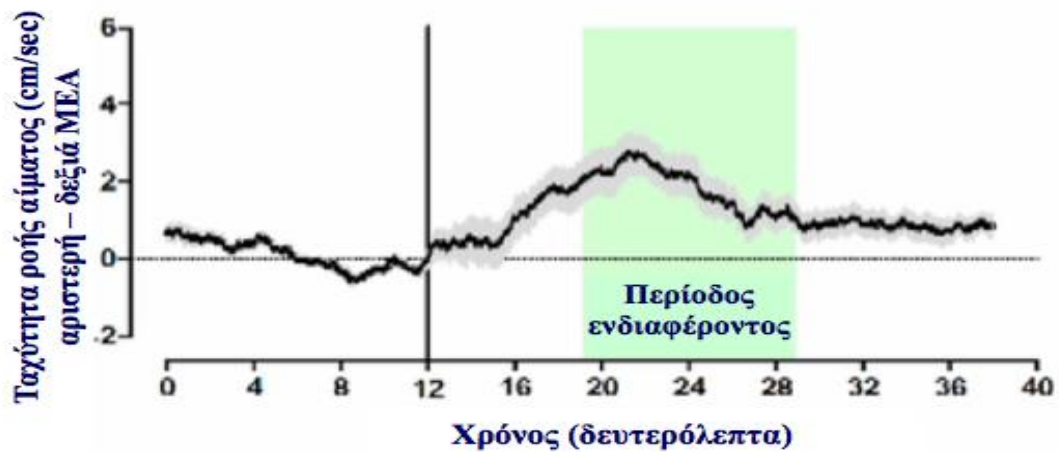


Εικόνα 3.9. Πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ για ένα συμμετέχοντα (29 πειραματικοί κύκλοι).

Στη συνέχεια, για να υπολογιστεί ο μέσος όρος αιματικής ροής για την κάθε αρτηρία, οι καταγραφές χωρίζονται σε περιόδους με βάση το δείκτη που στέλνει το λογισμικό για να σηματοδοτήσει την έναρξη του κάθε πειραματικού κύκλου. Στην Εικόνα 3.10 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της μέσης τιμής του σήματος στις περιόδους ενδιαφέροντος για την αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ και προκύπτει από την ανάλυση όλων των πειραματικών κύκλων που είχαν ικανοποιητικό σήμα καταγραφής για ένα συμμετέχοντα. Η περίοδος ενδιαφέροντος, δηλαδή η περίοδος κατά την οποία ενεργοποιείται η γλωσσική λειτουργία, είναι σκιασμένη με πράσινο χρώμα. Η διαφορά στην ταχύτητα αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ, παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.11. Η περίοδος ενδιαφέροντος για τον υπολογισμό της πλευρίωσης είναι σκιασμένη και πάλι με πράσινο χρώμα. Οι σκιασμένες με γκρι χρώμα περιοχές πάνω και κάτω από τη μαύρη γραμμή δείχνουν το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής (SEM, standard error of mean). Ο δείκτης πλευρίωσης υπολογίζεται με βάση τα δύο δευτερόλεπτα της περιόδου ενδιαφέροντος κατά τα οποία η διαφορά στην ταχύτητα αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ αποκτά τη μέγιστη τιμή της (Bishop et al., 2010). Η τυπική ευαισθησία για τον εντοπισμό διαφορών στην αιμάτωση των δύο ημισφαιρίων είναι της τάξης του 1% (Knecht et al., 1997, 1998).



Εικόνα 3.10. Μέση τιμή της αιματικής ροής στους πειραματικούς κύκλους με καθαρές καταγραφές για την αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.



Εικόνα 3.11. Διαφορά στην ταχύτητα αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.

Στις αναλύσεις της παρούσας έρευνας, έλαβαν μέρος όσοι συμμετέχοντες κατάφεραν να ολοκληρώσουν το 50% των πειραματικών κύκλων στη δοκιμασία ΠΚΣ, δηλαδή 15 ή περισσότερους (Bishop et al., 2009) και υπολογίστηκαν δύο δείκτες πλευρίωσης. Αρχικά υπολογίστηκε ο γενικός δείκτης πλευρίωσης $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ που προέκυψε αυτοματοποιημένα από το λογισμικό επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων dopOSCCI, υπολογίζοντας το μέσο δείκτη πλευρίωσης όλων των πειραματικών κύκλων, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω. Κάθε θετικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi > 0$) δηλώνει αριστερή ημισφαιρική επικράτηση και άρα τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ ένας αρνητικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi < 0$) δηλώνει δεξιά ημισφαιρική επικράτηση ή συμμετρία και άρα μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Deppe et al., 1997. Illingworth & Bishop, 2009).

Badcock et al., 2012. Groen, Whitehouse, Badcock, & Bishop, 2012). Επίσης, πέρα από την κατεύθυνση της πλευρίωσης (αριστερή ή δεξιά πλευρίωση), οι τιμές του $\Delta\Pi_{Doppler}$, είτε θετικές, είτε αρνητικές, υποδεικνύουν το μέγεθος του βαθμού της λειτουργικής πλευρίωσης (Whitehouse & Bishop, 2009) ανάλογα με το πόσο απέχουν από το μηδέν.

Στη συνέχεια, ακολουθώντας το παράδειγμα των Haag, Moeller, Knake, Hermsen, Oertel et al., (2010), υπολογίστηκε ένας νέος δείκτης πλευρίωσης, $\Delta\Pi_{Doppler-2}$, λαμβάνοντας υπόψη το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής, SEM. Συγκεκριμένα ο $\Delta\Pi_{Doppler-2}$ προέκυψε, αφαιρώντας από τον γενικό δείκτη πλευρίωσης $\Delta\Pi_{Doppler}$ δύο τυπικά σφάλματα σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο: $\Delta\Pi_{Doppler-2} = \Delta\Pi_{Doppler} - 2SEM$ (Haag et al., 2010). Ο γενικός δείκτης πλευρίωσης, $\Delta\Pi_{Doppler}$, δείχνει την έκταση της διαφοράς της ταχύτητας ροής του αίματος στις MEA εκτιμώντας με αυτό τον τρόπο το βαθμό ημισφαιρικής κυριαρχίας, ενώ το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής αντιπροσωπεύει την μεταβλητότητα μεταξύ των δεικτών πλευρίωσης σε καθένα από τους 30 πειραματικούς κύκλους. Έτσι, ένα σχετικά μικρό τυπικό σφάλμα αντιπροσωπεύει μεγαλύτερη συνέπεια στις επιδόσεις του συμμετέχοντα μεταξύ των πειραματικών κύκλων και καλύτερη ποιότητα του υπερηχητικού σήματος Doppler σε όλη την πειραματική διαδικασία. Κάθε θετικός $\Delta\Pi_{Doppler-2}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi - 2SEM > 0$) δηλώνει αριστερή ημισφαιρική επικράτηση και άρα τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ ένας αρνητικός $\Delta\Pi_{Doppler-2}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi - 2SEM \leq 0$) δηλώνει δεξιά ημισφαιρική επικράτηση ή συμμετρία και άρα μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Haag et al., 2010).

Επιπρόσθετα, λαμβάνοντας υπόψη το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής, έγιναν περαιτέρω ταξινομήσεις μεταξύ των συμμετεχόντων. Για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο κάποιος από τους συμμετέχοντες να εμφανίζει συμμετρία που να μη διαφαίνεται μέσα από τον γενικό δείκτη πλευρίωσης του, υπολογίστηκε το 95% διάστημα εμπιστοσύνης του $\Delta\Pi_{Doppler}$ να μη συμπεριλαμβάνει την τιμή μηδέν, μέσω του τύπου: $2SEM - |\Delta\Pi_{Doppler}| \neq 0$ (Whitehouse & Bishop, 2009. Lust et al., 2011. Hattemer, Plate, Heverhagen, Haag, Keil et al., 2011. Groen et al., 2012). Δηλαδή, εάν για κάποιο συμμετέχοντα αφαιρώντας δύο τυπικά σφάλματα από την απόλυτη τιμή του γενικού δείκτη πλευρίωσης, η τιμή που προέκυπτε συμπεριλάμβανε την τιμή 0, τότε ο συμμετέχοντας αυτός ταξινομούνταν στην κατηγορία της συμμετρίας ή μη τυπικής πλευρίωσης. Για όσους συμμετέχοντες το 95% διάστημα εμπιστοσύνης του γενικού δείκτη πλευρίωσης τους δεν συμπεριλάμβανε την τιμή 0, ταξινομούνταν στην

κατηγορία της τυπικής πλευρίωσης, θετικής ή αρνητικής, ανάλογα με τον αρχικό $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ τους.

3.4. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων

Η παρούσα έρευνα αφορά μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Ν. 3699/2008, άρθρο 3) και εμπίπτει στο πεδίο των ανθρωπιστικών επιστημών. Για τη διεξαγωγή της τηρήθηκε η κείμενη νομοθεσία περί προσωπικών δεδομένων και σεβασμός για τα ατομικά και γενικά όλα τα συνταγματικά δικαιώματα των συμμετεχόντων και χορηγήθηκε άδεια από το Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (ΥΠΔΒΜΘ) (νυν Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων) κατόπιν γνωμοδότησεως του Τμήματος Ερευνών, Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, αρ. Πράξης 10/2010 και 3/2011 (βλ. Παράρτημα 3.5).

Κατά τη διάρκεια υλοποίησης της ερευνητικής διαδικασίας τηρήθηκαν όλοι οι κανόνες ηθικής και δεοντολογίας, όπως αυτοί επισημαίνονται στο εγχειρίδιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το οποίο έχει εκδοθεί για το 7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο (FP7) «Ethics for researchers». Ειδικότερα, ζητήθηκε η έγγραφη συγκατάθεση των ατόμων που ασκούν την κηδεμονία ή την επιμέλεια των παιδιών, και πραγματοποιήθηκε πλήρης ενημέρωση τόσο των γονέων, όσο και των μαθητών, για τους σκοπούς της έρευνας και τη μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί. Υπογράφηκαν δύο αντίγραφα του εντύπου συγκατάθεσης (βλ. Παράρτημα 3.6) από τον κηδεμόνα και την ερευνήτρια ώστε οι συμμετέχοντες να κρατήσουν ένα αντίγραφο για το αρχείο τους. Επιπλέον, τονίστηκε η εθελοντική συμμετοχή των παιδιών και η δυνατότητα άρνησης συμμετοχής ή αποχώρησης τους ανά πάσα στιγμή χωρίς καμία συνέπεια. Όλα τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία θεωρήθηκαν προσωπικά δεδομένα και τηρήθηκε το απόρρητο τους, ενώ παράλληλα δε χρησιμοποιήθηκαν οπτικοακουστικά μέσα κατά τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων. Οι κηδεμόνες, καθώς και οι ίδιοι οι συμμετέχοντες, με το τέλος της έρευνας ενημερώθηκαν για την πορεία και τα αποτελέσματα της συλλογής των δεδομένων.

Η συλλογή των δεδομένων ξεκίνησε το Μάρτιο του 2011 και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2012. Η πλειονότητα των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα και είχαν προϋπάρχουσα διάγνωση δυσλεξίας ή ειδικής μαθησιακής δυσκολίας ή διαταραχής της ανάγνωσης και του γραπτού λόγου, προέκυψε ύστερα από επαφή με

Ιδιωτικά κέντρα αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών και με την Πανελλήνια Ομοσπονδία Γονέων Παιδιών με Δυσλεξία και Μαθησιακές Δυσκολίες. Οι μαθητές που αποτέλεσαν την ομάδα σύγκρισης καθώς και ένα μέρος των μαθητών με δυσλεξία (5 μαθητές) επιλέχθηκαν από τα Εκπαιδευτήρια Κωστέα-Γείτονα (www.cgs.gr) κατόπιν συνεννόησης και συνεργασίας με τη διεύθυνση και τις σχολικούς ψυχολόγους του σχολείου.

Κάθε συμμετέχοντας αξιολογήθηκε ατομικά κατά τη διάρκεια δύο συναντήσεων που δεν ξεπερνούσαν τη μιάμιση ώρα έκαστη. Η πρώτη συνάντηση που αφορούσε τη διαγνωστική αξιολόγηση των μαθητών, μέσω των προαναφερθέντων δοκιμασιών, πραγματοποιήθηκε σε ένα ήσυχο χώρο και η καταγραφή των απαντήσεων γίνονταν από την ερευνήτρια σε ένα ατομικό φυλλάδιο αξιολόγησης. Η δεύτερη συνάντηση αφορούσε την αξιολόγηση της πλευρίωσης και ξεκινούσε με τη δοκιμασία ΠΠΧ. Ο λόγος που επιλέχθηκε πρώτη η χορήγηση της δοκιμασίας ΠΠΧ ήταν για να εξασφαλιστεί η αυθόρμητη επιλογή χεριού κατά τη δοκιμασία αυτή, χωρίς αρχικά τα παιδιά να έχουν επηρεαστεί από τις επιδόσεις και επιλογές τους στις υπόλοιπες δοκιμασίες. Έπειτα, ακολούθησαν οι υπόλοιπες δοκιμασίες αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, το ΕΕ και η ΔΜΠ, η σειρά των οποίων είχε αντισταθμιστεί σε δύο πιθανές εκδοχές, που ήταν αποτυπωμένες σε ειδικά διαμορφωμένα φυλλάδια καταγραφής (βλ. Παράρτημα 3.7). Ακολουθούσε η μέτρηση των δαχτύλων και η νευροψυχολογική δοκιμασία ΛΑΟΗ. Η διάρκεια αξιολόγησης της πλευρίωσης δεν ξεπερνούσε τα 45 λεπτά.

Τέλος, για όσους από τους συμμετέχοντες δέχτηκαν να προχωρήσουν σε περαιτέρω αξιολόγηση της λειτουργικής τους πλευρίωσης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, η αξιολόγηση διεξήχθη επίσης ατομικά, είτε μέσα στο σχολικό πλαίσιο σε ειδικά διαμορφωμένο και ήσυχο χώρο που είχε παραχωρήσει η διεύθυνση του σχολείου για τις ανάγκες της έρευνας, είτε στο χώρο του Κέντρου Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και Εκπαίδευσης²⁹ καθώς στο χώρο αυτό στεγάζεται ο εξοπλισμός του υπερήχου Doppler. Η εξέταση κατά τη χορήγηση της δοκιμασίας ΠΚΣ διήρκεσε

²⁹ Το Κέντρο Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και Εκπαίδευσης είναι εργαστήριο του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΦΕΚ 98, Π.Δ.110, 29-04-2003) και δραστηριοποιείται ερευνητικά μεταξύ άλλων σε πεδία που αφορούν τη μελέτη ψυχοφυσιολογικών παραμέτρων σε συναισθηματικές και γνωστικές λειτουργίες σε φυσιολογικά άτομα και άτομα με ειδικές ανάγκες. Επιστημονικός υπεύθυνος του εν λόγω εργαστηρίου είναι ο Καθηγητής Γιάννης Παπαδάτος, επιβλέπων καθηγητής της παρούσας έρευνας, ενώ η ερευνήτρια είναι συνεργάτιδα του εργαστηρίου από το 2005.

30 λεπτά για κάθε συμμετέχοντα, ενώ ο χρόνος προετοιμασίας για την τοποθέτηση των ηχοβολέων και την εύρεση των ΜΕΑ δεν υπερέβαινε τα 15 λεπτά.

3.5. Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το πακέτο στατιστικής ανάλυσης IBM Statistics Package for Social Sciences (SPSS) έκδοση 19.0. Πριν τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων της έρευνας και τον έλεγχο των στατιστικών υποθέσεων πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας της κατανομής κάθε μεταβλητής βάσει του μοντέλου One Sample Kolmogorov-Smirnov Test. Βάσει αυτού του ελέγχου, καθώς και του αριθμού του δείγματος επιλέχθηκαν τα αντίστοιχα τεστ, παραμετρικά ή μη για την περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα πραγματοποιήθηκε με παραμετρικούς και μη παραμετρικούς στατιστικούς δείκτες συνάφειας, Pearson (r) και Spearman's rho (r_s) αντίστοιχα (βλ. κεφ. 4. υποκ. 4.2).

Αναφορικά με τη σχέση δυσλεξίας και πλευρίωσης μέσω έμμεσων και άμεσων εγκεφαλικών δεικτών ελέγχθηκαν τρεις εναλλακτικές υποθέσεις (βλ. κεφ. 2. υποκ. 2.5). Για τον έλεγχο της πρώτης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς) συγκριτικά με τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία καθώς και για τον έλεγχο της επίδρασης της ηλικίας και του φύλου στη σχέση αυτή σύμφωνα με την τρίτη εναλλακτική υπόθεση, πραγματοποιήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA) σε μονοβλητό επίπεδο (univariate tests). Σε περίπτωση που δεν πληρούνταν το κριτήριο της κανονικότητας στην κατανομή μιας μεταβλητής, ο μη παραμετρικός έλεγχος πραγματοποιούνταν στις τάξεις μεγέθους (ranks) της συγκεκριμένης μεταβλητής.

Αναφορικά με την δεύτερη εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία με φωνολογικές δυσκολίες παρουσιάζει τους μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς) πραγματοποιήθηκε μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (one way ANOVA) καθώς και μη παραμετρικός έλεγχος στις τάξεις μεγέθους (ranks) των μεταβλητών που δεν εμφάνιζαν κανονικότητα κατανομής.

Τέλος, για τον έλεγχο του δεύτερου μέρους της πρώτης και δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές με δυσλεξία και η υπο-

ομάδα μαθητών με φωνολογικές δυσκολίες εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση (συμπεριφορικοί, νευροψυχολογικοί και άμεσοι εγκεφαλικοί δείκτες), πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 , ώστε να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στις συχνότητες των μαθητών αναφορικά με την πλευρίωση.

Κεφάλαιο 4ο

Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης

Η παρούσα έρευνα είχε ως κύριο στόχο τη μελέτη της πλευρίωση μαθητών με δυσλεξία χρησιμοποιώντας συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς δείκτες, καθώς και με τη μέθοδο λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler³⁰. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ευρήματα της έρευνας, η διάρθρωση του οποίου είναι η ακόλουθη: Στο υποκεφάλαιο 4.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των περιγραφικών στατιστικών αναλύσεων αναφορικά με τη διαγνωστική αξιολόγηση των μαθητών και η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρεται στο υποκεφάλαιο 4.2. Τα αποτελέσματα της μελέτης της σχέσης μεταξύ της δυσλεξίας και της πλευρίωσης παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο 4.3, ξεκινώντας από τη συμπεριφορική πλευρίωση (υποκ. 4.3.1), τους ορμονικούς δείκτες (υποκ. 4.3.2) και φτάνοντας τέλος στην εγκεφαλική πλευρίωση (υποκ. 4.3.3). Η δομή κάθε υποκεφαλαίου είναι η εξής: α) περιγραφικά στοιχεία για κάθε μέτρηση της πλευρίωσης μεταξύ των δύο ομάδων μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία, β) αποτελέσματα της σχέσης αυτής καθώς και της επίδρασης του φύλου και της βαθμίδας εκπαίδευσης και γ) συχνότητες των δύο υπο μελέτη ομάδων αναφορικά με την πλευρίωση.

³⁰ Ο νευροψυχολογικός δείκτης αναφέρεται και ως έμμεσος εγκεφαλικός δείκτης, λόγω της έμμεσης αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης με τη νευροψυχολογική δοκιμασία ΛΑΟΗ. Ο δείκτης πλευρίωσης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler αναφέρεται και ως άμεσος εγκεφαλικός δείκτης.

4.1. Περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις

Για τη συμπερίληψη των συμμετεχόντων στην ομάδα μαθητών με δυσλεξία και στην ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία, χορηγήθηκαν μια σειρά από κοινές διαγνωστικές δοκιμασίες. Από το αρχικό δείγμα της έρευνας ($n = 98$), από τους μαθητές που είχαν προϋπάρχουσα διάγνωση δυσλεξίας αποκλείστηκε ένας μαθητής επειδή η επίδοσή του στο τεστ μη λεκτικής νοημοσύνης ήταν κάτω από και το 25^ο εκατοστημόριο (βαθμολογία Raven < 60) και ένας μαθητής επειδή η επίδοσή του στο τεστ ανάγνωσης, τόσο στην αποκωδικοποίηση, όσο και στην ευχέρεια, βρίσκονταν στο μέσο όρο (εκατοστημόριο > 50^ο). Επίσης, αποκλείστηκε μία μαθήτρια από την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία, καθώς η επίδοσή της στη δοκιμασία Αναγνωστικής Ευχέρειας ήταν κάτω από το 25^ο εκατοστημόριο.

Το τελικό δείγμα αποτέλεσαν 95 μαθητές, οι επιδόσεις των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1, οι μαθητές των δύο ομάδων δεν εμφανίζουν διαφορές στη μη λεκτική και λεκτική νοημοσύνη, ενώ διαφέρουν σημαντικά στη δοκιμασία Αναγνωστικής Ευχέρειας, όπως φάνηκε από τον έλεγχο με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα, $t(95) = -8,11$, $p < 0,001$, εύρημα αναμενόμενο καθώς η επίδοση σε αυτή τη δοκιμασία αποτελούσε κριτήριο συμπερίληψης για τη συμμετοχή σε μία από τις δύο ομάδες συμμετεχόντων. Οι επιδόσεις των μαθητών με δυσλεξία στις υπόλοιπες διαγνωστικές δοκιμασίες που αποτελούσαν κριτήρια για τη συμπερίληψή τους στο τελικό δείγμα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

Για τη διάκριση των μαθητών με δυσλεξία ($n = 47$) στις υπο-ομάδες, i) μαθητές με φωνολογικού τύπου δυσκολίες και ii) δυσκολίες ταχείας ονομασίας, κριτήριο αποτέλεσε ο μέσος όρος επίδοσής τους στη δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος και στις δοκιμασίες TOE (βλ. Πίνακας 4.2). Επειδή ο αριθμός των μαθητών που αποτέλεσαν τις υπο-ομάδες με αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες και αμιγώς δυσκολίες ταχείας ονομασίας ήταν πολύ μικρός ($n = 5$), βάσει των κριτηρίων που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 3 (υποκ. 3.3.5 και 3.3.6), δημιουργήθηκαν έξι υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία που εμφάνιζαν δυσκολία στις δοκιμασίες και αντίστοιχα 6 υπο-ομάδες που δεν εμφάνιζαν δυσκολία στις αντίστοιχες δοκιμασίες για να αποτελέσουν την ομάδα σύγκρισης (βλ. Πίνακα 3.3). Για παράδειγμα για την ομάδα μαθητών με δυσλεξία που σημείωσαν επίδοση κάτω του μέσου όρου στη δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος και ταξινομήθηκαν ως μαθητές με φωνολογικού

τύπου δυσκολίες, ομάδα σύγκρισης αποτέλεσαν οι μαθητές με δυσλεξία που σημείωσαν επίδοση πάνω του μέσου όρου στη δοκιμασία αυτή καθώς και οι μαθητές χωρίς δυσλεξία. Αντίστοιχα, το ίδιο ίσχυσε και για τις υπο-ομάδες με δυσκολίες ταχείας ονομασίας.

Πίνακας 4.1

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), και το εύρος (Range) της επίδοσης των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, στις διαγνωστικές δοκιμασίες.

	Δυσλεξία (n=47)			Όχι δυσλεξία (n=48)		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
Ηλικία σε μήνες	146,3	19,0	84	144,8	18,4	70,8
Μη λεκτική νοημοσύνη (Raven CPM)	54	27	70	57	26	70
Μη λεκτική νοημοσύνη (Raven SPM)	44	18	69	42	19	58
Λεξιλόγιο (WISC-III)	9	3	12	9	2	9
Ομοιότητες (WISC-III)	10	2	10	11	2	8
Αναγνωστική ευχέρεια (σκορ)	90	27	103	135	28	115
Αναγνωστική ευχέρεια (εκατοστημόριο)	16	16	69	63	21	69

Σημείωση: Η επίδοση στη μη λεκτική νοημοσύνη εκφράζεται σε εκατοστημόριο και στη λεκτική νοημοσύνη (WISC-III) σε τυπικό βαθμό.

Αρχικά για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης των υπο-ομάδων, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα και από τους 47 μαθητές με δυσλεξία. Την υπο-ομάδα μαθητών με φωνολογικού τύπου δυσκολίες αποτέλεσαν 25 μαθητές (17 αγόρια), ηλικίας 148,9 (*T.A* = 18,3) μηνών και την ομάδα μαθητών χωρίς φωνολογικού τύπου δυσκολίες αποτέλεσαν 22 μαθητές (14 αγόρια), ηλικίας 143,4 (*T.A* = 19,9) μηνών. Την υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολίες TOE-αριθμών(ε) αποτέλεσαν 20 μαθητές (13 αγόρια), ηλικίας 138,5 (*T.A* = 16,1) μηνών και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσκολίες TOE-αριθμών(ε) αποτέλεσαν 24 μαθητές (19 αγόρια), ηλικίας 152,8 (*T.A* = 18,8) μηνών. Την υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολίες TOE-αριθμών(δ) αποτέλεσαν 21 μαθητές (12 αγόρια), ηλικίας 136,1 (*T.A* = 16,2) μηνών και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσκολίες TOE-αριθμών(δ) αποτέλεσαν 25 μαθητές

(20 αγόρια), ηλικίας 154,8 ($T.A = 18,8$) μηνών. Την υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολίες TOE-γραμμάτων(ε) αποτέλεσαν 20 μαθητές (13 αγόρια), ηλικίας 136,7 ($T.A = 15,8$) μηνών και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσκολίες TOE-γραμμάτων(ε) αποτέλεσαν 27 μαθητές (19 αγόρια), ηλικίας 153,6 ($T.A = 17,9$) μηνών. Την υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολίες TOE-γραμμάτων(δ) αποτέλεσαν 24 μαθητές (16 αγόρια), ηλικίας 135,2 ($T.A = 16,2$) μηνών και την ομάδα μαθητών χωρίς δυσκολίες TOE-γραμμάτων(δ) αποτέλεσαν 23 μαθητές (16 αγόρια), ηλικίας 157,3 ($T.A = 15,1$) μηνών. Τέλος, οι μαθητές που η επίδοσή τους ήταν κάτω του μέσου όρου και στις τέσσερις δοκιμασίες TOE ήταν 10 (6 αγόρια) ηλικίας 129,4 ($T.A = 16,2$) μηνών και οι μαθητές που εμφάνισαν επίδοση πάνω του μέσου όρου έστω σε μία δοκιμασία TOE ήταν 36 (26 αγόρια) ηλικίας 144,9 ($T.A = 1,85$) (βλ. Γράφημα 4.1).

Πίνακας 4.2

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD) και το εύρος (Range) της επίδοσης των μαθητών με δυσλεξία στις διαγνωστικές δοκιμασίες.

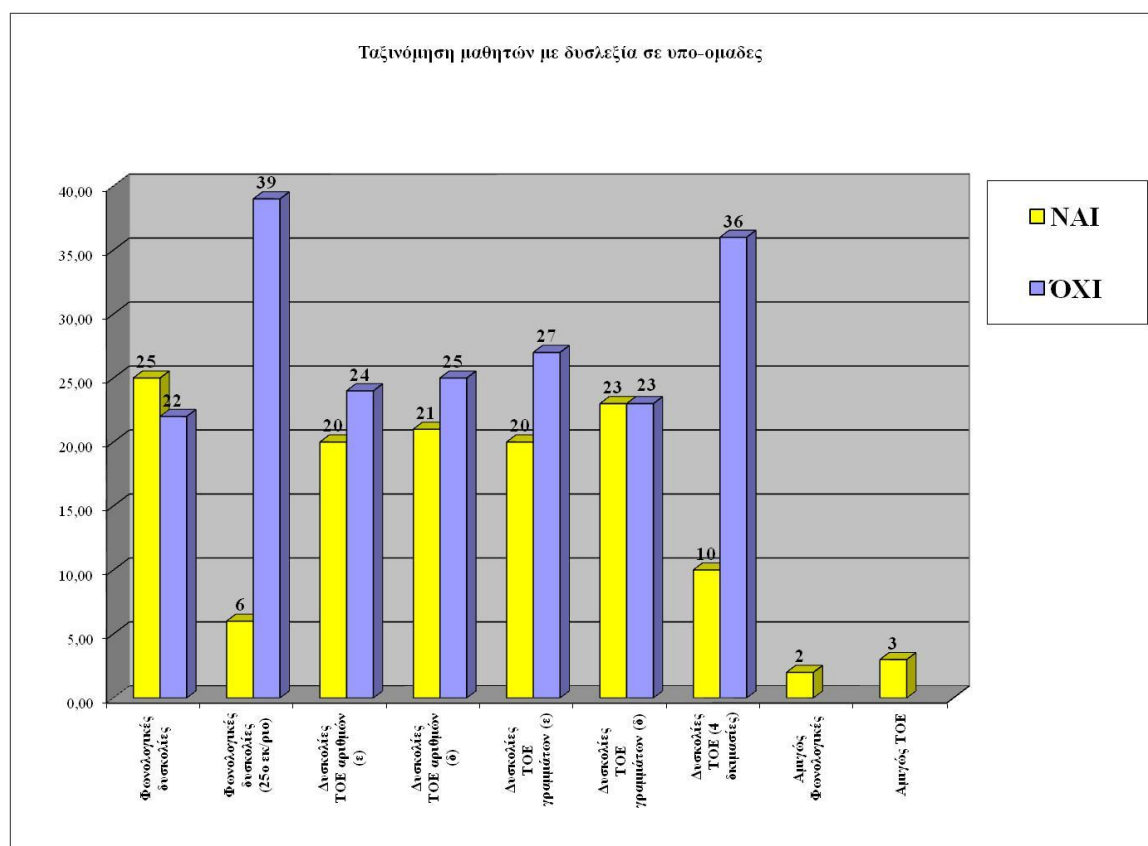
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>n</i>
Αποκωδικοποίηση (σκορ)	87	13	50	47
Αποκωδικοποίηση (εκ/ριο)	19	16	79	47
Ευχέρεια (σκορ)	90	27	103	47
Ευχέρεια (εκ/ριο)	16	13	69	47
Ορθογραφία δημοτικό (σκορ)	23	10	34	22
Ορθογραφία δημοτικό (εκ/ριο)	12	11	45	26
Ορθογραφία λέξεων γυμνάσιο	74,16	21,90	99,00	26
Ορθογραφία κειμένου γυμνάσιο	73,96	12,87	46,94	25
Απαλοιφή Φωνήματος	51,7	24,8	95,5	47
TOE Αριθμοί(ε) (τυπικός βαθμός)	85,44	6,98	36,24	44
TOE Αριθμοί(δ) (τυπικός βαθμός)	79,94	5,13	25,55	46
TOE Γράμματα(ε) (τυπικός βαθμός)	89,43	13,18	52,47	47
TOE Γράμματα(δ) (τυπικός βαθμός)	93,53	12,20	49,89	46

Σημείωση: Η επίδοση στην ορθογραφία λέξεων και κειμένου (γυμνάσιο) και στην Απαλοιφή Φωνήματος εκφράζεται σε ποσοστό (%) των σωστών απαντήσεων.

Στη συνέχεια για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης των υπο-ομάδων στις αναλύσεις, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα 20 μαθητών καθώς μόνο αυτοί πληρούσαν τα κριτήρια που τέθηκαν για την αξιολόγηση με το διακρανιακό

υπέρηχο Doppler (βλ. κεφ 3. υποκ 3.3.12). Στην αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler τηρήθηκαν οι ταξινομήσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, αλλά ταυτόχρονα τέθηκαν και πιο αυστηρά κριτήρια. Με κριτήριο το 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης, 6 μαθητές (4 αγόρια), ηλικίας 139,8 ($T.A = 9,6$) μηνών, αποτέλεσαν την ομάδα μαθητών με φωνολογικού τύπου δυσκολίες και από αυτούς την υπο-ομάδα με τις αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες (δηλαδή δεν εμφάνιζαν ταυτόχρονα και δυσκολίες TOE) αποτέλεσαν μόνο δύο μαθητές και οι δύο αγόρια. Από την ομάδα με τις δυσκολίες ταχείας ονομασίας και στις τέσσερις δοκιμασίες TOE, μόνο 3 μαθητές (2 αγόρια), συγκρότησαν την υπο-ομάδα με τις αμιγώς δυσκολίες ταχείας ονομασίας, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 1 (για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις υπο-ομάδες με τις αμιγώς δυσκολίες βλ. Πίνακα 4.29).

Αναφορικά με την πλευρίωση, τα περιγραφικά στοιχεία των δεικτών πλευρίωσης (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και εγκεφαλικοί δείκτες) στο σύνολο των συμμετεχόντων και μεταξύ των υπο-ομάδων, παρουσιάζονται αναλυτικά στο υποκεφάλαιο 4.3.



Γράφημα 4.1

Αριθμός των μαθητών με δυσλεξία σύμφωνα με τα κριτήρια που τέθηκαν για τη διάκρισή τους σε υπο-ομάδες

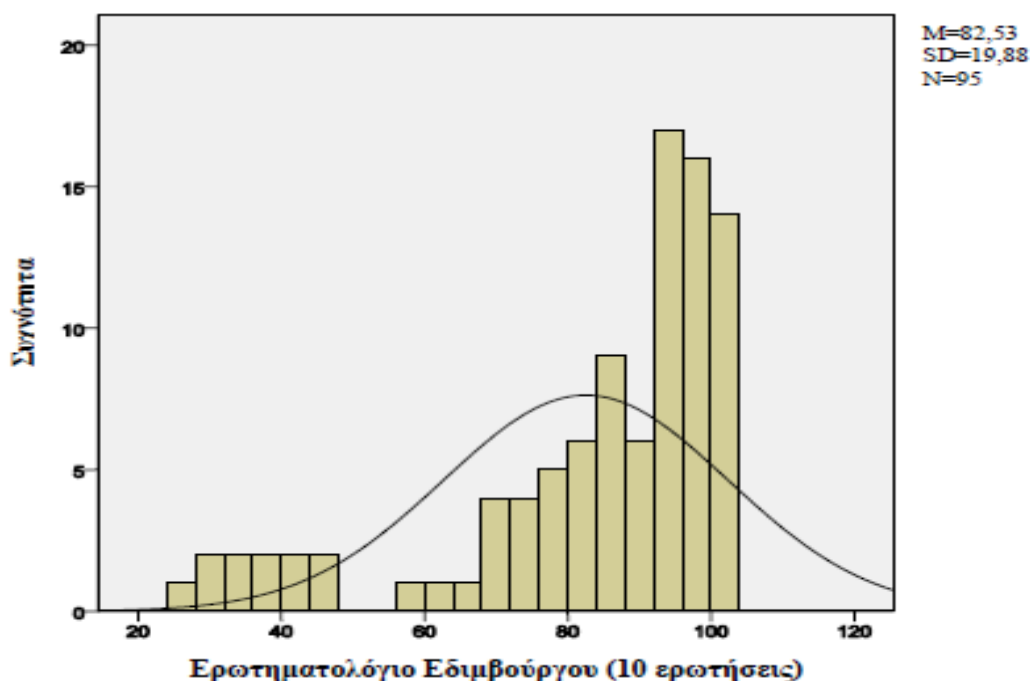
4.2. Αποτελέσματα διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων της έρευνας

Πριν τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων της έρευνας και τον έλεγχο των στατιστικών υποθέσεων, πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας της κατανομής κάθε μεταβλητής βάσει του μοντέλου One Sample Kolmogorov-Smirnov Test. Όσον αφορά τις διαγνωστικές δοκιμασίες που χορηγήθηκαν, από τον έλεγχο της κανονικότητας προέκυψε ότι όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνάφειας με τον παραμετρικό δείκτη Pearson r , για να ελεγχθεί αν οι διαγνωστικές δοκιμασίες που χορηγήθηκαν σχετίζονται μεταξύ τους και σε ποιο βαθμό. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.3, η πιο δυνατή σχέση εμφανίζεται μεταξύ της ορθογραφικής ικανότητας (δοκιμασία δημοτικού) με την αναγνωστική ικανότητα, τόσο στην αποκωδικοποίηση ($r = 0,73, p < 0,001$), όσο και στην ευχέρεια ($r = 0,74, p < 0,001$), όπως επίσης και με τη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος ($r = 0,64, p < 0,001$).

Όσον αφορά τις δοκιμασίες που χορηγήθηκαν για την αξιολόγηση της πλευρίωσης, από τον έλεγχο κανονικότητας προέκυψε ότι όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή με εξαίρεση το Ερωτηματολόγιο προτίμησης χεριού του Εδιμβούργου (EE) ($Z = 1,86, p < 0,002$), συμπεριλαμβανομένου του δείκτη πλευρίωσης ποδιού του EE ($Z = 3,38, p < 0,001$) και το δείκτη πλευρίωσης ματιού του EE ($Z = 3,32, p < 0,001$). Επίσης, ο λόγος 2D:4D του δεξιού χεριού δεν ακολουθούσε κανονική κατανομή ($Z = 1,43, p < 0,034$). Ενδεικτικά στην Εικόνα 4.1 παρατίθεται ένα ιστόγραμμα στο οποίο φαίνεται ότι το EE δεν ακολουθεί κωδωνοειδή συμμετρική κατανομή, όπως άλλωστε αναμενόταν, αλλά ασύμμετρη δεξιά κατανομή, καθώς οι μεγάλες συχνότητες συγκεντρώνονται στο δεξιό άκρο της κατανομής.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνάφειας με τον παραμετρικό δείκτη Pearson r , καθώς και το μη παραμετρικό δείκτη Spearman's ρ (στο EE και στο λόγο 2D:4D) για να ελεγχθεί αν οι δοκιμασίες που χορηγήθηκαν για την αξιολόγηση της πλευρίωσης σχετίζονται μεταξύ τους και σε ποιο βαθμό. Ο έλεγχος συνάφειας που πραγματοποιήθηκε στο σύνολο των συμμετεχόντων έδειξε ότι οι συμπεριφορικοί δείκτες πλευρίωσης εμφανίζουν μεταξύ τους θετική συσχέτιση σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι ο $\Delta\Pi_{EE}$ εμφανίζει συσχέτιση με τον $\Delta\Pi_{EE}$

στο πόδι ($r_s = 0,42, p < 0,001$), με τον $\Delta\Pi_{EE}$ στο μάτι ($r_s = 0,21, p = 0,44$), με τον $\Delta\Pi_{\text{ΠΙΧ}}$ ($r_s = 0,21, p = 0,46$) και με τον $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$ ($r_s = 0,27, p = 0,008$). Επίσης, ο $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$ εμφανίζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το $\Delta\Pi_{EE}$ στο μάτι ($r_s = 0,23, p = 0,026$) και τον $\Delta\Pi_{\text{ΠΙΧ}}$ ($r_s = 0,35, p = 0,001$).



Εικόνα 4.1. Ιστόγραμμα συχνοτήτων ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου, στο οποίο φαίνεται ότι ακολουθεί ασύμμετρη δεξιά κατανομή.

Ο έλεγχος συνάφειας των τριών ορμονικών δεικτών τεστοστερόνης, 2D:4D δεξιού χεριού, 2D:4D αριστερού χεριού και Dδ-α, έδειξε συσχέτιση μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα από τον μη παραμετρικό έλεγχο συνάφειας βρέθηκε ότι ο λόγος 2D:4D δεξιού χεριού σχετίζεται θετικά τόσο με το λόγο 2D:4D αριστερού χεριού ($r_s = 0,48, p < 0,001$), όσο και με το λόγο Dδ-α ($r_s = 0,56, p < 0,001$). Αντίθετα, ο λόγος 2D:4D αριστερού χεριού εμφανίζει αρνητική συσχέτιση σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό με το λόγο Dδ-α ($r = -0,32, p = 0,006$).

Ο έλεγχος συνάφειας μεταξύ των έμμεσων δεικτών εγκεφαλικής πλευρίωσης, δηλαδή των δεικτών πλευρίωσης ακρίβειας και χρόνου αντίδρασης της δοκιμασίας ΛΑΟΗ, έδειξε την αναμενόμενη αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους ($r = -0,71, p < 0,001$), ενώ καμία σχέση δεν βρέθηκε μεταξύ των δύο δεικτών και των υπόλοιπων ορμονικών και συμπεριφορικών δεικτών (όλα τα $p > 0,100$).

Τέλος, ο παραμετρικός και μη παραμετρικός έλεγχος συνάφειας του άμεσου εγκεφαλικού δείκτη πλευρίωσης $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$, με όλους τους δείκτες πλευρίωσης, συμπεριφορικούς, ορμονικούς και εγκεφαλικούς, έδειξε ότι δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση (όλα τα $p > 0,431$), εκτός του ορμονικού δείκτη 2D:4D δεξιού χεριού ($r_s = -0,25$, $p = 0,045$). Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι παραμετρικοί και μη παραμετρικοί συντελεστές συσχέτισης όλων των δεικτών πλευρίωσης, χωριστά για τους μαθητές με δυσλεξία και τους μαθητές χωρίς δυσλεξία.

Πίνακας 4.3

Συντελεστής συσχέτισης (*Pearson r*) μεταξύ των διαγνωστικών δοκιμασιών

	[14]	[13]	[12]	[11]	[10]	[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]
1. Raven CPM (δημοτικό)	0,461*	0,391	0,071	0,197	0,180	0	0	0,329	0,042	0,306	0,446**	0,269	0
2. Raven SPM (γυμνάσιο)	-0,081	-0,057	0,089	0,089	0,219	0,178	0,217	0	0,006	0,270	0,210	0,247	-
3. Λεξιλόγιο (WISC-III)	0,199	0,202	0,236	0,172	0,292*	-0,063	0,136	0,590*	0,270*	0,294*	0,627**	-	
4. Ομοιότητες (WISC-III)	0,389**	0,313*	0,302*	0,406**	0,327*	-0,143	-0,054	0,571**	0,329**	0,461*	-		
5. Αποκωδικοποίηση (Τεστ-Α)	0,471**	0,213	0,504**	0,388**	0,468**	0,439*	-0,195	0,727**	0,731**	-			
6. Ευχέρεια (Τεστ-Α)	0,578**	0,422**	0,568**	0,407**	0,269	0,375	0,068	0,742**	-				
7. Ορθογραφία (δημοτικό)	0,107	-0,002	0,341	0,497*	0,643**	0	0	-					
8. Ορθογραφία λέξεων (γυμνάσιο)	-0,051	0,015	0,041	0,347	-0,016	0,352	-						
9. Ορθογραφία κειμένου (γυμνάσιο)	0,454*	0,157	0,149	0,056	0,191	-							
10. Απαλοιφή Φωνήματος	0,153	0,099	0,134	0,284	-								
11. TOE Αριθμοί (εύκολο)	0,454**	0,428**	0,623**	-									
12. TOE Αριθμοί (δύσκολο)	0,460**	0,437**	-										
13. TOE Γράμματα (εύκολο)	0,687**	-											
14. TOE Γράμματα (δύσκολο)	-												

* $p < 0,05$. ** $p < 0,01$.

Πίνακας 4.4

Συντελεστές συσχέτισης (Pearson *r* και Spearman's *rho*) μεταξύ των δεικτών πλευρίωσης ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας

	[1] ^a	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9] ^a	[10]	[11]
1. ΔΠ Ερωτηματολογίου Εδιμβούργου (EE) ^a	-	0,313*	0,185	0,219	0,377**	0,266	-0,060	0,065	0,204	0,047	0,134
2. ΔΠ ΕΕ στο πόδι	0,541**	-	0,227	0,085	0,000	0,152	0,024	-0,019	0,003	-0,232	0,156
3. ΔΠ ΕΕ στο μάτι	0,199	0,126	-	0,005	0,293*	0,026	-0,085	-0,131	0,090	-0,019	0,109
4. ΔΠ δοκιμασίας Ποσοτικοποίησης της προτίμησης χεριού	0,220	0,151	0,301*	-	0,269	0,096	-0,006	-0,010	0,090	0,155	-0,044
5. ΔΠ δοκιμασίας Μετακίνησης Πασσάλων	0,032	0,054	0,155	0,493**	-	-0,048	0,078	-0,173	0,143	0,188	-0,055
6. ΔΠ λειτουργικής πλευρίωσης Doppler	-0,055	-0,115	0,178	0,134	-0,116	-	-0,013	0,120	0,092	-0,285	-0,030
7. ΔΠ δοκιμασίας ΛΑΟΗ στην ακρίβεια	0,180	0,300	0,128	0,182	-0,136	-0,046	-	-0,749**	-0,253	-0,020	-0,186
8. ΔΠ δοκιμασίας ΛΑΟΗ στο χρόνο αντίδρασης	0,022	-0,196	-0,067	-0,038	0,162	0,070	-0,638**	-	0,111	-0,188	0,176
9. Λόγος 2D:4D δεξιού χεριού ^a	-0,015	0,160	0,171	-0,065	0,112	-0,157	0,140	-0,104	-	0,370*	0,618**
10. Λόγος 2D:4D αριστερού χεριού	-0,133	-0,023	-0,134	-0,149	-0,074	-0,074	0,217	-0,115	0,640**	-	-0,356
11. Διαφορά λόγου D(δ-α)	0,012	0,122	0,136	0,084	0,204	0,204	0,009	-0,054	0,489**	-0,252	-

Σημείωση: Οι συσχετίσεις για τους μαθητές με δυσλεξία δίνονται στο πάνω μέρος της διαγωνίου και οι συσχετίσεις για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία δίνονται στο κάτω μέρος της διαγωνίου.

^a :χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman's *rho*

* $p < 0,05$. ** $p < 0,01$.

4.3. Έλεγχος στατιστικών υποθέσεων

4.3.1. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και συμπεριφορικής πλευρίωσης

A. Δείκτης Πλευρίωσης της Προτίμησης Χεριού του Ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου ($\Delta\Pi_{EE}$)

A. 1. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{EE}$

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{EE}$ για το σύνολο των μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Πίνακας 4.5

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{EE}$ για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (N=95)	83	20	90	100	26	74
Δυσλεξία (n=47)	83	21	92	100	26	74
Αγόρια (n=31)	82	20	90	100	26	74
Κορίτσια (n=16)	83	23	96	100	30	70
Δημοτικό (n=22)	85	18	93	100	40	60
Γυμνάσιο (n=25)	81	23	90	100	26	74
Χωρίς Δυσλεξία (n=48)	83	19	90	100	28	72
Αγόρια (n=24)	78	23	88	100	32	68
Κορίτσια (n=24)	87	14	91	100	28	72
Δημοτικό (n=28)	83	21	92	100	28	72
Γυμνάσιο (n=20)	81	16	85	100	38	62

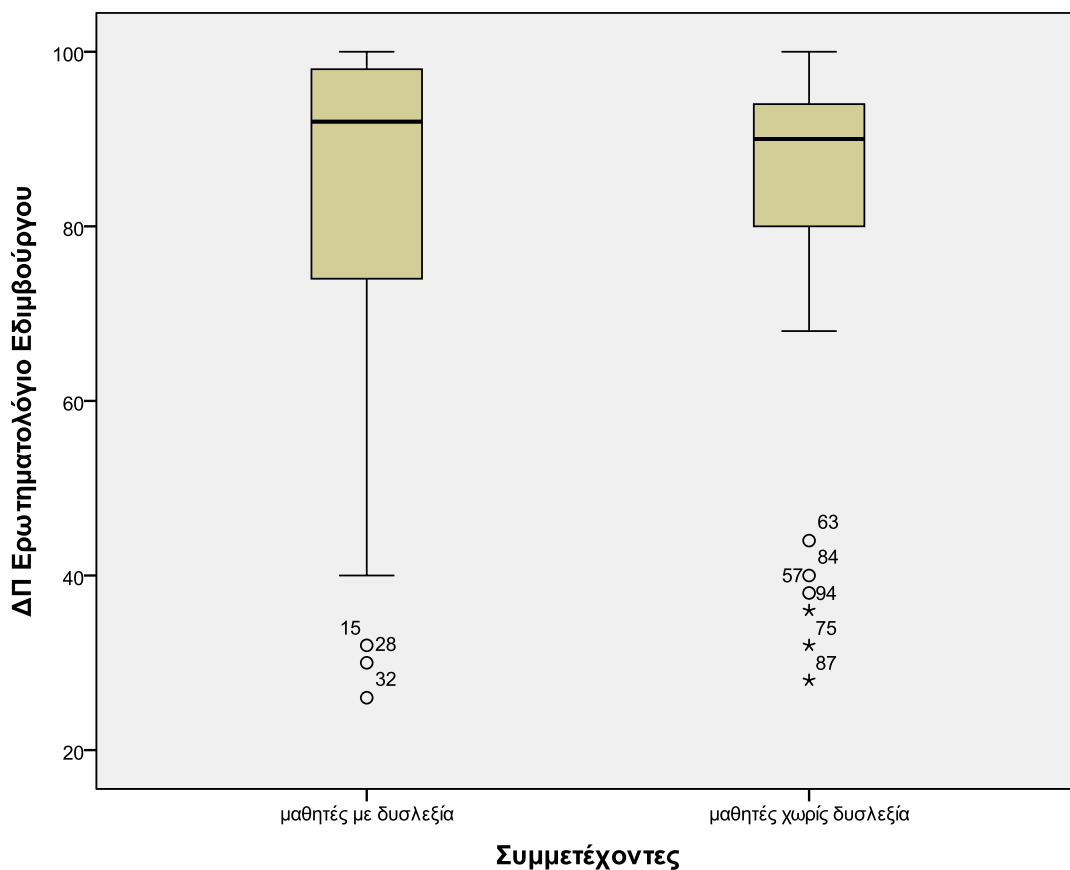
Σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα 4.5, δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις στο $\Delta\Pi_{EE}$ μεταξύ των μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν υψηλή βαθμολογία, ενώ παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών.

A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο $\Delta\Pi_{EE}$ και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

Διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία στο $\Delta\Pi_{EE}$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,03, p = 0,859$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{EE}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.2, αν και παρατηρείται ότι οι μαθητές με δυσλεξία έχουν μεγαλύτερο εύρος τιμών.

Στη συνέχεια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,94, p = 0,167$. Ομοίως, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,06, p = 0,307$. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,00, p = 0,320$. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση ηλικία x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,01, p = 0,918$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{EE}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.



Γράφημα 4.2
 Θηκογράμματα (boxplots) του ΔΠ_{EE} στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία

A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) – αμφιδέξιοι (M)

Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζεται η προτίμηση χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (M) βάσει του ΔΠ_{EE} (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.7), ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι. Για τη διερεύνηση αυτής της σχέσης πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 .

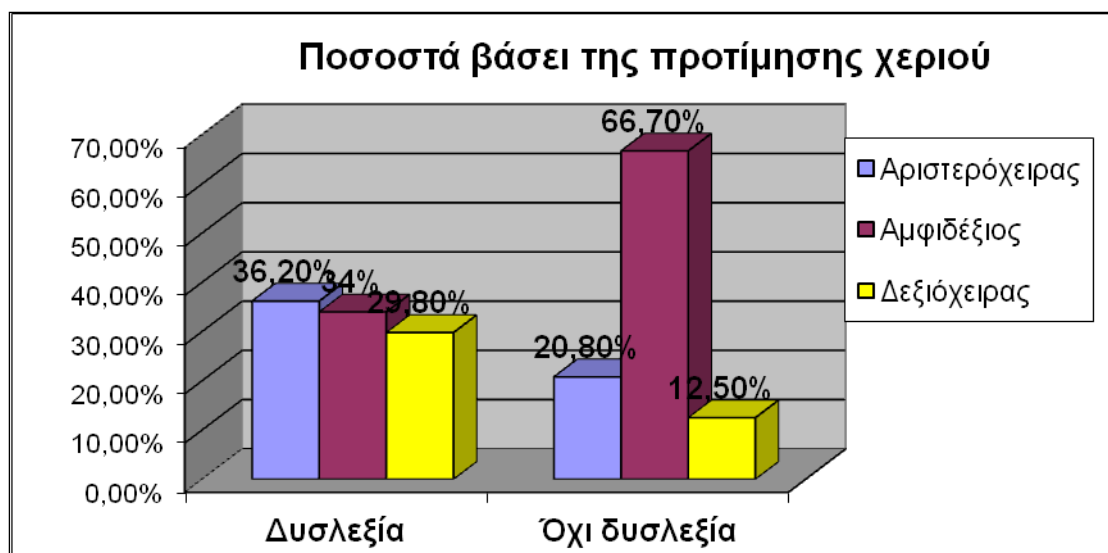
Πίνακας 4.6

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση A-Δ-M

	Δυσλεξία (n=47)	Όχι δυσλεξία (n=48)	Σύνολο (N=95)
Προτίμηση Χεριού σύμφωνα με το ΔΠ _{EE}	f (%)	f (%)	f (%)
Αριστερόχειρας	17 (36,2)	10 (20,8)	27 (28,4)
Αμφιδέξιος	16 (34,0)	32 (66,7)	48 (50,5)
Δεξιόχειρας	14 (29,8)	6 (12,5)	20 (21,1)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.6, περίπου δύο στους τρεις μαθητές χωρίς δυσλεξία (66,7%) είναι αμφιδέξιοι, ενώ αντίθετα, μόλις το 34% των μαθητών με δυσλεξία κατατάσσονται σε αυτή την κατηγορία. Από την άλλη μεριά, όπως φαίνεται και από το Γράφημα 4.3 που ακολουθεί, περίπου τρεις στους δέκα μαθητές με δυσλεξία (29,8%) είναι δεξιόχειρες, ενώ για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία το ποσοστό είναι μόλις 12,5%. Επιπλέον, έντονες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας όσον αφορά την αριστεροχειρία. Πιο αναλυτικά, το 36,2% των μαθητών με δυσλεξία είναι αριστερόχειρες, ενώ μόλις περίπου ένας στους πέντε μαθητές χωρίς δυσλεξία (20,8%) είναι αριστερόχειρες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ της ύπαρξης δυσλεξίας και της προτίμηση χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (M) βάσει του ΔΠ_{EE} [χ^2 (df=2, N=95) = 10,34, p = 0,006].



Γράφημα 4.3

Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το ΔΠ_{ΕΕ} ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας

Α. 1. 4. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – μη δεξιόχειρες (ΜΔ)

Στον Πίνακα 4.7 παρουσιάζεται η προτίμηση χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – μη δεξιόχειρες (ΜΔ) βάσει του ΔΠ_{ΕΕ} (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.7), ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι.

Πίνακας 4.7

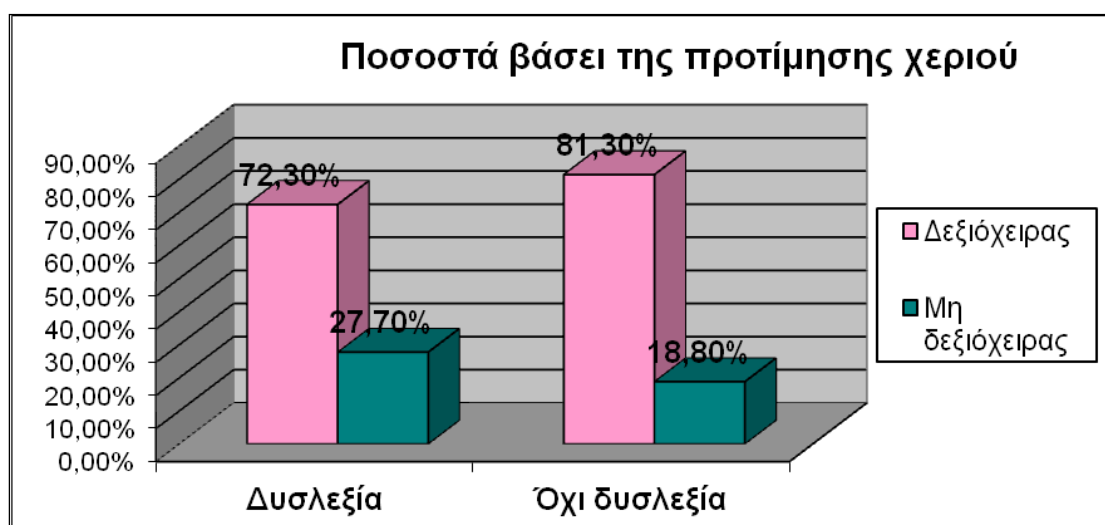
Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ

Προτίμηση Χεριού σύμφωνα με το ΔΠ _{ΕΕ}	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
	(n=47)	(n=48)	(N=95)
	f(%)	f(%)	f(%)
Δεξιόχειρες	34 (72,3)	39 (81,3)	73 (76,8)
Μη δεξιόχειρες	13 (27,7)	9 (18,8)	22 (23,2)

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.7, το 72,3% των μαθητών με δυσλεξία είναι δεξιόχειρες. Αντίθετα,

περισσότεροι από τέσσερις στους πέντε μαθητές χωρίς δυσλεξία (81,3%) είναι δεξιόχειρες. Από την άλλη μεριά, μόλις το 18,8% των μαθητών χωρίς δυσλεξία είναι μη δεξιόχειρες, ενώ το 27,7% των μαθητών με δυσλεξία κατατάσσονται στην κατηγορία του μη δεξιόχειρα (βλ. Γράφημα 4.4).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία στην προτίμηση χεριού, σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) [$\chi^2(df=2, N=95) = 1,06, p = 0,303$].



Γράφημα 4.4

Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το ΔΠ_{EE} ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας

A. 2. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{EE} στο πόδι και μάτι

Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{EE} στο πόδι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.8 δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις στο ΔΠ_{EE} στο πόδι μεταξύ των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν υψηλή βαθμολογία στο ΔΠ_{EE} στο πόδι, ένδειξη προτίμησης του δεξιού ποδιού, ενώ παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι οι μαθητές χωρίς δυσλεξία που φοιτούν στο γυμνάσιο έχουν το μικρότερο εύρος τιμών.

Πίνακας 4.8

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του ΔΠ_{EE} στο πόδι για το σύνολο, για τους μαθητές με δυσλεξία και για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =95)	4	1	5	5	1	4
Δυσλεξία (<i>n</i> =47)	4	1	5	5	1	4
Αγόρια (<i>n</i> =31)	4	1	5	5	1	4
Κορίτσια (<i>n</i> =16)	4	1	4	5	1	4
Δημοτικό (<i>n</i> =22)	4	1	5	5	1	4
Γυμνάσιο (<i>n</i> =25)	4	1	5	5	1	4
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =48)	4	1	5	5	1	4
Αγόρια (<i>n</i> =24)	4	1	4	5	1	4
Κορίτσια (<i>n</i> =24)	4	1	5	5	1	4
Δημοτικό (<i>n</i> =28)	4	1	5	5	1	4
Γυμνάσιο (<i>n</i> =20)	4	1	5	5	3	2

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{EE} στο μάτι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.9, δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις στο ΔΠ_{EE} στο μάτι μεταξύ των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν υψηλή βαθμολογία, ένδειξη δεξιάς προτίμησης ματιού, ενώ παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι οι μαθητές χωρίς δυσλεξία που φοιτούν στο γυμνάσιο έχουν το μικρότερο εύρος τιμών.

Πίνακας 4.9

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του ΔΠ_{EE} στο μάτι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =95)	4	2	5	5	1	4
Δυσλεξία (<i>n</i> =47)	4	2	5	5	1	4
Αγόρια (<i>n</i> =31)	4	2	5	5	1	4
Κορίτσια (<i>n</i> =16)	3	2	3	5	1	4
Δημοτικό (<i>n</i> =22)	3	3	4	5	1	4
Γυμνάσιο (<i>n</i> =25)	4	2	5	5	1	4
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =48)	4	2	5	5	1	4
Αγόρια (<i>n</i> =24)	3	2	4	5	1	4
Κορίτσια (<i>n</i> =24)	4	1	5	5	1	4
Δημοτικό (<i>n</i> =28)	4	2	4	5	1	4
Γυμνάσιο (<i>n</i> =20)	4	1	5	5	2	3

A. 2. 1. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ_{EE} στο πόδι και μάτι και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

Διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του ΔΠ_{EE} στο πόδι και κατόπιν η ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του ΔΠ_{EE} στο μάτι.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική για το ΔΠ_{EE} στο πόδι: $F(df=1, N=95) = 0,16, p = 0,735$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΔΠ_{EE} στο πόδι ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, όπως φαίνεται στο

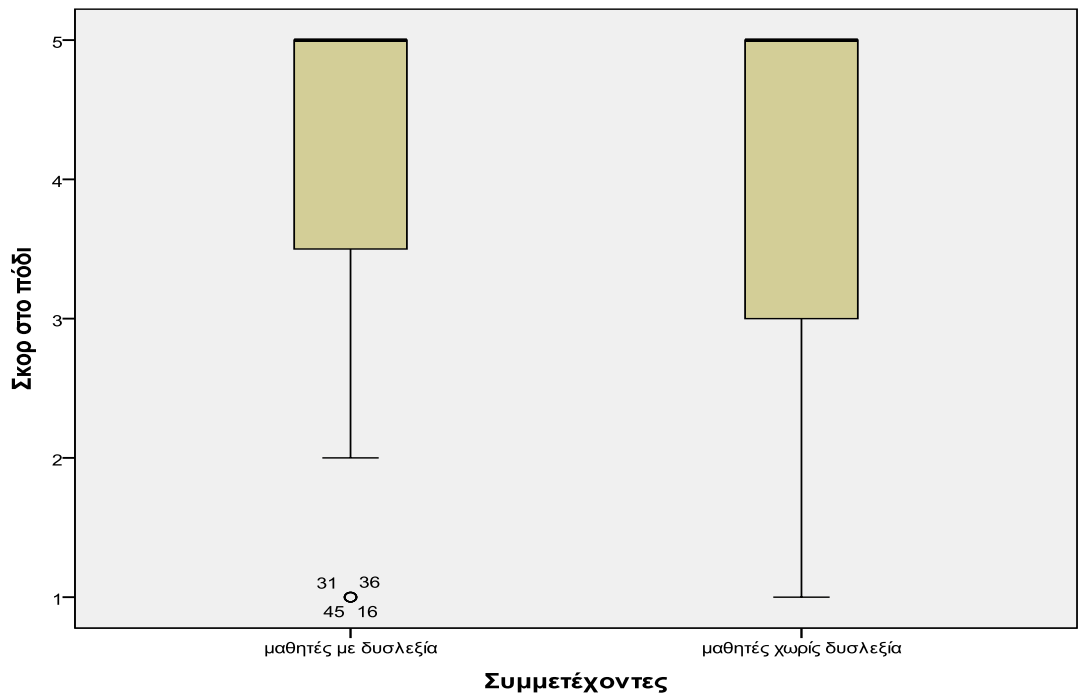
Γράφημα 4.5, αν και παρατηρείται ότι οι μαθητές χωρίς δυσλεξία έχουν κάπως μεγαλύτερο εύρος τιμών συγκριτικά με τους μαθητές με δυσλεξία.

Στη συνέχεια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,31, p = 0,579$. Ομοίως, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=94) = 0,06, p = 0,811$.

Αντιθέτως, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 4,97, p = 0,028$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και τα κορίτσια, ανάλογα με το αν έχουν δυσλεξία ή όχι. Πιο αναλυτικά, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.6 που ακολουθεί, τα κορίτσια με δυσλεξία έχουν μεγαλύτερο εύρος τιμών και μικρότερο μέσο όρο σε σύγκριση με τα αγόρια με δυσλεξία, δηλαδή στα αγόρια με δυσλεξία είναι πιο ξεκάθαρη η προτίμηση του ποδιού σε σύγκριση με τα κορίτσια με δυσλεξία. Αντίστροφη είναι η εικόνα όσον αφορά τους μαθητές χωρίς δυσλεξία. Συγκεκριμένα, τα κορίτσια χωρίς δυσλεξία έχουν μεγαλύτερο μέσο όρο και μικρότερο εύρος τιμών, σε σύγκριση με τα αγόρια χωρίς δυσλεξία. Αυτό σημαίνει ότι στα κορίτσια χωρίς δυσλεξία είναι πιο ξεκάθαρη η προτίμηση ποδιού, σε σύγκριση με τα αγόρια χωρίς δυσλεξία.

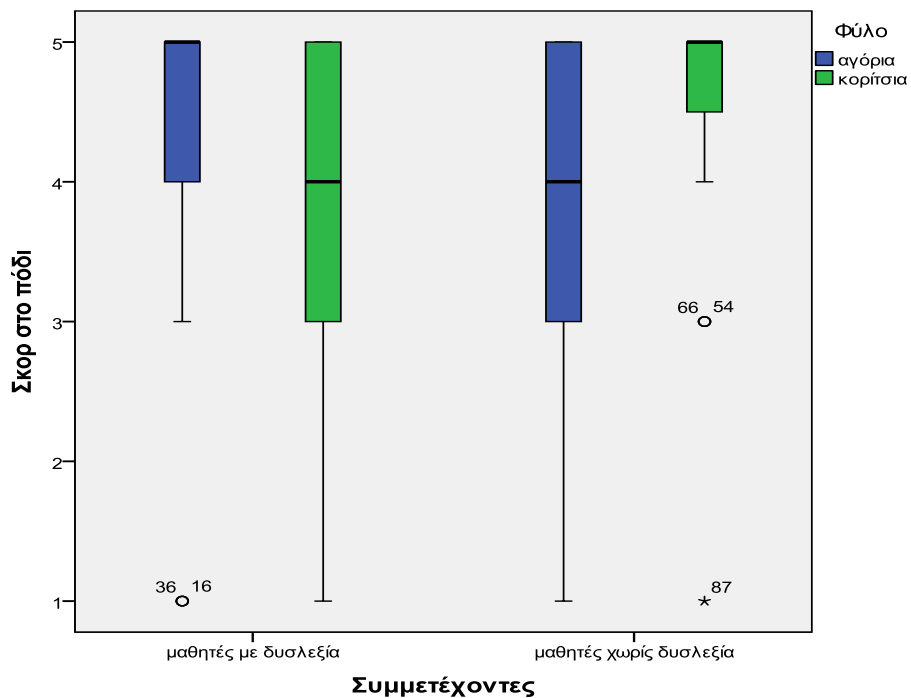
Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση βαθμίδας εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,01, p = 0,918$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{EE}$ στο πόδι ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το αν φοιτούν στο δημοτικό ή το γυμνάσιο.

Οι ίδιες αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν και για το $\Delta\Pi_{EE}$ στο μάτι και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p > 0,086$).



Γράφημα 4.5

Θηκογράμματα (boxplots) του ΔΠ_{EE} στο πόδι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία



Γράφημα 4.6

Θηκογράμματα (boxplots) του ΔΠ_{EE} στο πόδι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο τους

B. Δείκτης Πλευρίωσης της Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΔΠ_{ΠΠΧ})

B. 1. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{ΠΠΧ}

Στον Πίνακα 4.10 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{ΠΠΧ} για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Πίνακας 4.10

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ_{ΠΠΧ} για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (N=95)	65,79	27,04	64,29	100,0	0,00	100,0
Δυσλεξία (n=47)	61,55	26,27	61,90	100,0	0,00	100,0
Αγόρια (n=31)	55,76	23,87	57,14	100,0	0,00	100,0
Κορίτσια (n=16)	72,77	29,80	76,19	100,0	0,00	100,0
Δημοτικό (n=22)	62,66	25,56	60,72	100,0	0,00	100,0
Γυμνάσιο (n=25)	60,57	28,65	61,90	100,0	0,00	100,0
Χωρίς Δυσλεξία (n=48)	69,94	26,73	72,62	100,0	14,29	85,71
Αγόρια (n=24)	62,30	24,01	61,90	100,0	14,29	85,71
Κορίτσια (n=24)	77,58	27,60	97,62	100,0	16,67	83,33
Δημοτικό (n=28)	68,71	24,88	71,43	100,0	19,05	80,95
Γυμνάσιο (n=20)	71,67	29,70	75,00	100,0	14,29	85,71

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις στο ΔΠ_{ΠΠΧ} μεταξύ των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν υψηλή βαθμολογία, ενώ παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών. Όμως, παρατηρώντας τόσο τους μέσους όρους όσο και τις διαμέσους, γίνεται φανερό ότι οι μαθητές με δυσλεξία έχουν συγκεντρώσει χαμηλότερη βαθμολογία, σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

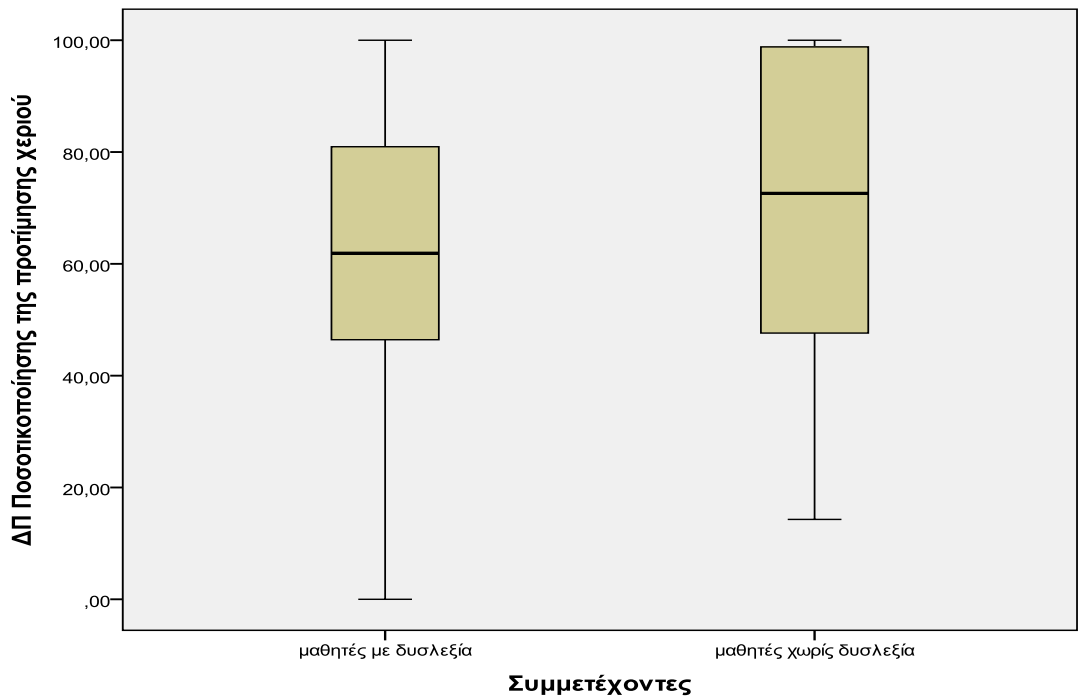
B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ_{ΠΠΧ} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

Διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του ΔΠ_{ΠΠΧ}.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,97, p = 0,328$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΔΠ_{ΠΠΧ} ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές της ομάδας ελέγχου, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.7, αν και παρατηρείται ότι οι μαθητές με δυσλεξία συγκέντρωσαν χαμηλότερη βαθμολογία, σε σύγκριση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία.

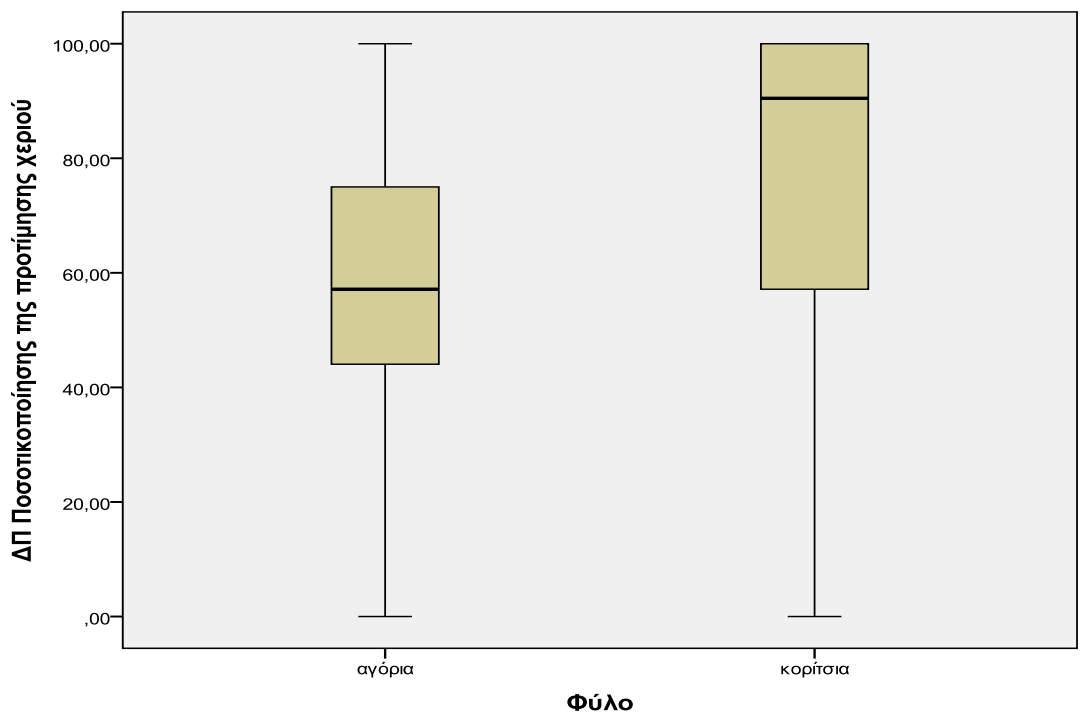
Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 8,45, p = 0,005$. Όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.8 που ακολουθεί, τα κορίτσια έχουν υψηλότερη βαθμολογία στο ΔΠ_{ΠΠΧ}, ανεξάρτητα από την ύπαρξη δυσλεξίας ή τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.

Εν συνεχεία, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,12, p = 0,728$. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,02, p = 0,887$. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση βαθμίδα εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,03, p = 0,873$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ΔΠ_{ΠΠΧ} ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.



Γράφημα 4.7

Θηκογράμματα (boxplots) του ΔΠ_{ΠΠΧ} στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία



Γράφημα 4.8

Θηκογράμματα (boxplots) του ΔΠ_{ΠΠΧ} στους μαθητές ανάλογα με το φύλο

B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) – αμφιδέξιοι (M)

Στον Πίνακα 4.11 παρουσιάζεται η προτίμηση χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (M) βάσει του ΔΠ_{ΠΠΧ} (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.8) ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι.

Πίνακας 4.11

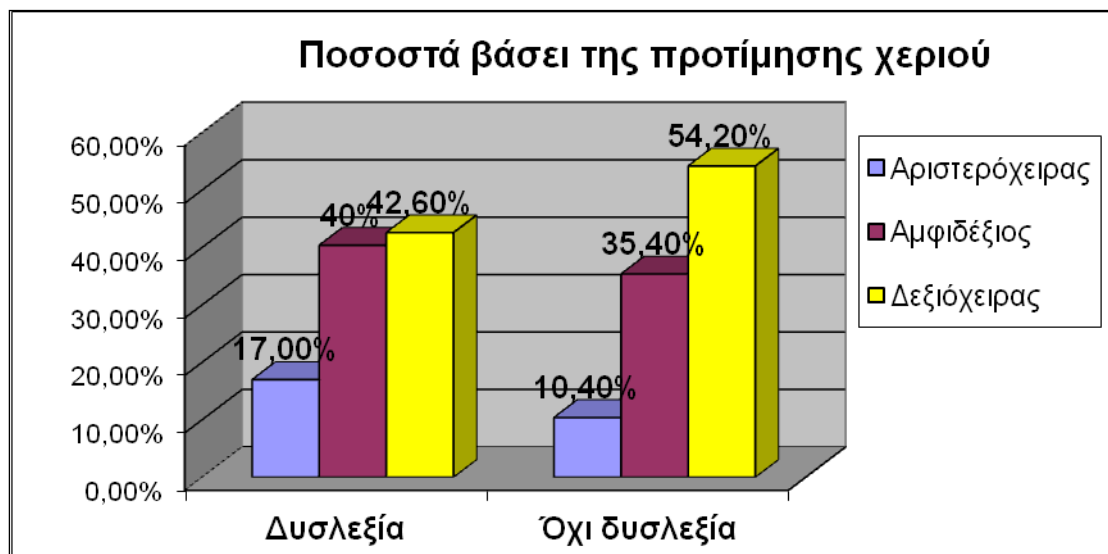
Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση A-Δ-M

Προτίμηση χεριού σύμφωνα με το ΔΠ _{ΠΠΧ}	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
	(n=47)	(n=48)	(N=95)
	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>
Αριστερόχειρας	8 (17,0)	5 (10,4)	13 (13,7)
Αμφιδέξιος	19 (40,4)	17 (35,4)	36 (37,9)
Δεξιόχειρας	20 (42,6)	26 (54,2)	46 (48,4)

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A) - δεξιόχειρες (Δ) - αμφιδέξιοι (M) πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, το 17% των μαθητών με δυσλεξία είναι αριστερόχειρες, ενώ ένας στους δέκα μαθητές χωρίς δυσλεξία ανήκουν στην κατηγορία των αριστερόχειρων. Επίσης, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.9 που ακολουθεί, αξίζει να επισημανθεί ότι το 54,2% των μαθητών χωρίς δυσλεξία κατατάσσονται στην κατηγορία των δεξιόχειρων. Αντιθέτως, μόλις περίπου δύο στους πέντε μαθητές χωρίς δυσλεξία (42,6%) είναι δεξιόχειρες. Από την άλλη μεριά, δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των μαθητών στην αμφιδεξιότητα, ανάλογα με το αν έχουν δυσλεξία ή όχι (40,4% και 35,4%, αντιστοίχως).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας και την προτίμηση χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (A)

- δεξιόχειρες (Δ) – αμφιδέξιοι (Μ), βάσει του $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ [$\chi^2(\text{df}=2, N=95) = 1,58, p = 0,455$].



Γράφημα 4.9

Προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$
ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας

B. 1. 4. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ)

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζεται η προτίμηση χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{\text{ΠΠΧ}}$ (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.8) ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι.

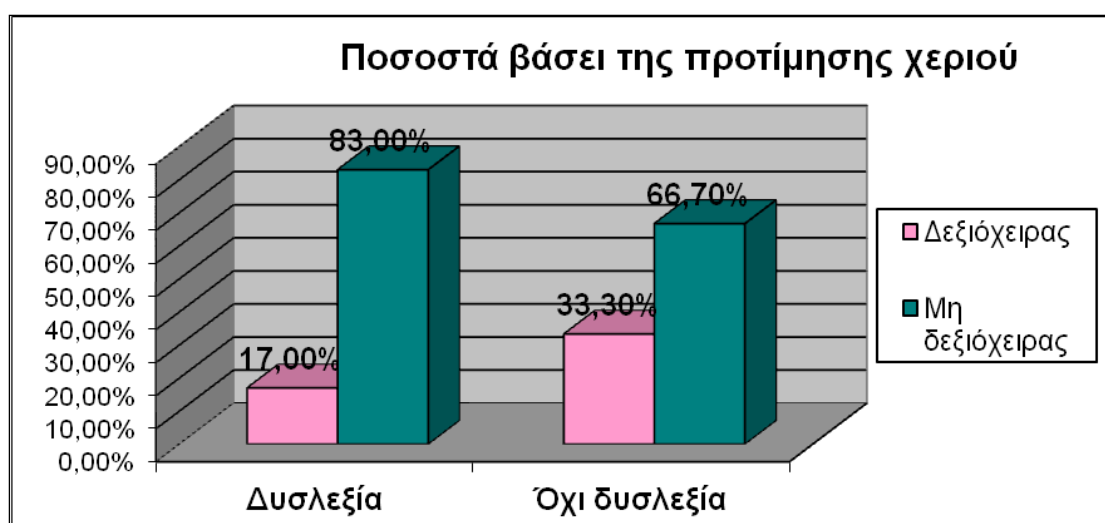
Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.12 που ακολουθεί, το 17% των μαθητών με δυσλεξία είναι δεξιόχειρες, ενώ περίπου ένας στους τρεις μαθητές χωρίς δυσλεξία (33,3%) κατατάσσεται στην κατηγορία των δεξιόχειρων. Από την άλλη μεριά, η πλειονότητα των μαθητών με δυσλεξία, το 84% δεν χρησιμοποιεί το δεξιό χέρι, ενώ το ποσοστό αυτό για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία είναι 66,7% (βλ. Γράφημα 4.10).

Πίνακας 4.12

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ

Προτίμηση χεριού σύμφωνα με το ΔΠ _{ΠΠΧ}	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
	(n=47)	(n=48)	(N=95)
	f (%)	f (%)	f (%)
Δεξιόχειρες	8 (17,0)	16 (33,3)	24 (25,3)
Μη δεξιόχειρες	39 (83,0)	32 (66,7)	71 (74,7)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , παρατηρείται μια τάση στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης μεταξύ της δυσλεξίας και της προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) βάσει του ΔΠ_{ΠΠΧ} [$\chi^2(df=2, N=95) = 3,38 \quad p = 0,067$].



Γράφημα 4.10

Ποσοστά προτίμηση χεριού των μαθητών σύμφωνα με το ΔΠ_{ΠΠΧ} ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας

Γ. 1. Δείκτης Πλευρίωσης της δεξιότητας χεριού (ΔΠ_{ΔΜΠ})

Γ. 1. 1. Περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{ΔΜΠ}

Στον Πίνακα 4.13 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{ΔΜΠ} για το σύνολο των μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Πίνακας 4.13

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του ΔΠ_{ΔΜΠ} για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (N=95)	4,07	5,34	3,98	23,26	-12,18	35,44
Δυσλεξία (n=47)	4,46	5,70	4,45	23,26	-8,59	31,85
Αγόρια (n=31)	4,43	4,89	4,45	14,76	-8,59	23,35
Κορίτσια (n=16)	4,51	7,20	4,44	23,26	-6,99	30,25
Δημοτικό (n=22)	5,19	6,12	4,68	23,26	-3,14	26,40
Γυμνάσιο (n=25)	3,82	5,34	4,33	13,33	-8,59	21,92
Χωρίς Δυσλεξία (n=48)	3,69	4,98	2,82	14,33	-12,18	26,51
Αγόρια (n=24)	2,45	5,81	1,46	14,33	-12,18	26,51
Κορίτσια (n=24)	4,92	3,71	4,64	12,68	0,00	12,68
Δημοτικό (n=28)	3,42	5,69	1,71	14,33	-12,18	26,51
Γυμνάσιο (n=20)	4,05	3,89	3,39	12,41	-4,40	16,81

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούνται κάποιες διαφοροποιήσεις στο ΔΠ_{ΔΜΠ} μεταξύ των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν θετική βαθμολογία στο ΔΠ_{ΔΜΠ} που σημαίνει ότι υπάρχει δεξιά δεξιότητα χεριού. Επιπλέον, γίνεται αντιληπτό το μεγάλο εύρος τιμών τόσο στο σύνολο των μαθητών που μελετήθηκαν όσο και στις επιμέρους ομάδες. Παρατηρώντας τόσο τους μέσους όρους όσο και τις διαμέσους, είναι φανερό ότι οι μαθητές με δυσλεξία έχουν συγκεντρώσει υψηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, γεγονός που σημαίνει ότι η ταχύτητα με την οποία ολοκλήρωσαν τη δοκιμασία ήταν πιο αργή. Πιο συγκεκριμένα, ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μαθητές με δυσλεξία για να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία με το δεξί χέρι (*M.O.* = 10,73, *T.A* = 1,32, *εύρος* = 6,53) ήταν μεγαλύτερος από των μαθητών

χωρίς δυσλεξία ($M.O.= 9,99$, $T.A.= 1,06$, $έρος = 4,74$), όπως και για το αριστερό χέρι ($M.O.= 11,78$, $T.A.= 1,79$, $έρος = 8,80$ και $M.O.= 10,78$, $T.A.= 1,37$, $έρος = 5,50$, αντίστοιχα) (αναλυτικά οι Πίνακες για κάθε χέρι χωριστά βλ. Παράρτημα 4.1).

Γ. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο ΔΠ_{ΔΜΠ} και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

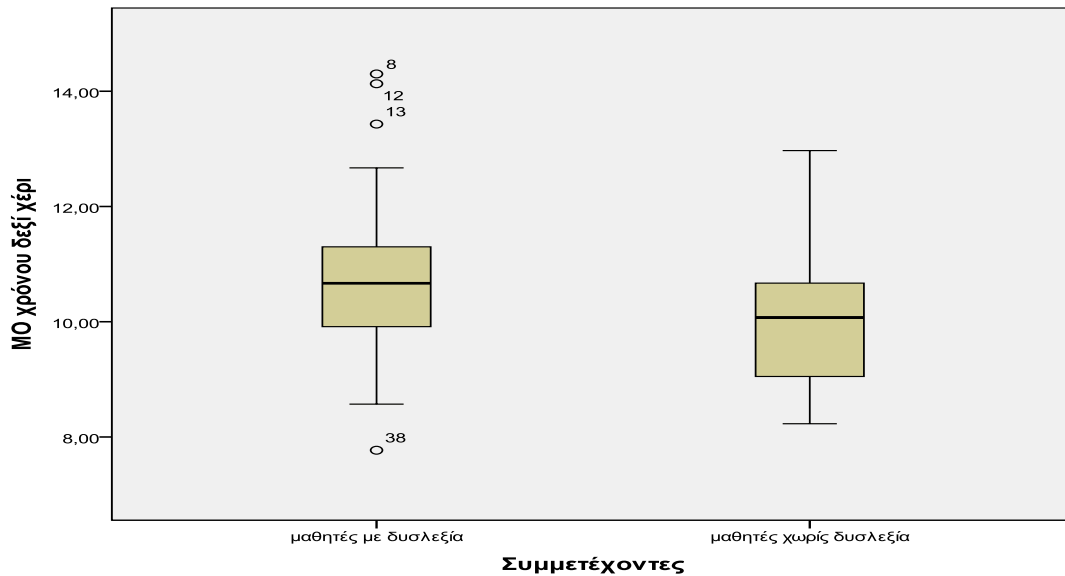
Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος μέσων όρων αναφορικά με την ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας για κάθε χέρι χωριστά. Διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή το χρόνο εκτέλεσης της δοκιμασίας με το δεξί χέρι.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 10,81$, $p = 0,001$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι, ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.11. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία συγκέντρωσαν υψηλότερη βαθμολογία, σε σύγκριση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, που σημαίνει ότι χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας.

Παρόμοια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης είναι στατιστικά σημαντική: $F(df1, N=95) = 4,08$, $p = 0,031$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι, ανάμεσα στους μαθητές του δημοτικού και στους μαθητές του γυμνασίου, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.12. Συγκεκριμένα, οι μαθητές του δημοτικού συγκέντρωσαν υψηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με τους μαθητές του γυμνασίου, που σημαίνει ότι χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία.

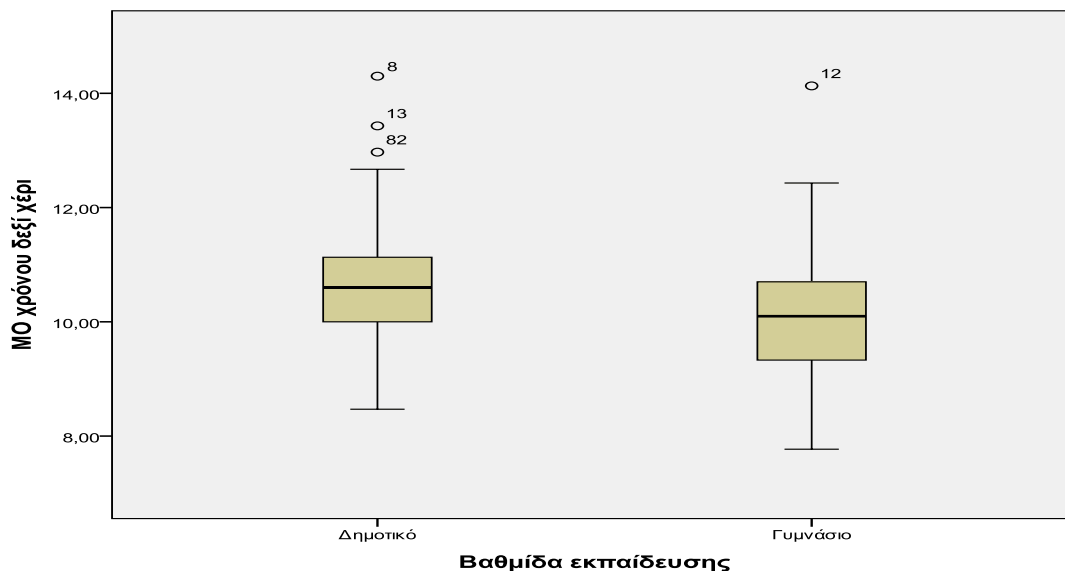
Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df1, N=95) = 0,28$, $p = 0,599$. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,23$, $p = 0,270$. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση βαθμίδα

εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,11, p = 0,740$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.



Γράφημα 4.11

Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία



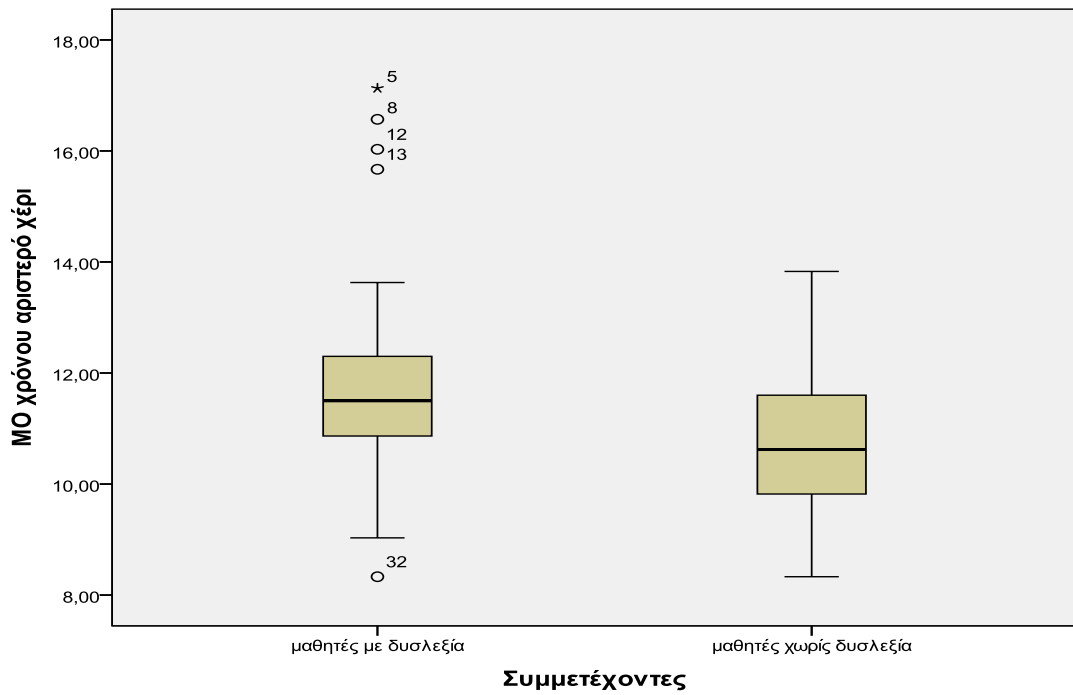
Γράφημα 4.12

Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το δεξί χέρι ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης για το χρόνο εκτέλεσης της δοκιμασίας με το αριστερό χέρι, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 10,88, p = 0,001$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι, ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.13. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία συγκέντρωσαν υψηλότερη βαθμολογία, σε σύγκριση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, που σημαίνει ότι χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για την ολοκλήρωση της δοκιμασίας.

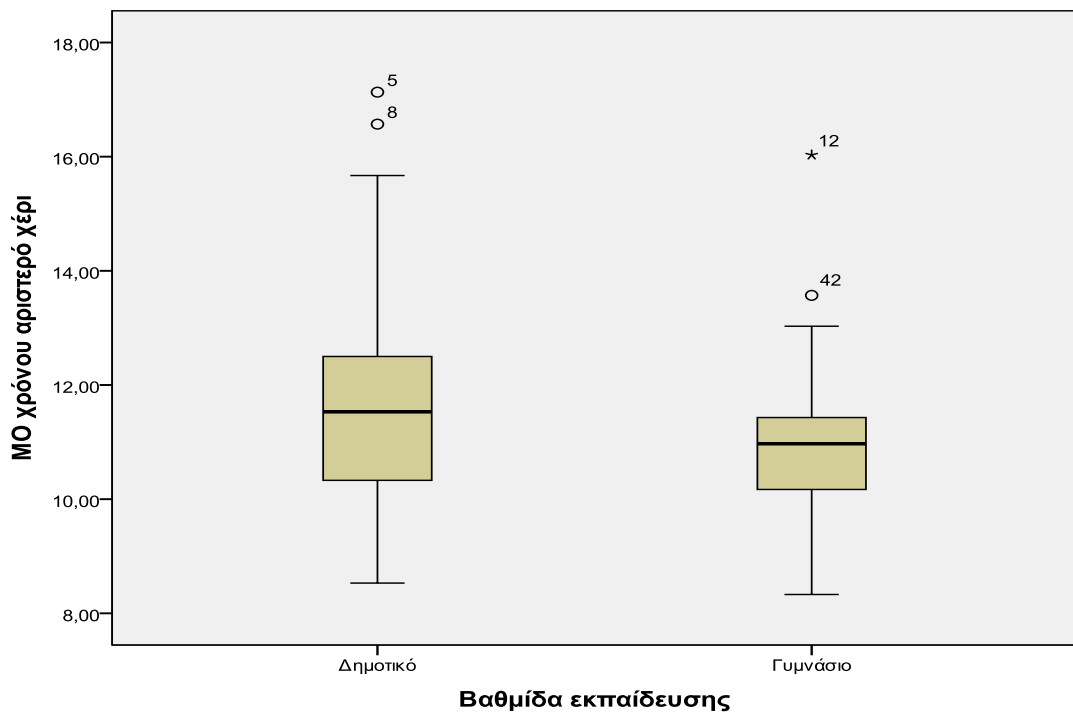
Παρόμοια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 5,75, p = 0,019$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι, ανάμεσα στους μαθητές του δημοτικού και στους μαθητές του γυμνασίου, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.14. Συγκεκριμένα, οι μαθητές του δημοτικού συγκέντρωσαν υψηλότερη βαθμολογία, σε σύγκριση με τους μαθητές του γυμνασίου, που σημαίνει ότι χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία.

Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,18, p = 0,672$. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,03, p = 0,874$. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση βαθμίδα εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,61, p = 0,436$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.



Γράφημα 4.13

Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία



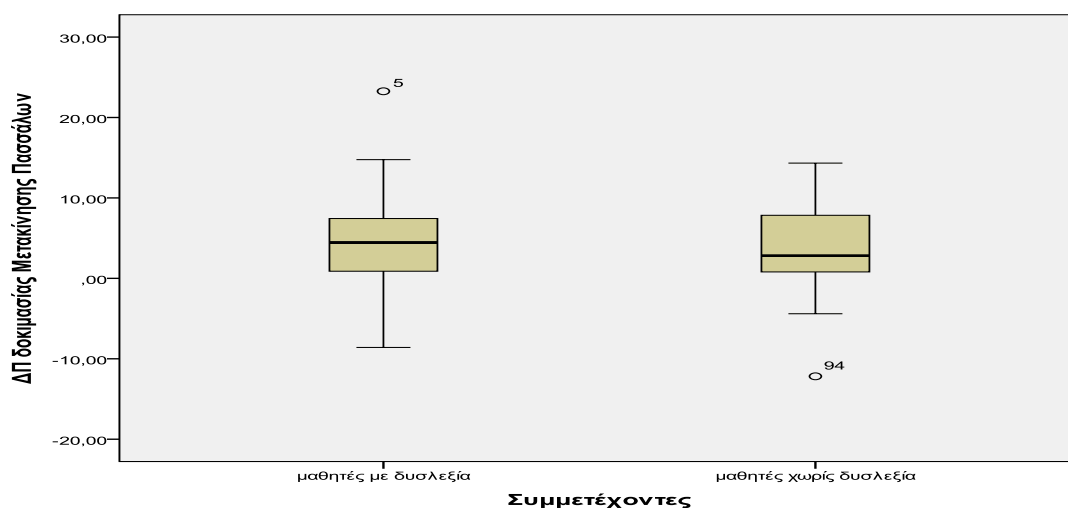
Γράφημα 4.14

Θηκογράμματα (boxplots) της ταχύτητας εκτέλεσης της ΔΜΠ με το αριστερό χέρι ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης

Στη συνέχεια, για τον έλεγχο διαφορών αναφορικά με τη δεξιότητα χεριού, διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,54, p = 0,465$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές της χωρίς δυσλεξία, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.15.

Επίσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,28, p = 0,262$, όπως και η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,37, p = 0,543$. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 1,02, p = 0,315$ και η αλληλεπίδραση βαθμίδα εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=95) = 0,37, p = 0,545$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.



Γράφημα 4.15

Θηκογράμματα (boxplots) του $\Delta\Pi_{\Delta\text{ΜΠ}}$ δεξιότητας χεριού στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία

Γ. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα δεξιότητας χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ)

Στον Πίνακα 4.14 παρουσιάζεται η δεξιότητα χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) βάσει του ΔΠ_{ΔΜΠ} (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.9) ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι.

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και προτίμησης χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α) - δεξιόχειρες (Δ) πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 .

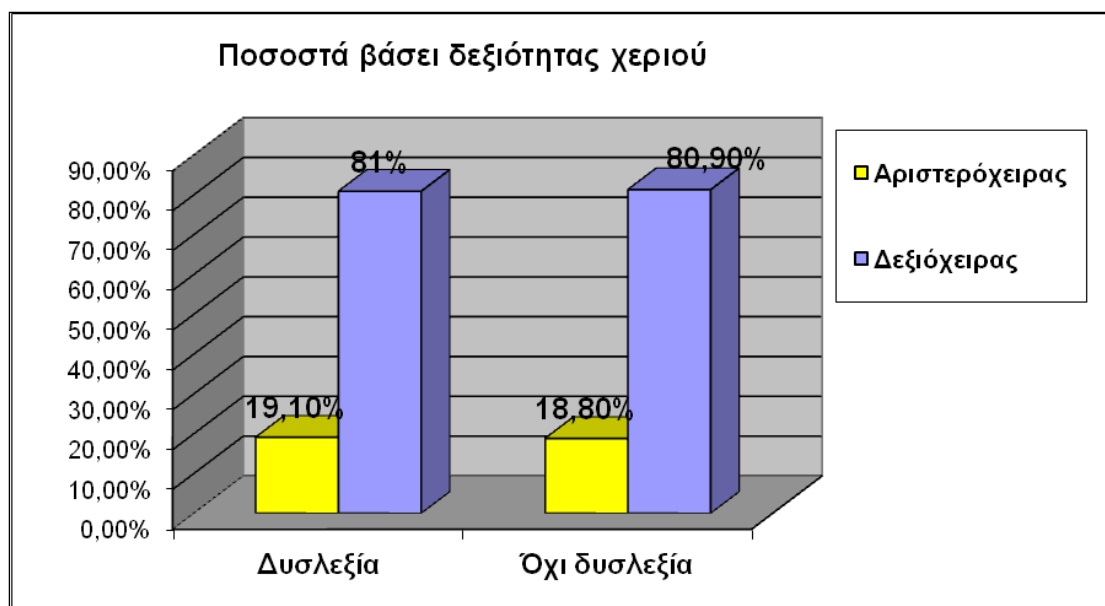
Πίνακας 4.14

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με τη δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ

Δεξιότητα χεριού ΔΠ _{ΔΜΠ}	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
	(n=47)	(n=48)	(N=95)
	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>
Αριστερόχειρας	9 (19,1)	9 (18,8)	18 (18,9)
Δεξιόχειρας	38 (80,9)	39 (81,3)	77 (81,1)

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, τα ποσοστά των μαθητών με δυσλεξία και χωρίς δυσλεξία που εμφανίζουν δεξιότητα στο αριστερό χέρι είναι παρόμοια (19,1% και 18,8%, αντιστοίχως). Παρόμοια, δεξιότητα με το δεξί χέρι εμφανίζει το 80,9% των μαθητών με δυσλεξία και το 81,3% των μαθητών χωρίς δυσλεξία (βλ. Γράφημα 4.16).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ της ύπαρξης δυσλεξίας και της δεξιότητα χεριού βάσει του ΔΠ_{ΔΜΠ} [$\chi^2(df=2, N=95) = 0,00, p = 0,960$].



Γράφημα 4.16

Ποσοστά δεξιότητας χεριού των μαθητών σύμφωνα με το ΔΠ_{ΔΜΠ} ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας

Γ. 1. 4. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα προτίμησης και δεξιότητας χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – μη δεξιόχειρες (ΜΔ)

Στον Πίνακα 4.15 παρουσιάζεται η προτίμηση-δεξιότητα χεριού όλων των μαθητών σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) βάσει του δείκτη πλευρίωσης τους ΔΠ_Σ και στις τρεις δοκιμασίες (ΕΕ, ΠΠΧ, ΔΜΠ) (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.9), ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι. Για τη διερεύνηση της σχέσης αυτής πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 .

Όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 4.15, το 27,7% των μαθητών με δυσλεξία εμφανίζει δεξιά προτίμηση και δεξιότητα χεριού, ενώ το ποσοστό για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία είναι σχεδόν διπλάσιο (45,8%). Από την άλλη μεριά, βάσει του ΔΠ_Σ, το 72,3% των μαθητών με δυσλεξία δεν χρησιμοποιεί το δεξιό χέρι και στις τρεις δοκιμασίες, ενώ αντίστοιχα το ποσοστό για τους μαθητές χωρίς δυσλεξία είναι μικρότερο, 54,2% (βλ. Γράφημα 4.17).

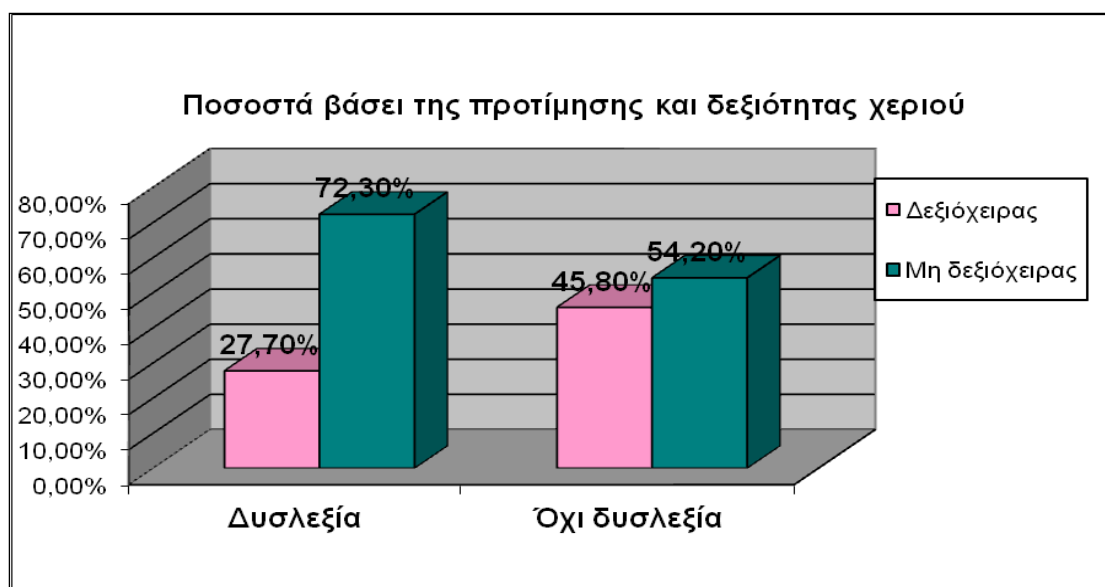
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , παρατηρείται τάση στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία στην προτίμηση και δεξιότητα χεριού,

σύμφωνα με την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) - μη δεξιόχειρες (ΜΔ) [$\chi^2(df=2, N=95) = 3,37, p = 0,066$].

Πίνακας 4.15

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση-δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ

	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
Προτίμηση & Δεξιότητα χεριού βάσει του ΔΠΣ	(n=47)	(n=48)	(N=95)
	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>
Μη δεξιόχειρες	34 (72,3)	26 (54,2)	60 (63,2)
Δεξιόχειρες	13 (27,7)	22 (45,8)	35 (36,8)



Γράφημα 4.17

Ποσοστά δεξιότητας χεριού των μαθητών σύμφωνα με το ΔΠΣ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας

4.3.2. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών

A. 1. Περιγραφικά στοιχεία του λόγου 2D:4D

Στους Πίνακες 4.16, 4.17 και 4.18 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία των τριών ορμονικών δεικτών, του λόγου 2D:4D για το δεξί χέρι, του λόγου 2D:4D για το αριστερό χέρι και τη διαφορά των δύο λόγων D(δ-α), για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο.

Πίνακας 4.16

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του λόγου 2D:4D για το δεξί χέρι για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (N=74)	0,99	0,07	0,99	1,19	0,75	0,44
Δυσλεξία (n=35)	1,00	0,09	1,00	1,19	0,75	0,44
Αγόρια (n=23)	0,98	0,09	0,99	1,19	0,75	0,44
Κορίτσια (n=12)	1,04	0,07	1,01	1,16	0,97	0,19
Χωρίς Δυσλεξία (n=39)	0,98	0,05	0,99	1,12	0,84	0,28
Αγόρια (n=16)	0,97	0,06	0,97	1,12	0,84	0,28
Κορίτσια (n=23)	0,98	0,04	0,99	1,04	0,86	0,18

Πίνακας 4.17

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του λόγου 2D:4D για το αριστερό χέρι, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =74)	0,98	0,06	0,99	1,16	0,85	0,31
Δυσλεξία (<i>n</i> =35)	0,98	0,07	1,00	1,16	0,86	0,30
Αγόρια (<i>n</i> =23)	0,97	0,06	0,98	1,09	0,86	0,23
Κορίτσια (<i>n</i> =12)	1,01	0,07	1,01	1,16	0,86	0,30
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =39)	0,98	0,05	0,99	1,08	0,85	0,23
Αγόρια (<i>n</i> =16)	0,99	0,06	0,99	1,08	0,85	0,23
Κορίτσια (<i>n</i> =23)	0,98	0,04	0,99	1,04	0,87	0,17

Πίνακας 4.18

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) της διαφορά του λόγου των δύο χεριών (*Dd-a*), για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =74)	0,00	0,06	0,00	0,19	-0,18	0,37
Δυσλεξία (<i>n</i> =35)	0,01	0,08	0,00	0,19	-0,18	0,37
Αγόρια (<i>n</i> =23)	0,00	0,09	0,00	0,19	-0,18	0,37
Κορίτσια (<i>n</i> =12)	0,03	0,07	0,01	0,15	-0,05	0,20
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =39)	-0,01	0,03	0,00	0,06	-0,08	0,14
Αγόρια (<i>n</i> =16)	-0,02	0,04	-0,01	0,04	-0,08	0,12
Κορίτσια (<i>n</i> =23)	0,00	0,03	0,00	0,06	-0,04	0,11

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, έντονες διαφοροποιήσεις στο λόγο 2D:4D μεταξύ των μαθητών παρατηρούνται κυρίως στο δεξί χέρι. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν μεγαλύτερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι από τους

μαθητές χωρίς δυσλεξία, εύρημα που δε συμφωνεί με την υπόθεση της τεστοστερόνης καθώς οι χαμηλοί ορμονικοί δείκτες είναι δηλωτικοί των υψηλών επιπέδων προγεννητικής τεστοστερόνης (βλ. Πίνακας 4.16). Επιπρόσθετα, οι μαθητές με δυσλεξία, έχουν υψηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι συγκριτικά με το αριστερό, όπως φαίνεται και από τον αρνητικό λόγο D(δ-α) (βλ. Πίνακας 4.18), σε αντίθεση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία που έχουν υψηλότερο λόγο 2D:4D στο αριστερό χέρι. Όσον αφορά το λόγο 2D:4D του αριστερού χεριού, οι μαθητές με δυσλεξία έχουν χαμηλότερο λόγο από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία (βλ. Πίνακας 4.17).

Αναφορικά με τις διαφορές των ορμονικών δεικτών μεταξύ των φύλων, παρατηρείται ότι τα αγόρια εμφανίζουν χαμηλότερους λόγους συγκριτικά με τα κορίτσια, τόσο στους μαθητές με δυσλεξία όσο και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, εύρημα αναμενόμενο, καθώς οι χαμηλοί ορμονικοί δείκτες είναι δηλωτικοί των υψηλών επιπέδων προγεννητικής τεστοστερόνης που παρατηρούνται κυρίως στα αγόρια. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι τα αγόρια με δυσλεξία έχουν τον μικρότερο λόγο 2D:4D στο αριστερό χέρι, ενώ τα αγόρια χωρίς δυσλεξία έχουν το μικρότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι.

A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο λόγο 2D:4D και τη δυσλεξία και το φύλο των μαθητών

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος μέσων όρων αναφορικά με το λόγο 2D:4D για κάθε χέρι χωριστά, όπως επίσης και για τη διαφορά των λόγων των δύο χεριών (Dδ-α). Αρχικά, διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια) και εξαρτημένη μεταβλητή το λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού. Επειδή ο λόγος 2D:4D του δεξιού χεριού δεν ακολουθούσε την κανονική κατανομή βάσει του μοντέλου One Sample Kolmogorov-Smirnov Test ($Z = 1,43, p = 0,034$), η πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης πραγματοποιήθηκε στις τάξεις μεγέθους (ranks) της εξαρτημένης μεταβλητής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=74) = 4,03, p = 0,048$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού ανάμεσα στους

μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν υψηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι σε σύγκριση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία.

Παρόμοια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=74) = 6,15, p = 0,016$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού, ανάμεσα στα αγόρια και τα κορίτσια. Συγκεκριμένα, τα αγόρια εμφάνισαν χαμηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι ($M.O = 0,98, T.A. = 0,08, \acute{\epsilon}\nu\rho\omicron\varsigma = 0,44$) συγκριτικά με τα κορίτσια ($M.O = 1,00, T.A. = 0,06, \acute{\epsilon}\nu\rho\omicron\varsigma = 0,30$), που σημαίνει ότι εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης.

Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=74) = 0,92, p = 0,342$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο τους. Όμως, παρατηρώντας τα περιγραφικά στοιχεία του Πίνακα 4.16, όπου οι διαφορές μεταξύ των ομάδων εντοπίζονται κυρίως στα κορίτσια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος μέσων όρων με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα στις τάξεις μεγέθους (ranks) της εξαρτημένης μεταβλητής 2D:4D του δεξιού χεριού και βρέθηκε ότι οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίζονται μόνο μεταξύ των κοριτσιών με δυσλεξία και των κοριτσιών χωρίς δυσλεξία, $t(35) = 2,31, p = 0,027$, ενώ τα αγόρια δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, $t(39) = 0,71, p = 0,485$.

Στη συνέχεια, διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια) και εξαρτημένη μεταβλητή το λόγο 2D:4D του αριστερού χεριού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης δε διαπιστώθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (όλα τα $p > 0,093$). Επίσης η ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε και για τη διαφορά των λόγων των δύο χεριών (Dδ-α) και επίσης δε διαπιστώθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (όλα τα $p > 0,095$).

4.3.3. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης δυσλεξίας και εγκεφαλικής πλευρίωσης

A. 1. Δείκτης Πλευρίωσης της δοκιμασίας ΛΑΟΗ ($\Delta\Pi_{\Lambda\omicron\omicron\omicron\omicron}$)

A. 1. 1. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{\Lambda\omicron\omicron\omicron\omicron}$

Στις αναλύσεις της δοκιμασίας ΛΑΟΗ συμπεριλήφθησαν όσοι συμμετέχοντες απάντησαν σωστά στο 50% των δοκιμασιών, δηλαδή οι σωστές απαντήσεις ήταν 60 ή περισσότερες (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.11). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα και βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία) αναφορικά με τις σωστές απαντήσεις στη δοκιμασία, $t(80) = -7,228$, $p < 0,001$. Συγκεκριμένα, ο Μ.Ο. σωστών απαντήσεων των μαθητών με δυσλεξία ήταν 52,10 ($T.A = 17,82$) και ο Μ.Ο. των μαθητών χωρίς δυσλεξία ήταν 75,78 ($T.A. = 10,80$).

Στους Πίνακες 4.19 και 4.20 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας και χρόνου αντίδρασης, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, που συμπεριλήφθησαν στην ανάλυση μετά από το κριτήριο συμπερίληψης, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης τους.

Πίνακας 4.19

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο ($N=54$)	2,15	3,08	2,38	7,05	-5,69	12,74
Δυσλεξία ($n=14$)	-0,05	0,22	-0,05	0,37	-0,49	0,86
Αγόρια ($n=10$)	-0,05	0,19	-0,05	0,37	-0,37	0,73
Κορίτσια ($n=4$)	-0,03	0,32	0,08	0,21	-0,49	0,71
Δημοτικό ($n=2$)	0,16	0,30	0,16	0,37	-0,05	0,42
Γυμνάσιο ($n=12$)	-0,08	0,20	-0,05	0,21	-0,49	0,71
Χωρίς Δυσλεξία ($n=39$)	0,05	0,23	0,07	0,44	-0,67	1,11
Αγόρια ($n=18$)	0,05	0,18	0,05	0,43	-0,36	0,79
Κορίτσια ($n=21$)	0,05	0,27	0,07	0,44	-0,67	1,11
Δημοτικό ($n=20$)	0,02	0,30	0,09	0,44	-0,67	1,11
Γυμνάσιο ($n=19$)	0,08	0,14	0,07	0,40	-0,14	0,54

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα 4.19, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας, μεταξύ των μαθητών. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν θετική βαθμολογία στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας, που σημαίνει ότι εμφανίζουν το τυπικό πλεονέκτημα του δεξιού οπτικού ημιπεδίου (ΔΟΗ), δηλαδή οι περισσότερες λέξεις αναγνωρίστηκαν σωστά από το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Όμως, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν αρνητικό $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας σε αντίθεση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, που σημαίνει ότι τείνουν να απαντάνε πιο σωστά με το δεξί ημισφαίριο, εμφανίζουν δηλαδή πλεονέκτημα στο αριστερό οπτικό ημιπέδιο (ΑΟΗ). Ο αρνητικός $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας, εμφανίζεται τόσο στα αγόρια όσο και στα κορίτσια μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και στους μαθητές που φοιτούν στο γυμνάσιο. Ο αριθμός των μαθητών με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό και κατάφερε να ολοκληρώσει τη δοκιμασία είναι αρκετά μικρός για να θεωρηθεί ότι ο θετικός $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ ακρίβειας που εμφάνισαν ενδεικτικός του πλεονεκτήματος του ΔΟΗ.

Πίνακας 4.20

Μέσοι όροι (M), τυπικές αποκλίσεις (SD), διάμεσοι (Median), μέγιστες τιμές (Max), ελάχιστες τιμές (Min) και το εύρος (Range) του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}}$ χρόνου αντίδρασης, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (N=53)	2,15	3,08	2,38	7,05	-5,69	12,74
Δυσλεξία (n=14)	1,79	3,49	2,14	7,05	-5,69	12,74
Αγόρια (n=10)	0,01	0,08	0,00	0,19	-0,11	0,30
Κορίτσια (n=4)	0,05	0,12	0,04	0,19	-0,08	0,27
Δημοτικό (n=2)	-0,08	0,04	-0,08	-0,05	-0,11	0,06
Γυμνάσιο (n=12)	0,04	0,09	0,03	0,19	-0,08	0,27
Χωρίς Δυσλεξία (n=39)	0,00	0,08	0,00	0,23	-0,17	0,40
Αγόρια (n=18)	0,03	0,09	0,00	0,23	-0,17	0,40
Κορίτσια (n=21)	-0,02	0,07	-0,01	0,12	-0,17	0,29
Δημοτικό (n=20)	0,01	0,09	0,00	0,23	-0,17	0,40
Γυμνάσιο (n=19)	-0,01	0,07	-0,01	0,12	-0,17	0,29

Από την άλλη μεριά, σύμφωνα με τον Πίνακα 4.20 διαπιστώνεται ότι οι μαθητές του δείγματος συνολικά, συγκέντρωσαν θετική βαθμολογία στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ χρόνου αντίδρασης, που σημαίνει ότι τείνουν να απαντάνε πιο γρήγορα για τις λέξεις που εμφανίζονται στο AOH , δηλαδή στο δεξί ημισφαίριο. Όμως, αυτό το μη τυπικό πλεονέκτημα του AOH φαίνεται να είναι μεγαλύτερο στους μαθητές που εμφανίζουν δυσλεξία. Οι μαθητές χωρίς δυσλεξία που φοιτούν στο γυμνάσιο καθώς και τα κορίτσια που δεν εμφανίζουν δυσλεξία στο σύνολό τους, εμφανίζουν το τυπικό πλεονέκτημα του $\Delta\text{O}\text{H}$ (αριστερό ημισφαίριο) στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ χρόνου αντίδρασης.

A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

Αρχικά, διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ ακρίβειας και κατόπιν, πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση με εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ χρόνου αντίδρασης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική, ούτε για την ακρίβεια, $F(\text{df}=1, N=53) = 0,10, p = 0,754$, ούτε για το χρόνο αντίδρασης, $F(\text{df}=1, N=53) = 0,63, p = 0,803$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ ακρίβειας και στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ χρόνου αντίδρασης ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία.

Στη συνέχεια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική (όλα τα $p > 0,725$), ομοίως διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της βαθμίδας εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική (όλα τα $p > 0,332$).

Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική (όλα τα $p > 0,185$) και η αλληλεπίδραση βαθμίδα εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική (όλα τα $p > 0,244$). Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{\Lambda\text{A}\text{O}\text{H}}$ ακρίβειας και χρόνου αντίδρασης ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.

A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και τη συχνότητα εγκεφαλικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική

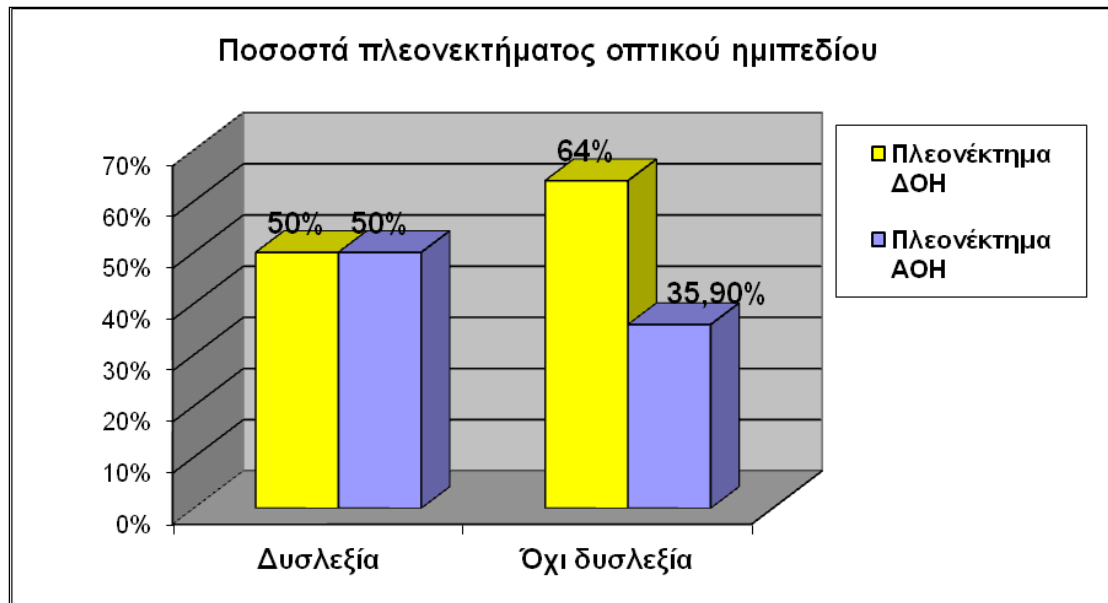
Στον Πίνακα 4.21 παρουσιάζεται η πλευρίωση των μαθητών βάσει του ΔΠ_{ΛΑΟΗ} ακρίβειας (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.11), ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι. Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και εγκεφαλικής πλευρίωσης σύμφωνα με τον ΔΠ_{ΛΑΟΗ} ακρίβειας πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.21 που ακολουθεί και στο Γράφημα 4.18, οι μισοί μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν τυπική πλευρίωση, δηλαδή πλεονέκτημα του ΔΟΗ (αριστερό ημισφαίριο). Από την άλλη μεριά, το ποσοστό των μαθητών χωρίς δυσλεξία που εμφανίζουν το τυπικό πλεονέκτημα του ΔΟΗ είναι 60,4%.

Πίνακας 4.21

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με τον ΔΠ_{ΛΑΟΗ} ακρίβειας

	Δυσλεξία	Όχι δυσλεξία	Σύνολο
Πλευρίωση βάσει του	(n=14)	(n=39)	(N=53)
ΔΠ _{ΛΑΟΗ} ακρίβειας	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>	<i>f (%)</i>
Τυπική/ΔΟΗ	7(50,0)	25(64,1)	32 (60,4)
Μη τυπική/ΑΟΗ	7(50,0)	14 (35,9)	21 (39,6)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ της ύπαρξης δυσλεξίας και της εγκεφαλικής πλευρίωσης αναφορικά με το ΔΠ_{ΛΑΟΗ} ακρίβειας [χ^2 (df=2, N=53) = 4,07, $p = 0,044$]. Αντίθετα, αναφορικά με το ΔΠ_{ΛΑΟΗ} χρόνου αντίδρασης, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία [χ^2 (df=2, N=53) = 8,56, $p = 0,355$].



Γράφημα 4.18

Ποσοστά πλεονεκτήματος οπτικού ημιπεδίου βάσει του $\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΑΟΗ}}$ ακρίβειας μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία

Β. Δείκτης Πλευρίωσης του διακρανιακού υπερήχου Doppler ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$)

Β. 1. Περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$

Για τον υπολογισμό του δείκτη πλευρίωσης του διακρανιακού υπερήχου Doppler λήφθηκαν υπόψη, τόσο ο αριθμός των πειραματικών κύκλων στη δοκιμασία ΠΚΣ (αριθμός πειραματικών κύκλων ≥ 15), όσο και το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (Standard Error of Mean, SEM) ως μέτρο ποιότητας του σήματος της καταγραφής. Στις αναλύσεις συμπεριλήφθησαν δύο δείκτες πλευρίωσης, ο γενικός δείκτης πλευρίωσης που προέκυψε από το μέσο $\Delta\Pi$ όλων των πειραματικών κύκλων ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$), καθώς και το τυπικό σφάλμα του $\Delta\Pi$ που προέκυψε αφαιρώντας από τον γενικό δείκτη πλευρίωσης δύο τυπικά σφάλματα ($\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$) (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.12).

Στους Πίνακες 4.22 και 4.23 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ και του $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Πίνακας 4.22

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του $\Delta\Pi_{Doppler}$, για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =54)	2,15	3,08	2,38	7,05	-5,69	12,74
Δυσλεξία (<i>n</i> =20)	1,79	3,49	2,14	7,05	-5,69	12,74
Αγόρια (<i>n</i> =14)	1,15	3,55	1,51	6,45	-5,69	12,74
Κορίτσια (<i>n</i> =6)	3,29	3,11	3,65	7,05	-1,94	8,99
Δημοτικό (<i>n</i> =10)	0,74	3,18	1,51	5,48	-5,69	11,17
Γυμνάσιο (<i>n</i> =10)	2,85	3,63	3,92	7,05	-2,34	9,39
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =34)	2,36	2,84	2,74	6,18	-4,77	10,95
Αγόρια (<i>n</i> =15)	2,37	2,58	3,06	6,04	-2,38	8,42
Κορίτσια (<i>n</i> =19)	2,36	3,11	2,42	6,18	-4,77	10,95
Δημοτικό (<i>n</i> =19)	2,37	2,62	3,06	6,04	-3,01	9,05
Γυμνάσιο (<i>n</i> =15)	2,07	3,18	2,42	6,18	-4,77	10,95

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στο $\Delta\Pi_{Doppler}$ ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας ή όχι. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές του δείγματος συνολικά συγκέντρωσαν θετική βαθμολογία στο $\Delta\Pi_{Doppler}$ γεγονός που σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες εμφανίζουν τυπική πλευρίωση, δηλαδή η επεξεργασία της γλώσσας γίνεται από το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου τους. Όσον αφορά τους μαθητές με δυσλεξία φαίνεται να διαφοροποιούνται στο βαθμό της λειτουργικής πλευρίωσης συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία αφού εμφανίζουν μικρότερο $\Delta\Pi_{Doppler}$. Επίσης, παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών, κυρίως όσων αφορά τους μαθητές με δυσλεξία.

Επιπλέον, στους μαθητές με δυσλεξία παρατηρούνται κάποιες διαφορές. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό σχολείο έχουν $\Delta\Pi_{Doppler}$ κοντά στο μηδέν, δηλαδή τείνουν να μην εμφανίζουν ξεκάθαρη πλευρίωση της γλώσσας, αλλά συμμετρία. Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι τα κορίτσια με δυσλεξία έχουν το μεγαλύτερο $\Delta\Pi_{Doppler}$ σε σύγκριση με τα αγόρια με δυσλεξία, αλλά και με τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία.

Πίνακας 4.23

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$ για το σύνολο των μαθητών, μαθητές με δυσλεξία και μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανάλογα με το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =54)	0,20	3,09	0,85	5,29	-8,65	13,94
Δυσλεξία (<i>n</i> =20)	-0,24	3,62	0,18	5,29	-8,65	13,94
Αγόρια (<i>n</i> =14)	-0,85	3,68	0,05	4,15	-8,65	12,80
Κορίτσια (<i>n</i> =6)	1,19	3,32	1,98	5,29	-4,12	9,41
Δημοτικό (<i>n</i> =10)	-1,32	3,48	-0,55	3,70	-8,65	12,35
Γυμνάσιο (<i>n</i> =10)	0,85	3,59	2,12	5,29	-4,12	9,41
Χωρίς Δυσλεξία (<i>n</i> =34)	0,46	2,76	1,24	4,03	-7,01	11,04
Αγόρια (<i>n</i> =15)	0,21	2,36	1,17	2,54	-4,37	6,91
Κορίτσια (<i>n</i> =19)	0,66	3,09	1,36	4,03	-7,01	11,04
Δημοτικό (<i>n</i> =19)	0,65	2,49	1,17	4,01	-4,37	8,38
Γυμνάσιο (<i>n</i> =15)	0,22	3,15	1,36	4,03	-7,01	11,04

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, αφαιρώντας δύο τυπικά σφάλματα από τον αρχικό $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας ή όχι. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία φαίνεται να διαφέρουν εκτός από τον βαθμό της πλευρίωσης και στην κατεύθυνση, αφού εμφανίζουν αρνητικό δείκτη $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$ συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία. Ο αρνητικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$ είναι ενδεικτικός της μη τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα, δηλαδή η επεξεργασία των γλωσσικών ερεθισμάτων πραγματοποιείται από το δεξιό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Επίσης, παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών, όσων αφορά τους μαθητές με δυσλεξία.

Και σε αυτήν την περίπτωση, οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν κάποιες διαφοροποιήσεις. Πιο αναλυτικά, τα παιδιά με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό σχολείο εμφανίζουν αρνητικό $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$, δηλαδή εμφανίζουν μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ οι μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο γυμνάσιο εμφανίζουν τυπική πλευρίωση, δεδομένου ότι έχουν οριακά θετικό $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$. Από την άλλη μεριά, διαπιστώνεται ότι τα κορίτσια με δυσλεξία έχουν και πάλι το μεγαλύτερο

$\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$, τόσο συγκριτικά με τα αγόρια με δυσλεξία που έχουν αρνητικό $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$, όσο και με τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία. Με άλλα λόγια, τόσο τα αγόρια με δυσλεξία όσο και οι μαθητές του δημοτικού με δυσλεξία εμφανίζουν μία τάση προς τη μη τυπική πλευρίωση. Αντίθετα, τα κορίτσια με δυσλεξία και οι μαθητές του γυμνασίου με δυσλεξία εμφανίζουν την τυπική αριστερή πλευρίωση για τη γλώσσα.

B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στο $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ και τη δυσλεξία, το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών

Για να ελεγχθεί εάν υπάρχουν διαφορές στην ποιότητα του σήματος μεταξύ των μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), πραγματοποιήθηκε έλεγχος με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα. Οι μαθητές με δυσλεξία δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, αναφορικά με το τυπικό σφάλμα της μέτρησης [$t(54) = 0,604, p = 0,549$].

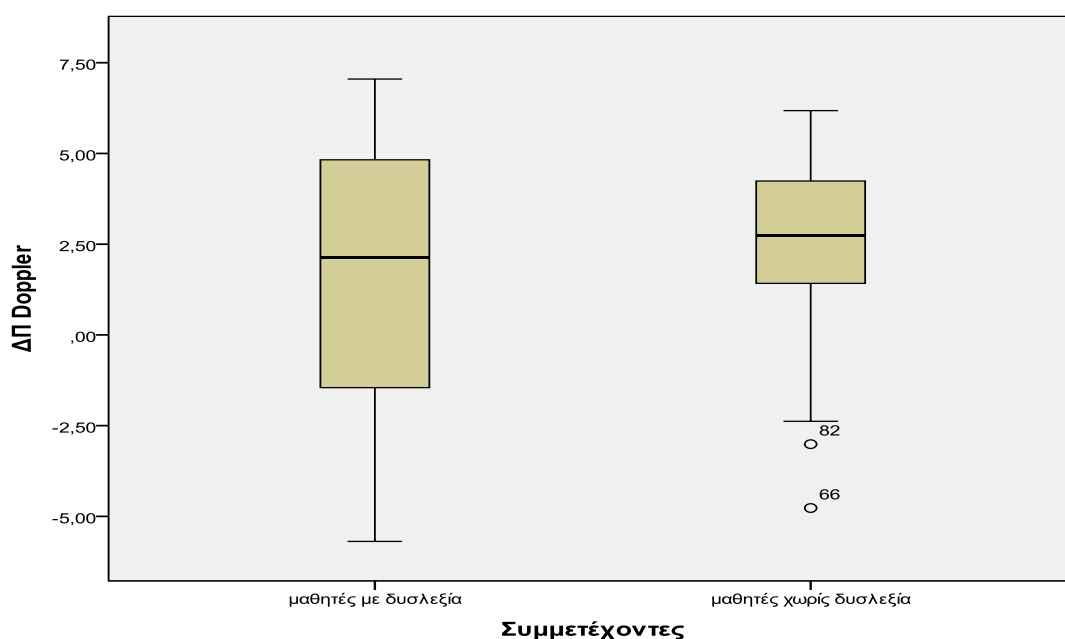
Στη συνέχεια διενεργήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονομεταβλητό επίπεδο (univariate tests), με ανεξάρτητες μεταβλητές την ομάδα υπαγωγής μαθητών (μαθητές με δυσλεξία-μαθητές χωρίς δυσλεξία), το φύλο (αγόρια-κορίτσια), τη βαθμίδα εκπαίδευσης (δημοτικό-γυμνάσιο) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η ίδια πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$.

Όσον αφορά στο $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=54) = 0,04, p = 0,847$. Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς μαθησιακές δυσκολίες, αν και παρατηρείται ότι οι μαθητές με δυσλεξία έχουν μεγαλύτερο εύρος τιμών, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.19. Επίσης, όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.19, δύο μαθητές χωρίς δυσλεξία εμφανίζουν ακραίες τιμές σε σχέση με το μέσο όρο. Η πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανση επαναλήφθηκε αφαιρώντας αυτούς τους δύο συμμετέχοντες από την ανάλυση και πάλι η κύρια επίδραση της ύπαρξης δυσλεξίας δεν φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=52) = 0,42, p = 0,521$.

Στη συνέχεια, διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=54) = 0,97, p = 0,329$ (βλ. Γράφημα 4.20). Ομοίως,

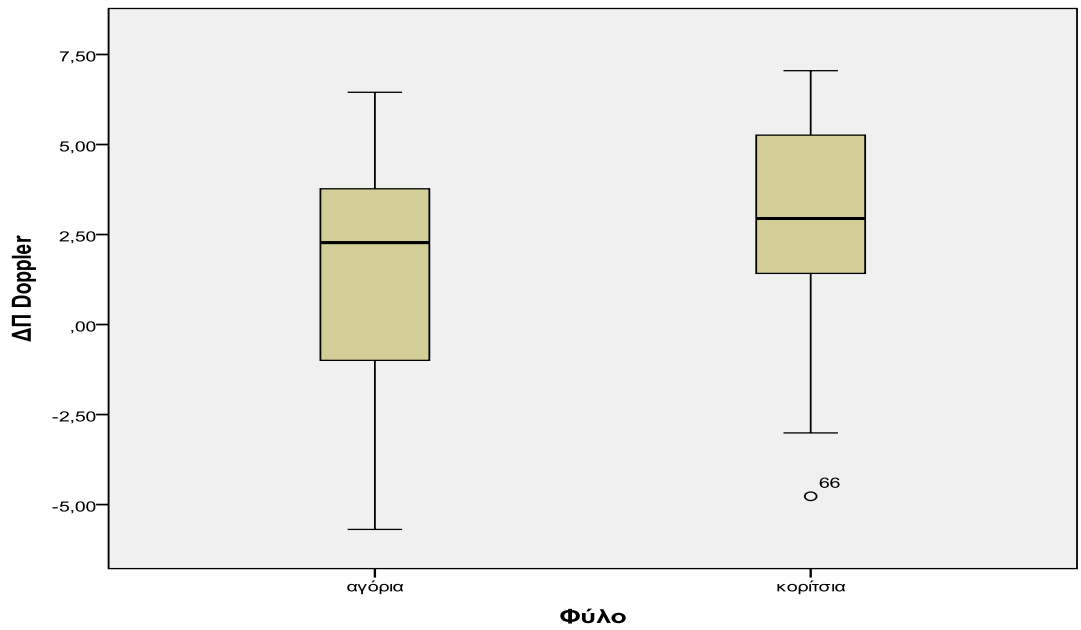
διαπιστώνεται ότι η κύρια επίδραση της τη βαθμίδα εκπαίδευσης δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df1, N=54) = 0,44, p = 0,511$ (βλ. Γράφημα 4.21). Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση φύλο x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=54) = 0,66, p = 0,422$ (βλ. Γράφημα 4.23). Τέλος, διαπιστώνεται ότι η αλληλεπίδραση τη βαθμίδα εκπαίδευσης x ύπαρξη δυσλεξίας δεν είναι στατιστικά σημαντική: $F(df=1, N=54) = 1,67, p = 0,203$ (βλ. Γράφημα 4.22). Αυτό σημαίνει ότι δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο $\Delta\Pi_{Doppler}$ ανάμεσα στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία, ανεξάρτητα από το φύλο και τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους.

Επίσης, αναφορικά με το $\Delta\Pi_{Doppler-2}$, από τα αποτελέσματα της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης δε διαπιστώθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (όλα τα $p > 0,178$) (βλ. Γράφημα 4.24).



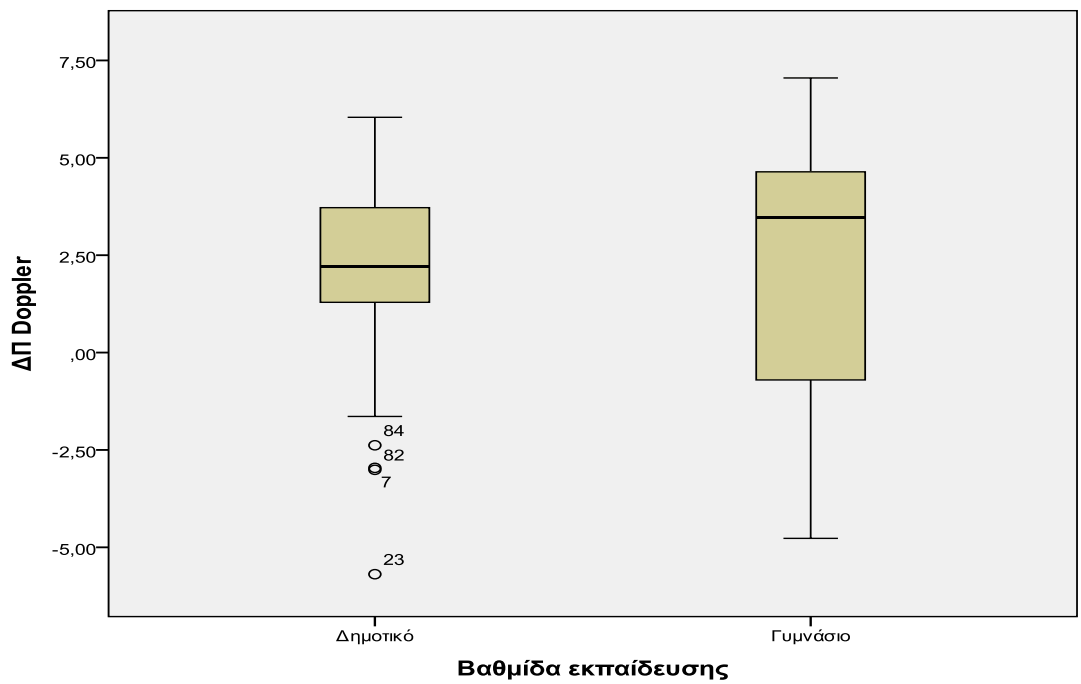
Γράφημα 4.19

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{Doppler}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία



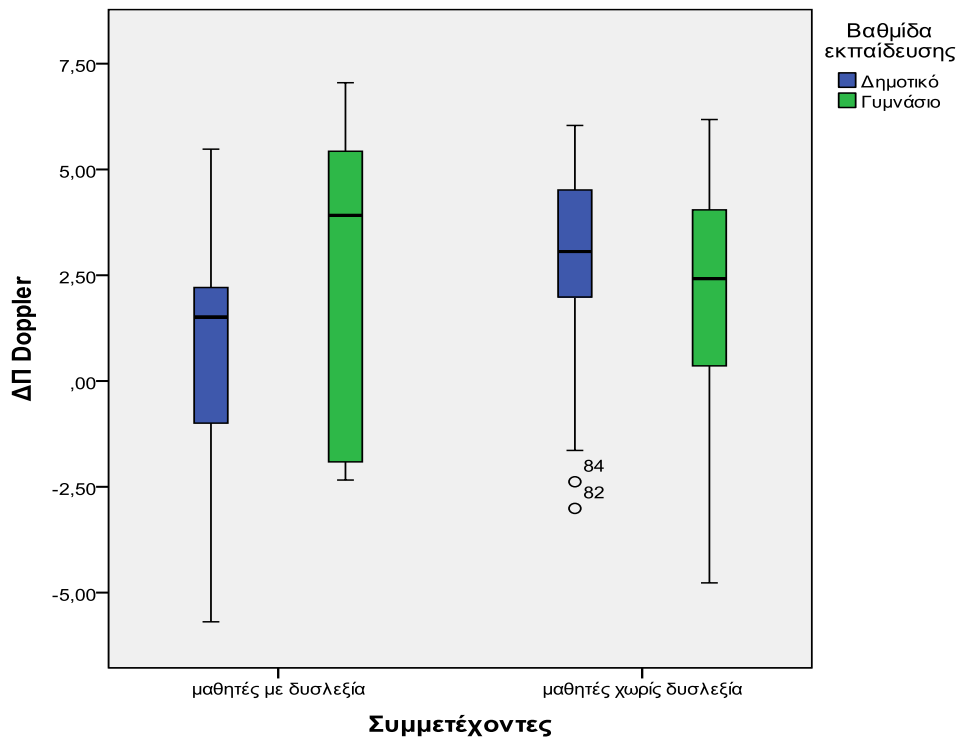
Γράφημα 4.20

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στα αγόρια και στα κορίτσια



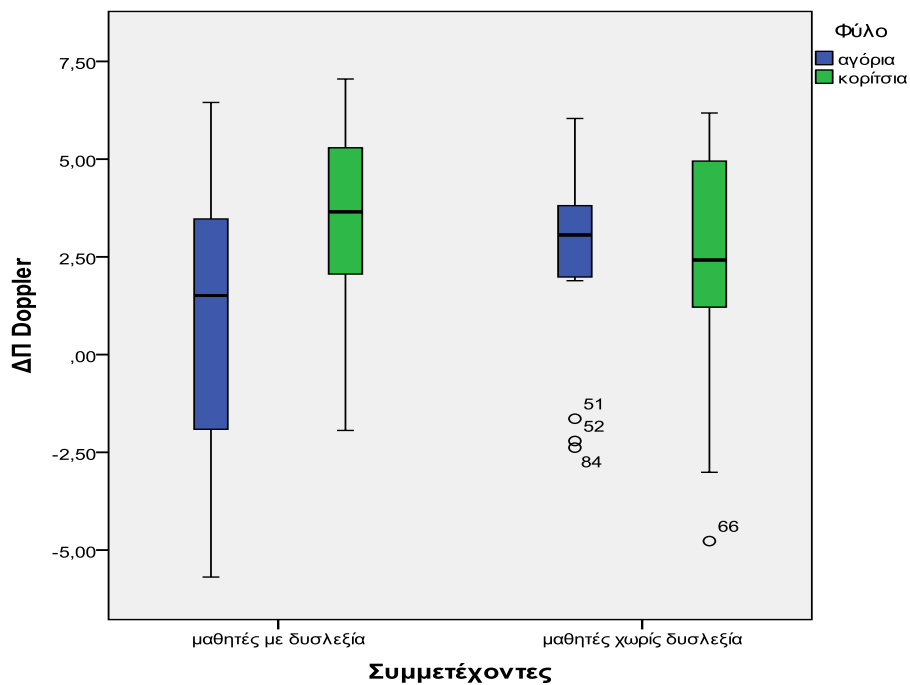
Γράφημα 4.21

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές του δημοτικού και στους μαθητές του γυμνασίου



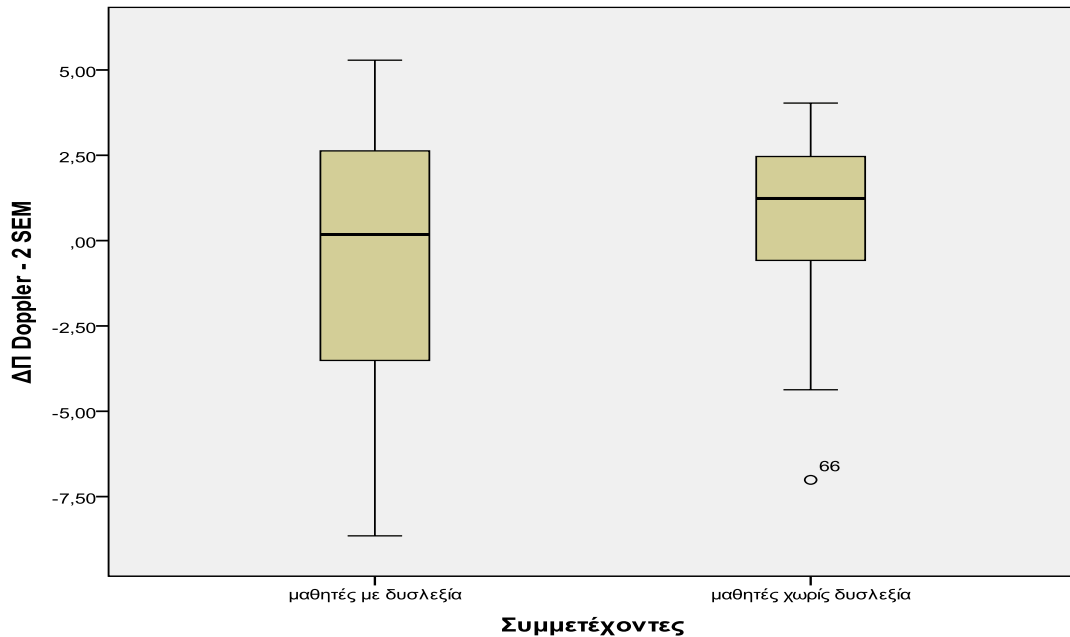
Γράφημα 4.22

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσής τους



Γράφημα 4.23

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία ανάλογα με το φύλο



Γράφημα 4.24

Θηκογράμματα (boxplots) του Δείκτη Λειτουργικής Πλευρίωσης αφαιρώντας δύο τυπικά σφάλματα ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}-2}$) στους μαθητές με δυσλεξία και στους μαθητές χωρίς δυσλεξία

B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στη δυσλεξία και στη συχνότητα λειτουργικής εγκεφαλικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και λειτουργικής πλευρίωσης σύμφωνα με τον $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 για όλες τις δυνατές ταξινομήσεις που προκύπτουν, όπως περιγράφηκαν στο κεφ 3.11. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του κριτηρίου χ^2 , δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στην λειτουργική πλευρίωση ανάλογα με την ύπαρξη δυσλεξίας σε καμία ταξινόμηση (όλα τα $p > 0,159$).

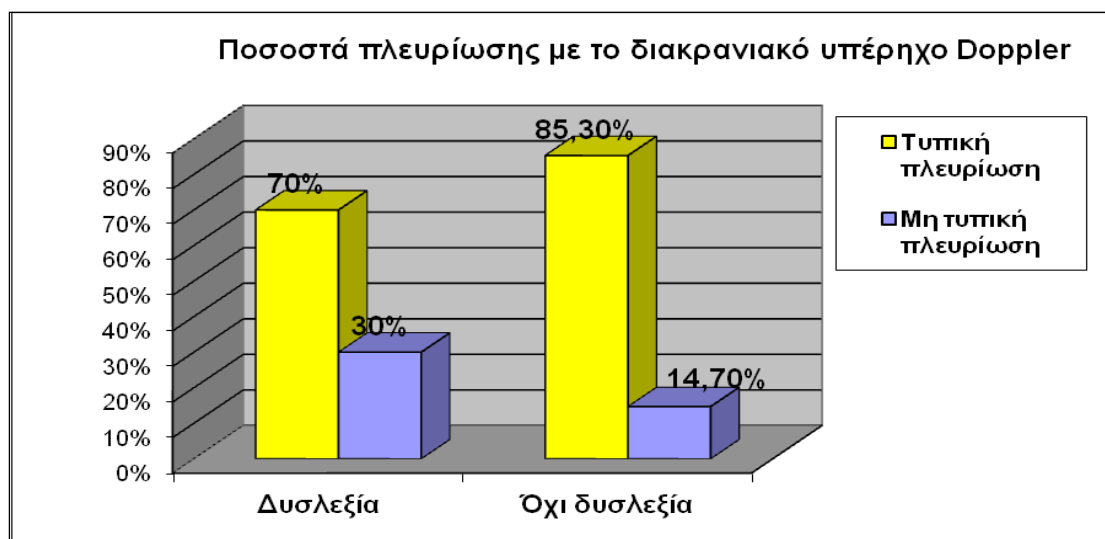
Στον Πίνακα 4.24 παρουσιάζεται η πλευρίωση των μαθητών βάσει του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ ανάλογα με το αν εμφανίζουν δυσλεξία ή όχι, λαμβάνοντας υπόψη το 95% διάστημα εμπιστοσύνης ($\Delta.E$) να διαφέρει από το μηδέν. Όσοι μαθητές εμφάνιζαν $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ που δε συμπεριλάμβανε την τιμή μηδέν, εντάχθηκαν στην κατηγορία της τυπικής πλευρίωσης, είτε θετικής, είτε αρνητικής, ενώ όσοι μαθητές εμφάνιζαν $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ που συμπεριλάμβανε την τιμή μηδέν, εντάχθηκαν στην κατηγορία της μη τυπικής πλευρίωσης, δηλαδή εμφανίζουν συμμετρία.

Πίνακας 4.24

Διαφορές στις συχνότητες των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με το 95% Δ.Ε του ΔΠ_{Doppler}

	Δυσλεξία (n=20)	Όχι δυσλεξία (n=34)	Σύνολο (N=54)
Πλευρίωση βάσει του 95% Δ.Ε ΔΠ _{Doppler}	<i>f</i> (%)	<i>f</i> (%)	<i>f</i> (%)
Τυπική/θετική ή αρνητική	14 (70,0)	29 (85,3)	43 (79,6)
Μη τυπική/συμμετρία	6 (30,0)	5 (14,7)	11 (20,4)

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό μη τυπική πλευρίωση συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία. Παρότι από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία [χ^2 (df=2, N=54) = 0,18, p = 0,159], όπως φαίνεται στο Γράφημα 4.25 οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν σε σχεδόν διπλάσιο ποσοστό συμμετρία στην επεξεργασία της γλώσσας.



Γράφημα 4.25

Ποσοστά εμφάνισης τυπικής πλευρίωσης (θετικής ή αρνητικής) και μη τυπικής πλευρίωσης (συμμετρίας) μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία

4.3.4. Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης υπό-ομάδων δυσλεξίας και πλευρίωσης

Α. 1. Περιγραφικά στοιχεία των δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης

Στον Πίνακα 4.25 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία των τριών δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{EE}$, $\Delta\Pi_{\Pi\Pi X}$, $\Delta\Pi_{\Delta M\Pi}$) για το σύνολο των μαθητών με δυσλεξία σύμφωνα με τις υπο-ομάδες που είχαν ταξινομηθεί ανάλογα με τις δυσκολίες τους (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.5 και 3.3.6).

Πίνακας 4.25

Μέσοι όροι (M) και τυπικές αποκλίσεις (SD), των δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης για το σύνολο μαθητών με δυσλεξία, για τις υπο-ομάδες με δυσκολίες και τις υπο-ομάδες χωρίς δυσκολίες

	$\Delta\Pi_{EE}$		$\Delta\Pi_{\Pi\Pi X}$		$\Delta\Pi_{\Delta M\Pi}$	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Σύνολο (<i>N</i> =47)	83	21	61,55	29,79	4,46	5,70
<i>Δυσκολία</i>						
Φωνολογική (<i>n</i> =25)	80	22	61,71	29,59	4,74	7,10
ΤΟΕ-αριθμών(ε) (<i>n</i> =20)	88	15	59,96	31,13	5,73	5,54
ΤΟΕ-αριθμών(δ) (<i>n</i> =21)	87	19	62,55	29,58	5,31	6,19
ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) (<i>n</i> =20)	85	20	66,19	30,44	5,68	5,93
ΤΟΕ-γραμμάτων(δ) (<i>n</i> =23)	85	17	59,32	30,51	5,69	5,91
ΤΟΕ (4 δοκιμασίες) (<i>n</i> =10)	82	19	65,24	34,10	4,93	7,11
<i>Χωρίς δυσκολία</i>						
Φωνολογική (<i>n</i> =22)	85	20	61,36	28,03	4,13	3,65
ΤΟΕ-αριθμών(ε) (<i>n</i> =24)	77	24	62,95	23,29	3,34	5,72
ΤΟΕ-αριθμών(δ) (<i>n</i> =25)	79	21	60,67	25,05	3,71	5,24
ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) (<i>n</i> =27)	81	21	58,11	24,11	3,55	5,46
ΤΟΕ-γραμμάτων(δ) (<i>n</i> =23)	80	24	63,69	23,56	3,28	5,35
ΤΟΕ (4 δοκιμασίες) (<i>n</i> =36)	83	21	60,55	25,18	4,33	5,37

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4.25, δεν παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις στους δείκτες πλευρίωσης μεταξύ των υπο-ομάδων, μαθητές με δυσκολίες και

μαθητές χωρίς δυσκολίες. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές συνολικά συγκέντρωσαν υψηλή βαθμολογία, ενώ παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών.

A. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη συμπεριφορική πλευρίωση

Αρχικά κάθε υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολία συγκρίθηκε με την υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία χωρίς την αντίστοιχη δυσκολία αλλά και με την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία. Πραγματοποιήθηκε μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (one way ANOVA), με ανεξάρτητες μεταβλητές τις υπο-ομάδες μαθητών (δυσλεξία με δυσκολία-δυσλεξία χωρίς δυσκολία-μαθητές χωρίς δυσλεξία) και εξαρτημένη μεταβλητή καθέναν από τους δείκτες συμπεριφορικής πλευρίωσης (ΔE_{EE} , $\Delta \Pi_{III\chi}$, $\Delta \Pi_{\Delta MI}$). Η μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης στο $\Delta \Pi_{EE}$, πραγματοποιήθηκε στις τάξεις μεγέθους (ranks) της μεταβλητής.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μονόδρομης ανάλυση διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η επίδραση της υπο-ομάδας μαθητών δεν είναι στατιστικά σημαντική για κανέναν από τους δείκτες συμπεριφορικής πλευρίωσης (όλα τα $p > 0,112$). Οριακά δεν βρέθηκε στατιστική διαφορά μεταξύ της υπο-ομάδας ΤΟΕ-αριθμών(δ) και του $\Delta \Pi_{EE}$: $F(df=1, N=94) = 2,43, p = 0,094$.

Η ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε και για τους ορμονικούς δείκτες (2D:4D), χωρίς ωστόσο να βρεθεί στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υπο-ομάδων (όλα τα $p > 0,052$). Επίσης, ο μικρός αριθμός των μαθητών με δυσλεξία που ολοκλήρωσαν τη δοκιμασία ΛΑΟΗ, δεν επέτρεψε την περαιτέρω διερεύνηση διαφορών μεταξύ των υπο-ομάδων αναφορικά με το νευροψυχολογικό δείκτη της έμμεσης εγκεφαλικής πλευρίωσης.

A. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη συχνότητα προτίμησης/δεξιότητας χεριού

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία και της προτίμησης/δεξιότητας χεριού σύμφωνα με τις ταξινομήσεις που περιγράφηκαν στο υποκεφάλαιο 4.3.1, πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Αρχικά, ελέγχθηκε αν οι υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία (βλ. Πίνακας 3.3) διαφέρουν μεταξύ τους αλλά και με την ομάδα μαθητών χωρίς

δυσλεξία. Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με τη χρήση του κριτηρίου χ^2 , στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις βρέθηκαν μόνο μεταξύ των υπο-ομάδων, μαθητές με φωνολογική δυσκολία (δυσλεξία), χωρίς φωνολογική δυσκολία (δυσλεξία) και μαθητές χωρίς δυσλεξία στην προτίμηση χεριού σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες (Α)-δεξιόχειρες (Δ)–αμφιδέξιοι (Μ) βάσει του $\Delta\Pi_{EE}$ [$\chi^2(df=2, N=95) = 11,56, p = 0,021$].

Πίνακας 4.26

Διαφορές στις συχνότητες των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση χεριού στην ταξινόμηση Α-Δ-Μ

Προτίμηση Χεριού σύμφωνα με το $\Delta\Pi_{EE}$	Φωνολογική	Χωρίς	Μαθητές χωρίς	Σύνολο (N=95)
	(n=25)	φωνολογική	δυσλεξία	
	<i>f</i> (%)	<i>f</i> (%)	<i>f</i> (%)	
Αριστερόχειρας	9 (36,0)	8 (36,4)	10 (20,8)	27 (38,4)
Αμφιδέξιος	10 (40,0)	6 (27,3)	32 (66,7)	48 (50,5)
Δεξιόχειρας	6 (24,0)	8 (36,4)	6 (12,5)	20 (21,1)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.26, οι μαθητές χωρίς φωνολογική δυσκολία εμφανίζουν συχνότερα δεξιοχειρία συγκριτικά με τους μαθητές με φωνολογική δυσκολία αλλά και από τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία και επιπρόσθετα εμφανίζουν το χαμηλότερο ποσοστό αμφιδεξιότητας (27,3%). Η αριστερή προτίμηση χεριού δε φαίνεται να διαφοροποιείται μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, όμως το ποσοστό κάθε υπο-ομάδας (36,0% και 36,4%) διαφοροποιείται από τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία, όπου περίπου μόλις ένας στους πέντε (20,8%) εμφανίζει αριστερή προτίμηση χεριού.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 μόνο μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού σύμφωνα με τις ταξινομήσεις που περιγράφηκαν στο υποκεφάλαιο 4.3.1. Από τα αποτελέσματα του κριτηρίου χ^2 , στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις βρέθηκαν μόνο μεταξύ της υπο-ομάδας μαθητών με δυσκολία ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) και της υπο-ομάδας μαθητών χωρίς δυσκολία ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) για την ταξινόμηση δεξιόχειρες (Δ) – μη δεξιόχειρες (ΜΔ) βάσει του $\Delta\Pi_{\Sigma}$ [$\chi^2(df=2,$

$N=47$) = 5,23, $p = 0,045$]. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.27, οι μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν δυσκολίες TOE-γραμμάτων(ε), εμφανίζουν 45% πιθανότητες να είναι δεξιόχειρες σε αντίθεση με τους μαθητές με δυσλεξία που δεν εμφανίζουν τέτοιου τύπου δυσκολίες

Πίνακας 4.27

Διαφορές στις συχνότητες των υπο-ομάδων μαθητών δυσλεξία, με δυσκολία TOE γραμμάτων(ε) και των μαθητών χωρίς δυσκολία TOE γραμμάτων(ε) αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού στην ταξινόμηση Δ-ΜΔ

Προτίμηση/δεξιότητα χεριού βάσει του ΔΠ _Σ	Με δυσκολία	Χωρίς δυσκολία	Σύνολο
	TOE-	TOE-	
	γραμμάτων(ε)	γραμμάτων(ε)	
	($n=20$)	($n=27$)	($N=47$)
	$f(\%)$	$f(\%)$	$f(\%)$
Δεξιόχειρες	9 (45,0)	4(14,8)	13 (27,7)
Μη δεξιόχειρες	11(55,0)	23(85,2)	34 (72,3)

B. 1. Περιγραφικά στοιχεία του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης ΔΠ_{Doppler}

Στον Πίνακα 4.28 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στοιχεία του ΔΠ_{Doppler} για το σύνολο των μαθητών με δυσλεξία και τις υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία ανάλογα με τη δυσκολία τους.

Σύμφωνα με πίνακα 4.28, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στο ΔΠ_{Doppler} ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι δυσκολίας. Πιο αναλυτικά, οι μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν δυσκολίες φαίνεται να διαφοροποιούνται στο βαθμό της λειτουργικής πλευρίωσης συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσκολίες αφού εμφανίζουν μεγαλύτερους ΔΠ_{Doppler}, εκτός από την περίπτωση της δυσκολίας ταχείας ονομασίας γραμμάτων, τόσο στην εύκολη όσο και στη δύσκολη εκδοχή της. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσκολία στην TOE-γραμμάτων(δ) φαίνεται να εμφανίζουν το χαμηλότερο ΔΠ_{Doppler}, ο οποίος κυμαίνεται κοντά στο μηδέν και αποτελεί ένδειξη συμμετρίας ως προς τη γλωσσική λειτουργία. Επίσης, παρατηρείται μεγάλο εύρος τιμών, κυρίως όσον αφορά τους μαθητές με δυσκολία.

Πίνακας 4.28

Μέσοι όροι (*M*), τυπικές αποκλίσεις (*SD*), διάμεσοι (*Median*), μέγιστες τιμές (*Max*), ελάχιστες τιμές (*Min*) και το εύρος (*Range*) του $\Delta\Pi_{Doppler}$ για το σύνολο μαθητών με δυσλεξία, για τις υπο-ομάδες με δυσκολίες και τις υπο-ομάδες χωρίς δυσκολίες

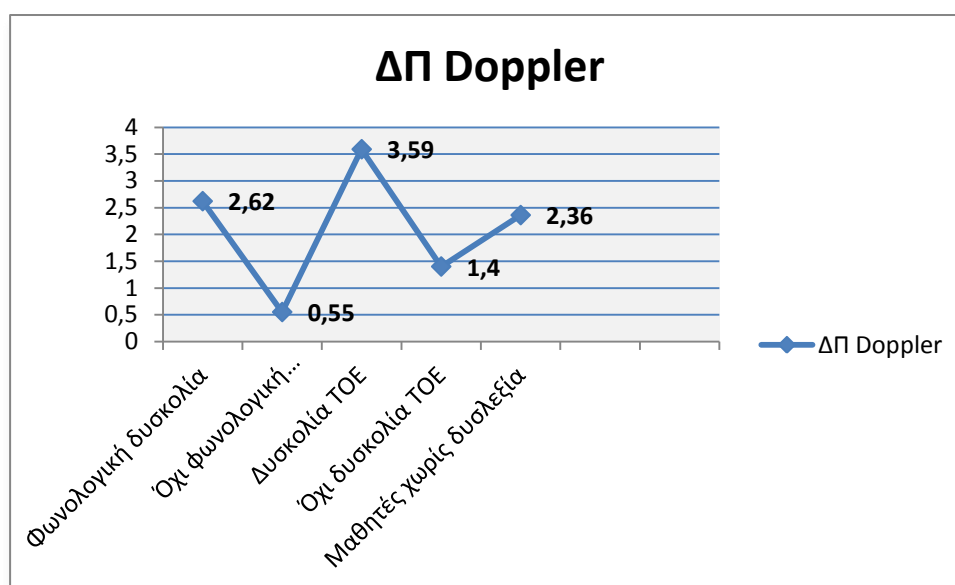
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Range</i>
Σύνολο (<i>N</i> =20)	1,79	3,49	2,14	7,05	-5,69	12,74
Δυσκολία						
Φωνολογική (<i>n</i> =12)	2,62	3,87	3,21	7,05	-5,69	12,74
ΤΟΕ-αριθμών(ε) (<i>n</i> =6)	2,35	2,97	2,13	6,45	2,34	8,79
ΤΟΕ-αριθμών(δ) (<i>n</i> =10)	2,19	4,00	3,29	6,45	-5,69	12,14
ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) (<i>n</i> =9)	1,32	3,98	2,06	6,45	-5,69	12,14
ΤΟΕ-γραμμάτων(δ) (<i>n</i> =10)	0,99	3,93	1,70	6,45	-5,69	12,14
ΤΟΕ (4 δοκιμασίες) (<i>n</i> =4)	3,59	2,29	3,29	6,45	1,34	5,11
Χωρίς δυσκολία						
Φωνολογική (<i>n</i> =8)	0,55	2,78	1,32	5,29	-2,96	8,25
ΤΟΕ-αριθμών(ε) (<i>n</i> =14)	1,56	3,77	2,17	7,05	-5,69	12,74
ΤΟΕ-αριθμών(δ) (<i>n</i> =10)	1,39	3,07	1,87	7,05	-2,96	10,01
ΤΟΕ-γραμμάτων(ε) (<i>n</i> =11)	2,18	3,18	2,65	7,05	-2,9-	10,01
ΤΟΕ-γραμμάτων(δ) (<i>n</i> =10)	2,60	2,97	2,80	7,05	1,94	8,99
ΤΟΕ (4 δοκιμασίες) (<i>n</i> =16)	1,34	3,65	1,87	7,05	-5,69	12,74

B. 1. 2. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και τη λειτουργική πλευρίωση

Αρχικά κάθε υπο-ομάδα μαθητών με δυσκολία συγκρίθηκε με την υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία χωρίς την αντίστοιχη δυσκολία αλλά και με την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία. Πραγματοποιήθηκε μονόδρομη ανάλυση διακύμανσης (one way ANOVA), με ανεξάρτητες μεταβλητές τις υπο-ομάδες μαθητών (δυσλεξία με δυσκολία-δυσλεξία χωρίς δυσκολία-μαθητές χωρίς δυσλεξία) και εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του γενικού δείκτη λειτουργική πλευρίωσης, $\Delta\Pi_{Doppler}$. Η

ίδια ανάλυση πραγματοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή τη βαθμολογία του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης αφαιρώντας δύο τυπικά σφάλματα, $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μονόδρομης ανάλυση διακύμανσης, διαπιστώνεται ότι η επίδραση της υπο-ομάδας μαθητών δεν είναι στατιστικά σημαντική για κανέναν από τους δείκτες λειτουργικής πλευρίωσης (για τον $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ όλα τα $p > 0,227$ και για τον $\Delta\Pi_{\text{Doppler-2}}$ όλα τα $p > 0,278$). Στο Γράφημα 4.26 παρουσιάζονται οι δείκτες πλευρίωσης $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$, για τις δύο κύριες υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία (φωνολογική και ΤΟΕ και στις 4 δοκιμασίες) συγκριτικά με τις υπο-ομάδες που δεν εμφανίζουν αντίστοιχες δυσκολίες αλλά και με την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία.



Γράφημα 4.26

Δείκτες λειτουργικής πλευρίωσης μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία

B. 1. 3. Σχέση ανάμεσα στις υπο-ομάδες δυσλεξίας και στη συχνότητα λειτουργικής πλευρίωσης σύμφωνα με την ταξινόμηση τυπική - μη τυπική

Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των υπο-ομάδων δυσλεξίας και λειτουργικής πλευρίωσης σύμφωνα με τον $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ για όλες τις δυνατές ταξινομήσεις που προκύπτουν, όπως περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 3 (υποκ. 3.3.5 και 3.3.6 και 3.3.12) δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 , λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων σε κάθε υπο-ομάδα μαθητών με

δυσλεξία (πάνω από το 25% των αναμενόμενων συχνοτήτων ήταν μικρότερες του πέντε). Επομένως, η δεύτερη εναλλακτική υπόθεση της παρούσας έρευνας, αναφορικά με τη συχνότητα πλευρίωσης, ελέγχθηκε μόνο κατά το ένα μέρος, δηλαδή ως προς τη συμπεριφορική πλευρίωση.

B. 2. Σχέση ανάμεσα στις αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες και τις αμιγώς δυσκολίες TOE και τη λειτουργική πλευρίωση

Βάσει των αυστηρών κριτηρίων που τέθηκαν προκειμένου να εντοπιστούν οι μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν μεμονωμένες δυσκολίες, είτε φωνολογικές είτε ταχείας ονομασίας, ο αριθμός των συμμετεχόντων που συγκρότησαν τις εν λόγω υποομάδες ήταν αρκετά περιορισμένος ($n = 5$). Συγκεκριμένα, προκειμένου να συμπεριληφθεί ένας μαθητής στην ομάδα με αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες, κριτήριο αποτελούσε να βρίσκεται στο 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης στη δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος και να μην εμφανίζει ταυτόχρονα και δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, σε καμία από τις 4 εκδοχές της δοκιμασίας TOE. Από το συνολικό δείγμα των 20 μαθητών με δυσλεξία που αξιολογήθηκαν με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, μόνο έξι μαθητές βρίσκονταν στο 25^ο εκατοστημόριο επίδοσης στη δοκιμασία απαλοιφής φωνήματος (λάθη ≥ 12) και από αυτούς μόνο δύο μαθητές δεν εμφάνιζαν ταυτόχρονα δυσκολία στις δοκιμασίες TOE. Αντίστοιχα, κριτήριο για την ομάδα μαθητών με αμιγώς δυσκολίες ταχείας ονομασίας, αποτελούσε να έχουν επίδοση χαμηλότερη του μέσου όρου και στις τέσσερις δοκιμασίες TOE ($n = 4$) και ταυτόχρονα η επίδοσή τους στη δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος να είναι μεγαλύτερη του μέσου όρου επίδοσης των μαθητών. Έτσι, οι μαθητές που εμφάνιζαν αποκλειστικά δυσκολίες ταχείας ονομασίας ήταν 3.

Με δεδομένο το μικρό αριθμό συμμετεχόντων, στο υποκεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στα περιγραφικά στοιχεία των μαθητών αυτών αναφορικά με τη λειτουργική πλευρίωση και την προτίμηση χεριού. Στον Πίνακα 4.29 αναφέρονται τα ατομικά στοιχεία των μαθητών αυτών και τα στοιχεία της πλευρίωσής τους.

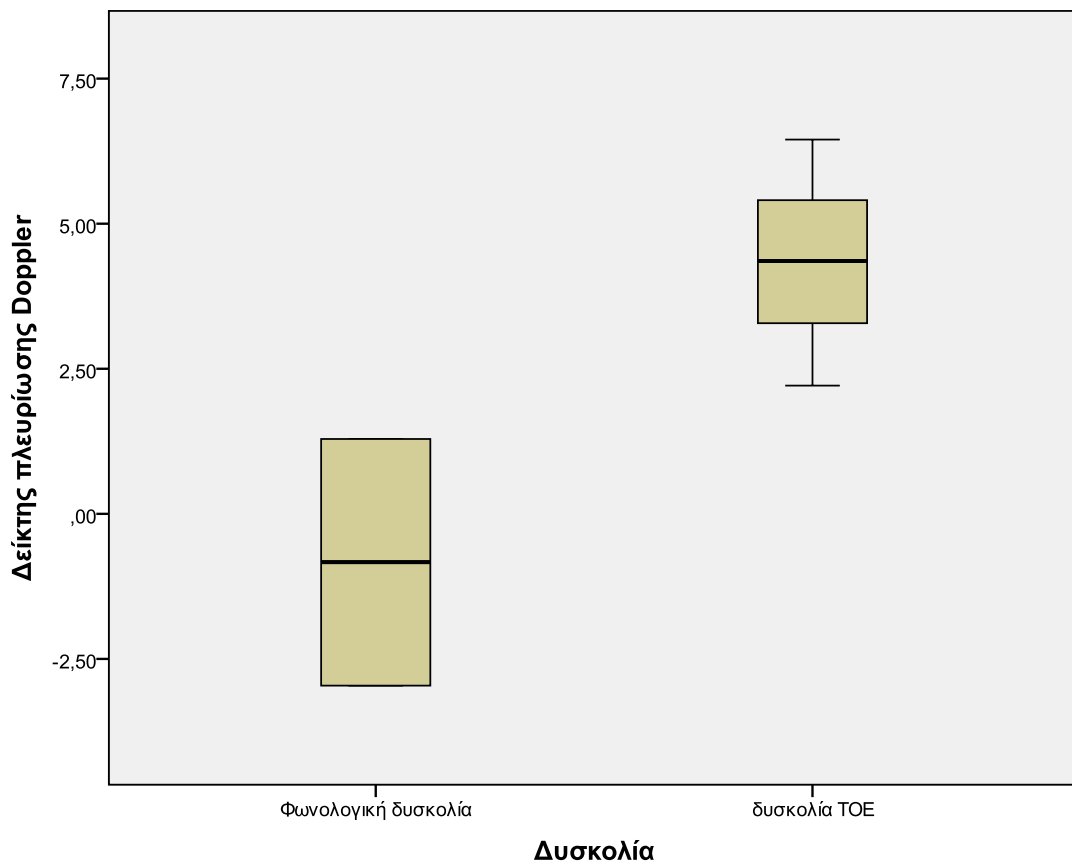
Πίνακας 4.29

Περιγραφικά στοιχεία μαθητών με αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες και δυσκολίες ταχείας ονομασίας.

	Ηλικία σε μήνες	Βαθμίδα εκπαίδευσης	Φύλο	$\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$	Πλευρίωση βάσει του 95% $\Delta.E$ $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$	Προτίμηση χεριού ($\Delta-\mu\Delta$)
Φωνολογική δυσκολία (n=2)						
Σ1.	133,3	δημοτικό	αγόρι	-2,96	Μη τυπική	Δεξιόχειρας
Σ2.	136,8	δημοτικό	αγόρι	1,29	Συμμετρία	Μη δεξιόχειρας
Δυσκολία ταχείας ονομασίας (n=3)						
Σ1.	133,2	γυμνάσιο	κορίτσι	4,36	Τυπική	Δεξιόχειρας
Σ2.	154,8	γυμνάσιο	αγόρι	6,45	Τυπική	Δεξιόχειρας
Σ3.	123,6	δημοτικό	αγόρι	2,21	Τυπική	Δεξιόχειρας

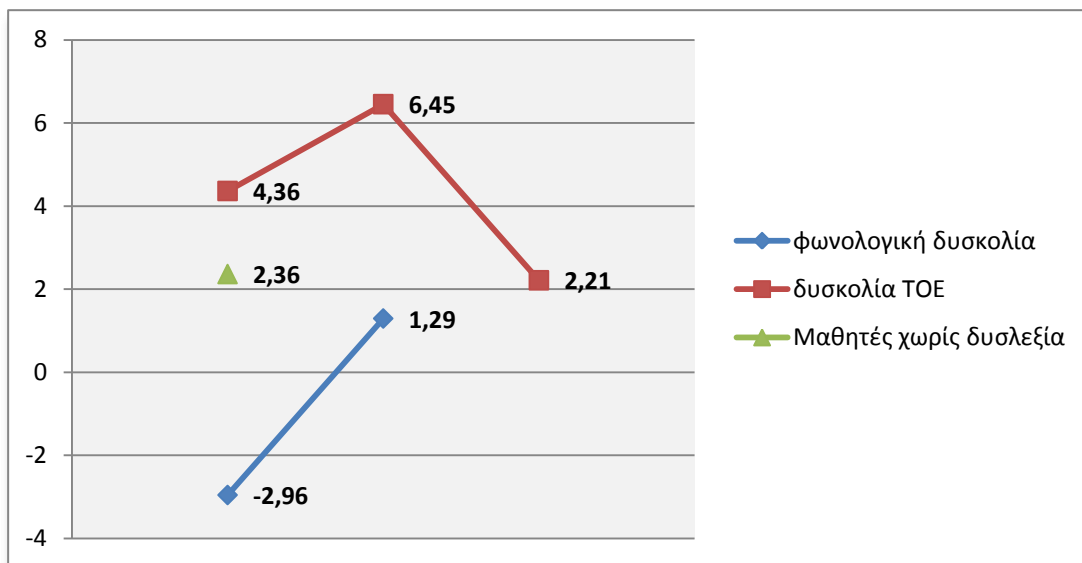
Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, οι μαθητές με δυσλεξία που έχουν αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες εμφανίζουν μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, σύμφωνα με την αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Ο μαθητής με φωνολογική δυσκολία (Σ2) παρότι εμφανίζει θετικό δείκτη πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}} = 1,29$), υπολογίζοντας το 95% διάστημα εμπιστοσύνης του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ βρέθηκε ότι συμπεριλάμβανε την τιμή μηδέν, οπότε ήταν ενδεικτικός της μη τυπικής πλευρίωσης και συγκεκριμένα εμφανίζει συμμετρία ως προς τη γλωσσική λειτουργία.

Συνολικά οι μαθητές με φωνολογική δυσκολία εμφάνισαν αρνητικό δείκτη πλευρίωσης ($M.O = -0,84$, $T.A. = 3,00$), ενώ οι μαθητές με δυσκολίες ταχείας ονομασίας εμφάνισαν θετικό δείκτη πλευρίωσης ($M.O. = 4,34$, $T.A. = 2,12$) (βλ. Γράφημα 4.27). Μάλιστα, οι μαθητές με δυσκολίες ταχείας ονομασίας φαίνεται να διαφοροποιούνται στο βαθμό της λειτουργικής πλευρίωσης και από τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία ($M.O. = 2,36$, $T.A. = 2,84$) αφού ο δείκτης πλευρίωσής του είναι σχεδόν διπλάσιος (βλ. Γράφημα 4.28).



Γράφημα 4.27

Θηκόγραμμα (boxplots) του δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{Doppler}$) στις υποομάδες μαθητών με αμιγώς φωνολογικές και ταχείας ονομασίας δυσκολίες



Γράφημα 4.28

Κάθε κουκίδα αντιπροσωπεύει το δείκτη πλευρίωσης κάθε μαθητή ανάλογα με τη δυσκολία του

Κεφάλαιο 5^ο

Συζήτηση

Η εξελικτική δυσλεξία αποτελεί την πιο συχνά εμφανιζόμενη μαθησιακή δυσκολία. Υπολογίζεται ότι περίπου το 80% των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, παρουσιάζει διαταραχές στην ανάγνωση και τη γραφή (Lerner, 1989). Πέρα από τα μαθησιακά προβλήματα των μαθητών με δυσλεξία στην ανάγνωση και τη γραφή που επηρεάζουν τη σχολική τους καθημερινότητα, η επίδραση της δυσκολίας τους στην καθημερινή ζωή και στον ψυχοσυναισθηματικό τους κόσμο είναι ιδιαίτερα ζημιογόνα, οδηγώντας τους συχνά στο να βιώνουν συμπτώματα κατάθλιψης, άγχους (Willcutt & Pennington, 2000), χαμηλή αυτοεκτίμηση (Shawwitz, 2003. Zeleke, 2004) και περισσότερες πιθανότητες να εγκαταλείψουν το σχολείο (McBride & Siegel, 1997. Daniel et al., 2006). Ο προσδιορισμός της φύσης της δυσλεξίας, που μόνο την τελευταία δεκαετία έχουν δημοσιευτεί πάνω από 10.000 μελέτες για το σκοπό αυτό (βλ. σελ. 35, υποσημ. 6.) αποτελεί ένα απαραίτητο βήμα πριν από την ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων για την αντιμετώπισή της.

Παρά το μεγάλο αριθμό των ερευνητικών προσπαθειών, τα ευρήματα σχετικά με τη φύση της δυσλεξίας είναι ποικίλα και συχνά αντικρουόμενα, χωρίς όμως να αμφισβητείται το νευροβιολογικό της υπόβαθρο. Εστιάζοντας στα διαφορετικά γνωστικά ελλείμματα των ατόμων με δυσλεξία, οι ερευνητές προβαίνουν σε αναφορές σχετικά με το εγκεφαλικό υπόβαθρο που ενδεχομένως δυσλειτουργεί, κάνοντας λόγο για δυσλειτουργία του μεγαλοκυτταρικού του οπτικού συστήματος, της παρεγκεφαλίδας ή των περιοχών του εγκεφάλου γύρω από την πλάγια σχισμή του Σύλβιους (βλ. Ramus et al., 2003a). Κοινό τόπο των μελετών που έχουν χρησιμοποιήσει σύγχρονες νευροαπεικονιστικές μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου αποτελεί η διαπίστωση ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν διαφοροποιήσεις στην εγκεφαλική τους οργάνωση και ιδιαίτερα στο αριστερό ημισφαίριο, που θεωρείται υπεύθυνο για τη γλωσσική λειτουργία (βλ. Pugh, 2000.

Temple, 2002. Shaywitz, 2003. Shaywitz et al., 2008). Σε αυτήν την διαπίστωση είχε καταλήξει και ο Orton (1925) από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, υποστηρίζοντας ότι τα παιδιά με δυσλεξία δεν έχουν αναπτύξει την τυπική εγκεφαλική πλευρίωση ως προς τις γλωσσικές λειτουργίες, αλλά αντίθετα παρουσιάζουν εγκεφαλική συμμετρία ή ημισφαιρική επικράτηση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει το νευροβιολογικό υπόβαθρο της δυσλεξίας και συγκεκριμένα εάν οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν μη τυπική πλευρίωση ή συμμετρία για τη γλώσσα, καθώς και τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της λειτουργικής ασυμμετρίας, μέσω μίας νέας, πρωτοποριακής και μη επεμβατικής μεθόδου λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, που θεωρείται ιδιαίτερα φιλική προς τα παιδιά. Πριν από το ερευνητικό μέρος της παρούσας έρευνας, για τη σφαιρική ανασκόπηση της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και πλευρίωσης διενεργήθηκε μία μετα-ανάλυση των ερευνών που εξέταζαν τη σχέση αυτή μέσω της προτίμησης χεριού, που αποτελεί ένα έμμεσο συμπεριφορικό δείκτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης (Knecht et al., 2000a).

Από την μετα-ανάλυση προέκυψε το συμπέρασμα ότι για τη συνθετική αποτίμηση του ρόλου των δύο ημισφαιρίων στη δυσλεξία μέσω της προτίμησης χεριού, αποτελεί αναγκαιότητα η διεξαγωγή μελετών που θα χρησιμοποιούν συνδυασμό δοκιμασιών προτίμησης και δεξιότητας, που θα αξιολογούν και τις δύο διαστάσεις της συμπεριφορικής πλευρίωσης, την κατεύθυνση και τον βαθμό (Annett, 2011), όχι μόνο με ποιοτικούς χαρακτηρισμούς (π.χ. ισχυρά δεξιόχειρας), αλλά προβαίνοντας και σε ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων τους, που θα τα καθιστά συγκρίσιμα. Επίσης, αποτελεί προϋπόθεση η εφαρμογή μιας κοινής γραμμής για την αξιολόγηση και τη διάγνωση της δυσλεξίας, που θα βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια και δοκιμασίες, για τη σφαιρική αξιολόγηση της σχέσης της με τη λειτουργική ασυμμετρία. Η παρούσα έρευνα βασιζόμενη στη μετά-ανάλυση και στους περιορισμούς των προηγούμενων μελετών που αναδείχτηκαν από αυτήν, προσπάθησε να τους υπερκεράσει με την εφαρμογή συνδυασμού μεθόδων, τόσο για την αξιολόγηση της πλευρίωσης, όσο και της δυσλεξίας.

Συγκεκριμένα, η παρούσα έρευνα προέβη α) στην αξιολόγηση της δυσλεξίας με συγκεκριμένα διαγνωστικά κριτήρια και δοκιμασίες, β) στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης, με συνδυασμό δοκιμασιών προτίμησης και δεξιότητας χεριού, οι οποίες αξιολογούν και τις δύο διαστάσεις της

συμπεριφορικής πλευρίωσης, την κατεύθυνση και το βαθμό· με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων που τα καθιστά συγκρίσιμα, γ) στην αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης μέσω τριών δεικτών, μιας έμμεσης ορμονικής μέτρησης, μιας νευροψυχολογικής μέτρησης και μιας άμεσης εγκεφαλικής μέτρησης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Συνοπτικά, οι διαγνωστικές δοκιμασίες που χορηγήθηκαν για την αξιολόγηση της δυσλεξίας ήταν οι εξής: α) *Νοημοσύνη*, i) μη λεκτική, μέσω της Κλίμακας τυποποιημένων προοδευτικών μητρών του Raven (CPM ή SPM. Raven, 1976. Raven, Raven, & Court, 1998. 2003), ii) λεκτική, μέσω των κλιμάκων Λεξιλόγιο και Ομοιότητες του WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition, 1991), β) *Αναγνωστική ικανότητα*, μέσω των δοκιμασιών i) Ανάγνωση Ψευδολέξεων, ii) Ανάγνωση Πραγματικών Λέξεων, iii) Διάκριση Πραγματικών Λέξεων-Ψευδολέξεων και iv) Αναγνωστική ευχέρεια του Τεστ Ανάγνωσης Τεστ-Α (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2007), γ) *Ορθογραφική ικανότητα*, μέσω της Δοκιμασίας για την Αξιολόγηση της Ορθογραφίας (Μουζάκη & συν., 2010) για τους μαθητές του δημοτικού και δύο δοκιμασιών της Κλίμακας Μαθησιακής Αξιολόγησης (ΚΛΙΜΑ, Σκαλούμπακας & συν., 2003) για τους μαθητές του γυμνασίου.

Η αξιολόγηση της πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μέσω α) τριών δοκιμασιών για την αξιολόγηση της *συμπεριφορικής πλευρίωσης* (προτίμηση και δεξιότητα χεριού), i) Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EE, Oldfield, 1971), ii) δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ, Bishop et al., 1996), και iii) Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ, Annett, 1985), β) μιας έμμεσης *ορμονικής μέτρησης* μέσω της μέτρησης του μήκους των δαχτύλων, του δείκτη (2D) και του παράμεσου (4D) (λόγος 2D:4D για το αριστερό χέρι, λόγος 2D:4D για το δεξί χέρι και η διαφορά Dδ-α των δύο προηγούμενων δεικτών, Manning et al., 1998), γ) μιας *νευροψυχολογικής δοκιμασίας* Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (έμμεσος εγκεφαλικός δείκτης) (ΛΑΟΗ, Stephan et al., 2007) και τέλος δ) της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (ΠΚΣ, Bishop et al., 2009) του *διακρανιακού υπερήχου Doppler* (άμεσος εγκεφαλικός δείκτης).

Επιπρόσθετος σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να επεκτείνει το πεδίο μελέτης της σχέσης αυτής, διακρίνοντας τους μαθητές με δυσλεξία με βάση τις ιδιαίτερες δυσκολίες τους σε δύο υπο-ομάδες: (i) μαθητές με φωνολογική δυσκολία (ii) μαθητές με δυσκολία στην ταχεία ονομασία ερεθισμάτων, και διερευνώντας

πιθανές διαφοροποιήσεις στην πλευρίωση που παρουσιάζουν. Η αξιολόγηση των μαθητών με δυσλεξία για τη διάκριση των υπό-ομάδων πραγματοποιήθηκε μέσω της δοκιμασίας Απαλοιφής Φωνήματος της ΚΛΙΜΑ (Σκαλούμπακας & συν., 2003) και των δοκιμασιών Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων (TOE, Papadopoulos et al., 2009) (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.5. και 3.3.6). Η μελέτη του πώς οι διαφορετικού τύπου δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων (υποτύποι δυσλεξίας) συνδέονται με διαφορετικό πρότυπο εγκεφαλικής οργάνωσης αποτελεί μία από τις πιο σύγχρονες θεωρήσεις στο πεδίο μελέτης της δυσλεξίας, με τα ευρήματα να είναι αντιφατικά και αντικρουόμενα (βλ. Leonard & Eckert, 2008).

Τέλος, επειδή έχει διενεργηθεί μόλις μία μελέτη με τη μέθοδο του διακρανιακού υπερήχου Doppler για τη διερεύνηση της σχέσης της δυσλεξίας με την λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία σε ενήλικες συμμετέχοντες (Illingworth & Bishop, 2009), στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν και τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της πλευρίωσης, μελετώντας δύο ηλικιακές ομάδες, μαθητές δημοτικού ηλικίας 8 έως 12 ετών και μαθητές γυμνασίου 12 έως 15 ετών, καθώς και πιθανές διαφυλικές διαφορές.

Το τελικό δείγμα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν 95 μαθητές, από τους οποίους οι 47 αποτέλεσαν την ομάδα μαθητών με δυσλεξία και οι 48 την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία (ομάδα ελέγχου). Οι μαθητές των δύο ομάδων δε διέφεραν ως προς τη μη λεκτική νοημοσύνη, αφού αποτελούσε κριτήριο για τη συμπερίληψη των συμμετεχόντων στο τελικό δείγμα της έρευνας. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι δύο ομάδες μαθητών δε διέφεραν ούτε αναφορικά με τη λεκτική νοημοσύνη, που αξιολογήθηκε με τις δύο κλίμακες του WISC-III, Λεξιλόγιο και Ομοιότητες, παρότι οι μαθητές με δυσλεξία σημείωσαν χαμηλότερη επίδοση. Παλαιότερες μελέτες αναφέρουν ότι τα παιδιά με δυσλεξία έχουν την τάση να εμφανίζουν σημαντικά χαμηλότερη επίδοση στις λεκτικές δοκιμασίες και στο Λεξιλόγιο συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους που δεν εμφανίζουν αναγνωστικές δυσκολίες (Share & Silva, 1987. Korkman & Pesonen, 1994). Ωστόσο, το εύρημα της παρούσας μελέτης συμφωνεί με τα δεδομένα των πιο πρόσφατων ερευνών που αναφέρουν ότι η επίδοση των ατόμων με δυσλεξία σε δοκιμασίες όπως το Λεξιλόγιο δε διαφέρει από την ομάδα ελέγχου και επίσης η θετική επίδοση στη δοκιμασία αυτή αποτελεί διαφοροποιητικό διαγνωστικό στοιχείο (κριτήριο διαφοροδιάγνωσης) της δυσλεξίας από άλλες γλωσσικής φύσεως διαταραχές, όπως η ειδική γλωσσική διαταραχή, που

πολλές φορές συγγέονται (Joanisse, Manis, Keating, & Seidenberg, 2000. Breier, Simos, Fletcher, Castillo, Zhang, et al., 2003. Bishop & Snowling, 2004).

Ωστόσο, οι μαθητές με δυσλεξία διέφεραν σημαντικά από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου στην επίδοση στη δοκιμασία της Αναγνωστικής Ευχέρειας, με τους πρώτους να σημειώνουν επίδοση που τους τοποθετούσε στο 16^ο εκατοστημόριο επίδοσης (σκορ επίδοσης = 90), ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου σημείωσαν επίδοση που τους τοποθετούσε στο 63^ο εκατοστημόριο (σκορ επίδοσης = 135). Το εύρημα αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς η επίδοση σε αυτή τη δοκιμασία αποτελούσε προϋπόθεση για την ένταξη των μαθητών σε μία από τις δύο ομάδες και χορηγήθηκε προκειμένου να αποκλειστεί το ενδεχόμενο κάποιος από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου να εμφανίζει αναγνωστικά προβλήματα που δεν είχαν εντοπιστεί στο παρελθόν. Η σημαντικά μεγάλη διαφοροποίηση των δυσλεξικών μαθητών με τους συνομηλίκους τους στη δοκιμασία αυτή, επιβεβαίωσε την αρχική μας επιλογή να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη δοκιμασία για τη διάκριση των δύο ομάδων. Η επιλογή αυτή στηρίχτηκε στο γεγονός ότι η επίδοση σε δοκιμασίες αναγνωστικής ευχέρειας θεωρείται ότι αποτελεί ένα δείκτη της γενικής αναγνωστικής ικανότητας, ειδικότερα σε διαφανείς γλώσσες, όπως τα ελληνικά (Πρωτόπαπας & Σκαλούμπακας, 2008).

Όσον αφορά στις συσχετίσεις μεταξύ των διαγνωστικών δοκιμασιών στην παρούσα έρευνα, ο έλεγχος συνάφειας ανέδειξε μέτριες προς ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ της δοκιμασίας Ορθογραφίας (δημοτικό) σχεδόν με όλες τις υπόλοιπες διαγνωστικές δοκιμασίες. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι η ορθογραφική ικανότητα σχετίζεται με τη λεκτική νοημοσύνη, Λεξιλόγιο και Ομοιότητες, ($r = 0,57-0,59$), τις δύο διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας, Αποκωδικοποίηση ($r = 0,73$) και Ευχέρεια ($r = 0,74$), με τη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος ($r = 0,64$) και με τη δοκιμασία Ταχείας Ονομασίας Ερεθισμάτων, ΤΟΕ-αριθμών(ε) ($r = 0,50$). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει την αναγκαιότητα συμπερίληψης της ορθογραφικής ικανότητας στην αξιολόγηση της δυσλεξίας, ιδιαίτερα σε γλώσσες με διαφανή ορθογραφικά συστήματα όπως τα ελληνικά, που σύμφωνα με τους Nikolopoulos et al. (2003), οι ορθογραφικές δυσκολίες φαίνεται να είναι οι πιο ευδιάκριτες στα δυσλεξικά άτομα σε σχέση με τις αναγνωστικές. Επίσης, οι δοκιμασίες ΤΟΕ συσχετίζονται με τις διαστάσεις της ανάγνωσης ($r = 0,39 - 0,58$), εύρημα που συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες που αναφέρουν ότι η αξιολόγηση της ικανότητας ΤΟΕ κατέχει σημαντικό ρόλο στην πρόγνωση, διάγνωση (Wolf & Obregon, 1997).

Lervag & Hulme, 2009) καθώς και στη διάκριση υπο-ομάδων στη δυσλεξία (Wolf et al., 2000. Lovett et al., 2000. Bowers, 2003. Papadopoulos et al., 2009).

Ο έλεγχος συνάφειας που πραγματοποιήθηκε στις δοκιμασίες για την αξιολόγηση της πλευρίωσης, ανέδειξε συσχετίσεις σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μεταξύ των δοκιμασιών για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης (ο δείκτης r κυμαινόταν από 0,21 - 0,35), όπως έχει εντοπιστεί και σε άλλες μελέτες (π.χ. Annett, 1970a. 1985. Corey et al., 2001). Η μικρότερη θετική συσχέτιση παρουσιάστηκε μεταξύ του ΕΕ και της ΠΠΧ, και η μεγαλύτερη θετική συσχέτιση μεταξύ της ΔΜΠ και της ΠΠΧ. Το γεγονός ότι το ΕΕ εμφάνιζε το μικρότερο βαθμό συσχέτισης με τις δύο άλλες δοκιμασίες, συγκριτικά με τον βαθμό συσχέτισης που εμφάνιζαν αυτές οι δύο μεταξύ τους ($r = 0,35$), είναι πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι τα εργαλεία αυτά αξιολογούν διαφορετικά χαρακτηριστικά της προτίμησης/δεξιότητας χεριού, όπως την κατεύθυνση, το βαθμό και την ταχύτητα. Επίσης, το ΕΕ στηρίζεται περισσότερο στην υποκειμενική κρίση του συμμετέχοντα, που καλείται να θυμηθεί ποιο χέρι προτιμάει για κάποιες δραστηριότητες, σε αντίθεση με τις άλλες δύο δοκιμασίες που είναι συμπεριφορικές, δηλαδή ο συμμετέχοντας καλείται να εκτελέσει τις δραστηριότητες που του ζητείται.

Από τον έλεγχο συνάφειας των τριών ορμονικών δεικτών, που αποτελούν έμμεσους δείκτες της προγεννητικής τεστοστερόνης, 2D:4D δεξιού χεριού, 2D:4D αριστερού χεριού και Dδ-α, φάνηκε να εμφανίζουν συσχετίσεις μεταξύ τους ($r = 0,32 - 0,56$), εύρημα αναμενόμενο, όπως και η συνάφεια που βρέθηκε μεταξύ των δύο δεικτών της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, που αφορούσαν την ακρίβεια των απαντήσεων και το χρόνο αντίδρασης. Η αρνητική συσχέτιση ($r = -0,71$), μεταξύ των δύο δεικτών της δοκιμασίας ΛΑΟΗ, υποδηλώνει ότι οι ταχύτερες επιδόσεις ήταν και περισσότερο ακριβείς και επομένως περισσότερο ενδεικτικές της ημισφαιρικής επικράτησης για τη γλώσσα, καθώς το ερέθισμα στη δοκιμασία αυτή εμφανίζεται σε ένα από τα δύο οπτικά ημιπεδία και κατ' επέκταση τυγχάνει επεξεργασίας σε ένα από τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια (Papadatou-Pastou, 2008).

Αναφορικά με το δείκτη πλευρίωσης που προκύπτει από το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, ο έλεγχος συνάφειας έδειξε ότι δεν εμφανίζει καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τις λοιπές δοκιμασίες, παρά μόνο μία μέτρια αρνητική σχέση με το λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού ($r = -0,25$). Αυτή η αρνητική σχέση που εντοπίστηκε, υποδηλώνει πως όσο χαμηλότερος είναι ο λόγος 2D:4D για το δεξί χέρι (υψηλά επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης), τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα

τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα. Το εύρημα αυτό φαίνεται να συμφωνεί με την υπόθεση των Geschwind και Galaburda (1985a,b, 1987).

Η απουσία συσχέτισης μεταξύ του υπερήχου Doppler και της συμπεριφορικής πλευρίωσης, ιδιαίτερα όσον αφορά το ΕΕ, ήταν μη αναμενόμενη, δεδομένου ότι άλλες μελέτες αναφέρουν ότι η πλευρίωση της γλώσσας στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου αφορά το 92,5% των δεξιόχειρων ατόμων (Knecht et al., 2000b) και το 73% των αριστερόχειρων ατόμων (Knecht et al., 2000a). Το εύρημα της παρούσας μελέτης, ενδεχομένως να οφείλεται στο μικρό αριθμό του δείγματος, καθώς η δοκιμασία ΠΚΣ του υπερήχου Doppler χορηγήθηκε μόνο σε 54 μαθητές, ενώ η γραμμική σχέση που αναφέρουν οι Knecht et al. (2000a) μεταξύ της γλωσσικής πλευρίωσης και της προτίμησης χεριού, προέκυψε από ένα δείγμα 326 ατόμων, στο οποίο οι αριστερόχειρες και αμφιδέξιοι αποτελούσαν περίπου το 50% των συμμετεχόντων. Σε αντίστοιχα μη στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της προτίμησης χεριού και του διακρανιακού υπερήχου Doppler, έχουν καταλήξει κι άλλες μελέτες με μικρό αριθμό συμμετεχόντων (Haag et al., 2010. Badcock et al., 2012). Επίσης, η απουσία σχέσης μεταξύ του διακρανιακού υπερήχου Doppler και της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, ενδεχομένως να οφείλεται και πάλι στο μικρό αριθμό συμμετεχόντων, αφού μόνο 14 μαθητές με δυσλεξία κατάφεραν να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία, και στο γεγονός ότι η αξιοπιστία της ελληνικής προσαρμογής της δοκιμασίας ΛΑΟΗ που χρησιμοποιήθηκε (Papadatou-Pastou et al., 2012) βρίσκεται ακόμη υπό διερεύνηση.

Περαιτέρω, στην παρούσα μελέτη ελέγχθηκαν τρεις βασικές υποθέσεις για τη σχέση μεταξύ δυσλεξίας και πλευρίωσης. Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, οι μαθητές με δυσλεξία διαφέρουν από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, τόσο ως προς i) το βαθμό πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται μέσα από τους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικοί, ορμονικοί, νευροψυχολογικοί και υπέρηχος Doppler), όσο και ως προς ii) την κατεύθυνση πλευρίωσης, εμφανίζοντας πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση σύμφωνα με τους παραπάνω δείκτες.

Όπως προαναφέρθηκε, στην αρχική προσπάθεια αποσαφήνισης της σχέσης μεταξύ δυσλεξίας και πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μια μετα-ανάλυση ερευνών που είχαν μελετήσει στο παρελθόν την προτίμηση χεριού μεταξύ ατόμων με δυσλεξία συγκριτικά με άτομα από το γενικό πληθυσμό που δεν αντιμετωπίζουν παρόμοιες δυσκολίες. Στη μετα-ανάλυση συμπεριλήφθησαν 44 μελέτες, με συνολικό αριθμό συμμετεχόντων 16.561 άτομα, εκ των οποίων οι 2.491 αποτέλεσαν την ομάδα των

ατόμων με δυσλεξία και οι 14.070 την ομάδα ελέγχου. Από την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων της μετα-ανάλυσης βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν 57% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες σε σύγκριση με τους μη δυσλεξικούς, εύρημα στατιστικά σημαντικό που επιβεβαίωσε την αρχική υπόθεση της μετα-ανάλυσης, ότι οι συμμετέχοντες με δυσλεξία εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική προτίμηση χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα). Τα αποτελέσματα και οι περιορισμοί που προέκυψαν από την μετα-ανάλυση έθεσαν τις κατευθυντήριες γραμμές για τη διατύπωση και την οριοθέτηση των ερευνητικών υποθέσεων της παρούσας έρευνας, ιδιαίτερα για την συμπεριφορική πλευρίωση.

Η προτίμηση χεριού, όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο, δεν είναι ένα μονοδιάστατο φαινόμενο που προσδιορίζεται μόνο από την «κατεύθυνσή» του, δηλαδή εάν είναι κάποιος δεξιόχειρας ή αριστερόχειρας αλλά και από το «βαθμό» προτίμησης, που εκφράζεται ως μια συνεχή μεταβλητή που κυμαίνεται από την ισχυρή προτίμηση του δεξιού χεριού έως την ισχυρή προτίμηση του αριστερού χεριού. Στην παρούσα έρευνα, ο δείκτης πλευρίωσης (ΔΠ) που υπολογίστηκε για κάθε μία δοκιμασία προτίμησης/δεξιότητας χεριού (ΕΕ, ΠΠΧ, ΔΜΠ), αντιστοιχεί στο βαθμό πλευρίωσης για τη δοκιμασία αυτή, με τις μικρότερες τιμές να εκφράζουν ισχυρή αριστερή προτίμηση και τις μέγιστες τιμές να εκφράζουν ισχυρή δεξιά προτίμηση χεριού. Επίσης, με βάση το ΔΠ σε κάθε δοκιμασία, πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των συμμετεχόντων αναφορικά με την «κατεύθυνση» της προτίμησης/δεξιότητας χεριού (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 3. υποκ. 1.3.7, 1.3.8. και 1.3.9).

Σύμφωνα με το πρώτο μέρος της εναλλακτικής υπόθεσης, οι υψηλές τιμές των τριών δεικτών συμπεριφορικής πλευρίωσης (ΕΕ, ΠΠΧ, ΔΜΠ) που βρέθηκε και στις δύο ομάδες μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία, υποδεικνύουν όπως ήταν αναμενόμενο, την δεξιά προτίμηση/δεξιότητα χεριού. Οι μαθητές με δυσλεξία δε φαίνεται να διαφοροποιούνται από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, σε κανέναν από τους τρεις δείκτες της συμπεριφορικής πλευρίωσης. Συγκεκριμένα, σημείωσαν τον ίδιο ΔΠ στο ΕΕ και αναφορικά με τη δοκιμασία ΠΠΧ βρέθηκε ότι οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν μικρότερο ΔΠ (61,55 έναντι 69,94), χωρίς ωστόσο η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Όμως, τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν μια στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δύο υπό μελέτη ομάδων στην ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας δεξιότητας ΔΜΠ και στα δύο χέρια.

Οι μαθητές με δυσλεξία χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία με το δεξί χέρι συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (10,73'' έναντι 9,99'') και με το αριστερό χέρι αντίστοιχα (11,78'' έναντι 10,78''). Το εύρημα αυτό συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες που αναφέρουν ότι μεταξύ των ατόμων με δυσλεξία και των κανονικών αναγνωστών υπάρχει διαφορά στην ταχύτητα εκτέλεσης δοκιμασιών δεξιότητας. Συγκεκριμένα η Annett και Kishlaw (1984), συγκρίνοντας 129 παιδιά με δυσλεξία ηλικίας 12 ετών με 278 συνομηλίκους τους που δεν εμφάνιζαν αναγνωστικές δυσκολίες βρήκαν ότι η ταχύτητα εκτέλεσης της ΔΜΠ διέφερε μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο, με τους πρώτους να είναι πιο αργοί και με τα δύο χέρια. Αντίστοιχη διαφορά έχει βρεθεί και σε μικρότερης μελέτης δείγματα. Οι Roy et al., (2003), μελετώντας 11 ενήλικες με δυσλεξία, ηλικίας 20 έως 41 ετών και αντίστοιχα 9 άτομα που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου, βρήκαν ότι η πρώτη ομάδα ήταν πιο αργή με το δεξί χέρι σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό (9'' έναντι 8,3'') καθώς και με το αριστερό, χωρίς όμως η διαφορά στο χέρι αυτό να φτάνει το επίπεδο της στατιστικής σημαντικότητας (8,9'' έναντι 9,2'').

Η διαφορά της επίδοσης μεταξύ των δύο χεριών, από την οποία προκύπτει ο δείκτης πλευρίωσης της δοκιμασίας ΔΜΠ, δε διέφερε σε καμία από τις δύο μελέτες που προαναφέρθηκαν μεταξύ των δυσλεξικών και της ομάδας ελέγχου, εύρημα που είναι σύμφωνο με το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας. Με απλά λόγια, τόσο οι δυσλεξικοί μαθητές όσο και οι μαθητές που δεν έχουν δυσλεξία, εμφανίζουν μεγαλύτερη δεξιότητα στο δεξί χέρι, αφού εκτελούν τη δοκιμασία γρηγορότερα με αυτό, αλλά οι μαθητές με δυσλεξία είναι πιο αργοί και με τα δύο χέρια που υποδηλώνει μειωμένη δεξιότητα σε αυτό το δείκτη της συμπεριφορικής πλευρίωσης.

Επομένως, η πρώτη εναλλακτική υπόθεση, αναφορικά με το βαθμό της συμπεριφορικής πλευρίωσης φαίνεται να επιβεβαιώνεται μόνο για την ταχύτητα χεριού, που εκφράζεται μέσα από τη ΔΜΠ. Ως προς το δεύτερο μέρος της εναλλακτικής υπόθεσης, δηλαδή την κατεύθυνση της συμπεριφορικής πλευρίωσης, παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ομάδων, επιβεβαιώνοντας την αρχική μας υπόθεση ότι οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική συμπεριφορική πλευρίωση.

Αρχικά, σύμφωνα με την ταξινόμηση αριστερόχειρες - αμφιδέξιοι - δεξιόχειρες με βάση το ΔΠ στο ΕΕ, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνιζαν αριστερή προτίμηση χεριού σε ποσοστό 36,2% σε

αντίθεση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία που το ποσοστό της αριστερής προτίμησης χεριού ήταν 20,8%. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με την αρχική μας υπόθεση αλλά και με το αποτέλεσμα της μετανάλυσης, σύμφωνα με το οποίο τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες για μη τυπική προτίμηση χεριού.

Παρότι βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί μαθητές προτιμούν συχνότερα το αριστερό χέρι από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο, ωστόσο το ποσοστό προτίμησης του αριστερού χεριού για την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία (20,8%), φαίνεται να είναι ιδιαίτερα υψηλό συγκριτικά με το ποσοστό αριστεροχειρίας του γενικού πληθυσμού, που εκτιμάται στο 10% (Annett, 1985. Cavill & Bryden, 2003). Μάλιστα, εφαρμόζοντας το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο κριτήριο ταξινόμησης της προτίμησης χεριού στο EE ($\Delta\Pi \geq 75$), που ταξινομεί τους συμμετέχοντες σε δεξιόχειρες και μη δεξιόχειρες (Habib et al., 1995, Robichon & Habib, 1998), πάλι το ποσοστό εμφάνισης της δεξιοχειρίας στους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία, δεν ήταν το αναμενόμενο υψηλό (81,3%). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι, παρόλο που η επιλογή των συμμετεχόντων που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου επιλέχθηκε τυχαία, εντούτοις συμπεριλάμβανε αυξημένα ποσοστά αριστερόχειρων ατόμων. Το γεγονός αυτό, πιθανόν να ερμηνεύει την απουσία στατιστικά σημαντικής σχέσης μεταξύ των δύο ομάδων στο βαθμό της συμπεριφορικής πλευρίωσης. Μια επιπρόσθετη ερμηνεία για το σχετικά μειωμένο ποσοστό δεξιοχειρίας στην ομάδα ελέγχου, ενδεχομένως να είναι και η αλλαγή νοοτροπίας του σχολείου και της κοινωνίας γενικότερα στην επιβεβλημένη χρήση του δεξιού χεριού.

Επίσης, μια τάση στατιστικής σημαντικότητας ($p = 0,067$) βρέθηκε και στη δοκιμασία ΠΠΧ αναφορικά με τη συχνότητα εμφάνισης μη τυπικής προτίμησης χεριού στους μαθητές με δυσλεξία. Ταξινομώντας τους συμμετέχοντες των δυο ομάδων σε δεξιόχειρες και μη δεξιόχειρες (στην κατηγορία των δεξιόχειρων συμπεριλήφθηκε το 75% των συμμετεχόντων με τη μεγαλύτερη βαθμολογία στη δοκιμασία ΠΠΧ) βρέθηκε ότι η πιθανότητα να είναι δεξιόχειρες οι μαθητές με δυσλεξία είναι 17% έναντι 33,3% της ομάδα ελέγχου. Το αποτέλεσμα αυτό βρίσκεται επίσης σε συμφωνία με την μετα-ανάλυση που διενεργήθηκε και η αρχική μας υπόθεση αναφορικά με τη συχνότητα της προτίμησης χεριού επιβεβαιώνεται και μέσω της δοκιμασίας ΠΠΧ. Αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη δοκιμασία αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, δεν έχει χορηγηθεί στο παρελθόν σε άτομα με δυσλεξία, γεγονός που δεν καθιστά συγκρίσιμα τα αποτελέσματα. Ωστόσο

έχει χορηγηθεί σε παιδιά με ειδική γλωσσική διαταραχή, ηλικίας 6 (Bishop, 2005) έως 13 ετών (Hill & Bishop, 1998), μελέτες στις οποίες είχε βρεθεί ότι τα παιδιά που είχαν γλωσσικές διαταραχές εμφάνιζαν διαφοροποιήσεις στην προτίμηση χεριού συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους, οι οποίες μάλιστα δεν ήταν ικανές να εντοπιστούν μέσω της επίδοσής τους στο ΕΕ.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, οι δύο ομάδες μαθητών φαίνεται να εμφανίζουν διαφορές στη συχνότητα της προτίμησης χεριού. Αντίστοιχες διαφοροποιήσεις δεν εντοπίστηκαν στη δεξιότητα χεριού, μέσω της δοκιμασίας ΔΜΠ, αφού βρέθηκε να εμφανίζουν σχεδόν όμοια ποσοστά στην ταξινόμηση αριστερόχειρες - δεξιόχειρες. Η συχνότητα με την οποία οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν αριστερή δεξιότητα χεριού ήταν 19,1% συγκριτικά με το 18,8% της ομάδας ελέγχου. Επίσης, δε φαίνεται να διαφοροποιούνται ως προς την προτίμηση ματιού, εύρημα που συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες (Clark, 1957. Porac & Coren, 1957. Annett & Khislaw, 1984).

Λόγω των μεθοδολογικών ζητημάτων που αφορούν τον τρόπο αξιολόγησης της προτίμησης χεριού και τα κριτήρια ταξινόμησης που θέτουν οι ερευνητές (για περισσότερες λεπτ. βλ. κεφ. 1 και κεφ. 2), η παρούσα έρευνα προέβη σε μια καινοτόμο ταξινόμηση των συμμετεχόντων που συνεισφέρει στη συνθετική αξιολόγηση των ευρημάτων. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μία νέα κατηγοριοποίηση βάσει της επίδοσης των συμμετεχόντων και στις τρεις δοκιμασίες συμπεριφορικής πλευρίωσης. Οι συμμετέχοντες που ο ΔΠ τους στο ΕΕ και στη δοκιμασία ΠΠΧ ήταν μεγαλύτερος ή ίσος του 70 και ταυτόχρονα ο ΔΠ τους στη δοκιμασία ΔΜΠ ήταν θετικός, ταξινομήθηκαν ως δεξιόχειρες, ενώ για όλες τις άλλες περιπτώσεις ταξινομούσαν ως μη δεξιόχειρες. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίσαμε ότι όσοι ταξινομούνται ως δεξιόχειρες, τόσο η κατεύθυνση, όσο και ο βαθμός της συμπεριφορικής τους πλευρίωσης (προτίμησης και δεξιότητας χεριού) είναι προς τα δεξιά. Με βάση αυτή τη συνθετική ταξινόμηση, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπάρχει μια τάση διαφοροποίησης στην κατεύθυνση της προτίμησης/δεξιότητας χεριού μεταξύ των δυο ομάδων, αφού η διαφορά προσέγγισε την στατιστική σημαντικότητα ($p = 0,066$). Σύμφωνα με τον δείκτη συμπεριφορικής πλευρίωσης (ΔΠΣ), μόλις το 27,7% των μαθητών με δυσλεξία εμφάνιζε δεξιά προτίμηση και δεξιότητα χεριού συγκριτικά με το ποσοστό των μαθητών χωρίς δυσλεξία που ήταν σχεδόν διπλάσιο, 45,8%.

Στη συνέχεια, για τον έλεγχο της πρώτης εναλλακτικής υπόθεσης μέσω των έμμεσων ορμονικών δεικτών (λόγος 2D:4D), τα αποτελέσματα της έρευνας εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στο λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού. Σύμφωνα με την υπόθεση της τεστοστερόνης ή αλλιώς θεωρία GBG (Geschwind & Galaburda, 1985a.b. 1987), η έκθεση του εμβρύου σε αυξημένα επίπεδα προγεννητικής τεστοστερόνης καθυστερεί την ανάπτυξη των κρίσιμων για τη γλώσσα εγκεφαλικών δομών του αριστερού ημισφαιρίου, κάτι που οι εισηγητές της θεωρίας επεσήμαναν ότι είναι πιθανότερο να συμβαίνει στα άτομα με δυσλεξία. Αρκετά χρόνια μετά τη διατύπωση της υπόθεσης από τους Geschwind και Galaburda, βρέθηκε ότι η ανάπτυξη των δαχτύλων σχετίζεται με τα επίπεδα προγεννητικών ορμονών και ότι ο χαμηλός λόγος 2D:4D είναι δείκτης μεγαλύτερης έκθεσης του ατόμου στην τεστοστερόνη κατά την εμβρυϊκή περίοδο (Manning et al., 1998. Beaton et al., 2012).

Τα ευρήματα για τη σχέση του λόγου 2D:4D με τις αναγνωστικές δυσκολίες είναι αντιφατικά. Δύο προηγούμενες μελέτες που διερευνούσαν τη σχέση της δυσλεξίας με το λόγο 2D:4D δε βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (van Gelder et al., 2005. Boets et al., 2007). Σε αντίθεση με τις προηγούμενες μελέτες, στην παρούσα έρευνα, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυσλεξικών μαθητών και της ομάδας ελέγχου στο λόγο 2D:4D του δεξιού χεριού, αλλά με αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που αναμενόταν. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν υψηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι ($M.O = 1,00$, $T.A. = 0,09$) σε σύγκριση με τους μαθητές που δεν εμφανίζουν δυσλεξία ($M.O = 0,98$, $T.A. = 0,05$), εύρημα που είναι εκ διαμέτρου αντίθετο με την υπόθεση της τεστοστερόνης, που προβλέπει ότι ο χαμηλότερος λόγος είναι ενδεικτικός της μη τυπικής πλευρίωσης, η οποία όμως σε πολλά σημεία έχει αμφισβητηθεί (Laurens et al., 2009).

Ο υψηλός λόγος 2D:4D που εντοπίστηκε στους μαθητές με δυσλεξία στην παρούσα έρευνα έχει βρεθεί αντίστοιχα στη μελέτη των Beech και Beauvois (2006), οι οποίοι σε ένα δείγμα 36 φοιτητών διερεύνησαν τη σχέση του λόγου 2D:4D με γνωστικές ικανότητες, όπως η ανάγνωση, η ορθογραφία και η φωνολογική ικανότητα. Στο δείγμα τους υπήρξαν τέσσερα άτομα με δυσλεξία, τα οποία εμφάνισαν αντίστοιχα υψηλότερους λόγους 2D:4D και στα δύο χέρια (1,01 στο δεξί χέρι και 1,04 στο αριστερό) συγκριτικά με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες. Επίσης, το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας αναφορικά με το υψηλότερο λόγο 2D:4D στους

μαθητές με δυσλεξία είναι σύμφωνο με το εύρημα των Boets et al., (2007), που βρήκαν ότι οι καλύτερες επιδόσεις σε γνωστικές δοκιμασίες, όπως η ανάγνωση, η ορθογραφία και η φωνολογική ικανότητα σχετίζονται με χαμηλότερους λόγους 2D:4D.

Αναφορικά με το λόγο Dδ-α, δηλαδή τη διαφορά των λόγων 2D:4D των δύο χεριών, που επίσης έχει βρεθεί ότι οι χαμηλές τιμές του είναι ενδεικτικές των υψηλών επιπέδων προγεννητικής τεστοστερόνης (Manning, 2002), δε φάνηκε να διαφέρει μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και των μαθητών χωρίς δυσλεξία. Το εύρημα αυτό έρχεται σε αντίθεση με την έρευνα των Beaton et al. (2012), που αναφέρει ότι ο λόγος Dδ-α, αποτελεί πιο ισχυρό προβλεπτικό παράγοντα της δυσλεξίας ακόμα και από την προτίμηση χεριού. Αξίζει να αναφερθεί ότι η πρώτη εναλλακτική υπόθεση μέσω του λόγου 2D:4D διερευνήθηκε μόνο κατά το ήμισυ, δηλαδή ως προς τον βαθμό της πλευρίωσης και όχι ως προς την κατεύθυνσή της. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποιο γνωστό «κριτήριο» για το λόγο 2D:4D που να ταξινομεί τους συμμετέχοντες σε έχοντες τυπική ή μη τυπική πλευρίωση, επομένως δεν προχωρήσαμε σε κάποια «αυθαίρετη» ταξινόμηση.

Το γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα η μέτρηση των δαχτύλων για τον υπολογισμό του λόγου 2D:4D πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό ταχύμετρο σε αντίθεση με τις προηγούμενες μελέτες που χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της φωτοτυπίας (π.χ. Beech & Beauvois, 2006) ή του ηλεκτρονικού σαρωτή (π.χ. Boets et al., 2007) καθιστά το αποτέλεσμα ιδιαίτερα αξιόπιστο καθώς αποτελεί έναν πιο αντικειμενικό τρόπο μέτρησης (Manning, Fink, Neave, & Caswell, 2005). Από την άλλη μεριά, ένας πιθανός περιορισμός της παρούσας έρευνας είναι ότι η μέτρηση του μήκους των δαχτύλων πραγματοποιήθηκε μόνο μία φορά. Η επαναληπτική μέτρηση των δαχτύλων εξασφαλίζει μεγαλύτερη εγκυρότητα στον υπολογισμό του λόγου 2D:4D (Beaton, 2012) καθώς οι μετρήσεις που εμφανίζουν μεγάλες αποκλείσεις μεταξύ τους δε συμπεριλαμβάνονται στις τελικές αναλύσεις (π.χ. Beech & Beauvois, 2006, Boets et al., 2007). Στο μέλλον, θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί κατά πόσο ο υψηλός λόγος 2D:4D που παρατηρήθηκε στα άτομα με δυσλεξία, μπορεί να εντοπιστεί και σε μεγαλύτερο δείγμα ατόμων καθώς και ο συσχετισμός του λόγου 2D:4D με πιο άμεσες μετρήσεις των ορμονικών επιπέδων, μέσα από δείγμα σιέλου (Moffat & Hampson, 1996) ή αίματος (Hausmann, Becker, Gather, & Gunturkun, 2002) για τη διερεύνηση της υπόθεσης της τεστοστερόνης στη δυσλεξία.

Πέρα από την σφαιρική αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης και τη χρήση των ορμονικών δεικτών ως έμμεσων δεικτών της εγκεφαλικής πλευρίωσης, μεθοδολογική καινοτομία της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας μέσω δύο εγκεφαλικών δεικτών, ενός έμμεσου που προέκυψε από τη νευροψυχολογική δοκιμασία ΛΑΟΗ και ενός άμεσου που προέκυψε από το διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Ενώ οι νευροψυχολογικές δοκιμασίες της διχωτικής ακοής (βλ. υποκ. 1.1, σελ. 6) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στην αξιολόγηση των πλευριωμένων λειτουργιών στη δυσλεξία (Bryden, 1988. Brunswick & Rippon, 1994), η χρήση νευροψυχολογικών δοκιμασιών οπτικού ημιπεδίου, όπως η δοκιμασία ΛΑΟΗ, δεν αποτελούν συχνή επιλογή των ερευνητών. Η αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης μέσω των νευροψυχολογικών δοκιμασιών οπτικού ημιπεδίου στο γενικό πληθυσμό, έχει δείξει ένα πλεονέκτημα του δεξιού οπτικού ημιπεδίου για τη γλώσσα (ΔΟΗ) (Boles, 1990. Nicholls & Wood, 1998. Weems & Reggia, 2004) κατ' αντιστοιχία με το πλεονέκτημα του δεξιού αυτιού που έχει βρεθεί στις μελέτες της διχωτικής ακοής (Deutsch, 1985. Jäncke et al., 1992. Hugdahl et al., 1997).

Το πλεονέκτημα του ΔΟΗ έχει ερμηνευτεί μέσω της υπόθεσης της «μεσολόβιας καθυστέρησης» των Zaidel, Clarke και Suyenobu (1990). Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, όταν η λέξη εμφανίζεται στο αριστερό οπτικό ημιπέδιο (ΑΟΗ), μέσω του οπτικού χιάσματος μεταβιβάζεται στο δεξί ημισφαίριο και από εκεί θα πρέπει να μεταβιβαστεί μέσω του μεσολόβιου στο αριστερό ημισφαίριο για να ενεργοποιηθούν τα γλωσσικά εγκεφαλικά δίκτυα. Αυτή η μεταβίβαση μέσω του μεσολόβιου, προκαλεί μία χρονική καθυστέρηση συγκριτικά με την προβολή της λέξης στο ΔΟΗ, από όπου η μεταφορά της στο αριστερό ημισφαίριο γίνεται αυτόματα μέσω του οπτικού χιάσματος, χωρίς τη διαμεσολάβηση του μεσολόβιου.

Από την ανασκόπηση των μελετών που διερευνούσαν την εγκεφαλική πλευρίωση μέσω νευροψυχολογικών δοκιμασιών οπτικού ημιπεδίου στη δυσλεξία φαίνεται ότι τα άτομα με δυσλεξία δε διέφεραν από το γενικό πληθυσμό (βλ. Boles & Turan, 2003). Ωστόσο στην ανασκόπηση αυτή, οι δοκιμασίες που χορηγήθηκαν και αφορούσαν γλωσσικά ερεθίσματα ήταν ελάχιστες και δεν ήταν δοκιμασίες Λεξιλογικής Απόφασης (lexical decision tasks), όπως αυτή που χορηγήθηκε στην παρούσα έρευνα. Από όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε, η μόνη μελέτη που έχει προβεί σε αξιολόγηση της πλευρίωσης των γλωσσικών λειτουργιών σε δυσλεξικούς συμμετέχοντες μέσω δοκιμασίας οπτικών ημιπεδίων είναι των Henderson et al.,

(2007), στην οποία βρέθηκε ότι οι δυσλεξικοί εμφανίζουν το «τυπικό» πλεονέκτημα του ΔΟΗ.

Στην παρούσα έρευνα, η αρχική υπόθεση ότι οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν διαφοροποιημένη πλευρίωση συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία στη δοκιμασία ΛΑΟΗ επιβεβαιώθηκε μόνο κατά ένα μέρος, δηλαδή ως προς την κατεύθυνση της πλευρίωσης. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι οι δύο ομάδες μαθητών δεν διαφέρουν στο ΔΠ της δοκιμασίας ΛΑΟΗ, ούτε στην ακρίβεια των απαντήσεων, ούτε στο χρόνο αντίδρασης. Όμως, ως προς την κατεύθυνση της πλευρίωσης, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία και της ομάδας ελέγχου, αναφορικά με την ακρίβεια (ΔΠ_{ΛΑΟΗ} ακριβείας) με τους πρώτους να εμφανίζουν το «τυπικό» πλεονέκτημα του ΔΟΗ, που υποδηλώνει ότι η αναγνώριση των λέξεων επιτελέστηκε στο αριστερό ημισφαίριο, σε ποσοστό 50%, σε αντίθεση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, που το πλεονέκτημα του ΔΟΗ εντοπίστηκε στο 64% των συμμετεχόντων. Το αποτέλεσμα αυτό φανερώνει ότι οι μαθητές με δυσλεξία αναγνωρίζουν σωστά τις λέξεις που τους παρουσιάζονται τόσο στο δεξιό όσο και στο αριστερό οπτικό ημιπέδιο, οπότε κανένα από τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια δεν επικρατεί στην γλωσσική επεξεργασία, σε αντίθεση με τους μαθητές της ομάδα ελέγχου, οι οποίοι εμφανίζουν πλεονέκτημα στο ΔΟΗ, οπότε η γλωσσική επεξεργασία επιτελείται στο αριστερό ημισφαίριο.

Αξίζει βέβαια να σημειωθεί ότι προϋπόθεση για να συμπεριληφθεί ένας συμμετέχων στις τελικές αναλύσεις της παρούσας έρευνας για τη δοκιμασία ΛΑΟΗ ήταν να έχει απαντήσει σωστά τουλάχιστον στο 50% των ερεθισμάτων της δοκιμασίας, δηλαδή οι σωστές απαντήσεις να ήταν 60 ή περισσότερες. Από τους μαθητές με δυσλεξία που αξιολογήθηκαν στη δοκιμασία ΛΑΟΗ, μόλις οι 14 κατάφεραν να σημειώσουν επίδοση μεγαλύτερη του προαπαιτούμενου 50%, ενώ από την ομάδα ελέγχου 39 μαθητές. Από τον έλεγχο των μέσων όρων των δύο ομάδων αναφορικά με τον αριθμό των σωστών απαντήσεων στη δοκιμασία, εντοπίστηκε μία στατιστικά σημαντική διαφορά, με τους μαθητές με δυσλεξία να απαντούν με ακρίβεια σε 52,10 ($T.A = 17,82$) από τα συνολικά 120 ερεθίσματα, ενώ ο μέσος όρων των μαθητών χωρίς δυσλεξία ήταν 75,78 ($T.A. = 10,80$).

Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η δοκιμασία ΛΑΟΗ ήταν αρκετά δύσκολη για τους δυσλεξικούς μαθητές αφού ο μέσος όρος επίδοσής τους ήταν χαμηλότερος και από το ποσοστό που θεωρείται επαρκές για την αποφυγή του ενδεχομένου να απαντούν τυχαία. Η ιδιαίτερη δυσκολία των δυσλεξικών μαθητών στη δοκιμασία

ΛΑΟΗ ήταν αναμενόμενη, αφού η μειωμένη ικανότητα διάκρισης πραγματικών λέξεων και ψευδολέξεων αποτελεί από μόνο του ένα χαρακτηριστικό της δυσλεξίας. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ταχυστοσκοπική παρουσίαση των ερεθισμάτων στην δοκιμασία ΛΑΟΗ για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης, καθιστούσε τη δοκιμασία για αυτούς τους μαθητές ιδιαίτερα δύσκολη.

Παρά τη δυσκολία της δοκιμασίας, οι 14 μαθητές με δυσλεξία που κατάφεραν να σημειώσουν επίδοση πάνω του 50% που επέτρεψε την περαιτέρω ερμηνεία των αποτελεσμάτων σχετικά με την πλευρίωση της γλώσσας, δεν εμφάνισαν το τυπικό πλεονέκτημα του ΔΟΗ, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου. Το εύρημα αυτό, επιβεβαιώνει την υπόθεση ότι οι μαθητές με δυσλεξία εμφανίζουν συμμετρία ή μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα. Αντίστοιχα, ασυμμετρία μεταξύ δυσλεξικών και κανονικών αναγνωστών σε δοκιμασίες οπτικού ημιπεδίου έχει βρεθεί και στη μελέτη των Facioetti και Turrato (2000), η δοκιμασία όμως που χορηγήθηκε δεν ήταν γλωσσική αλλά χωρικής προσοχής. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Brunswick και Rippon (1994), τα ευρήματα που προκύπτουν από δοκιμασίες οπτικού ημιπεδίου όταν έχουν χορηγηθεί σε παιδιά, θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή γιατί ενδεχομένως να μην οφείλονται πραγματικά στην ημισφαιρική εξειδίκευση, αλλά να είναι απόρροια μειωμένης προσοχής (Orbutz, Ohrzut, Bryden, & Bartels, 1985) ή, αναφορικά με τα άτομα με δυσλεξία, γενικότερης μειωμένης ικανότητας να απαντούν με ακρίβεια (Milberg Whitman, & Galpin, 1981).

Η αρχική μας υπόθεση προέβλεπε ότι οι μαθητές με δυσλεξία θα εμφανίζουν μειωμένο βαθμό λειτουργικής πλευρίωσης συγκριτικά με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία και θα εμφανίζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, δηλαδή συμμετρία ή δεξιά ημισφαιρική επικράτηση στην άμεση αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Μόλις μία μελέτη με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler που έχει πραγματοποιηθεί σε 30 ενήλικες με δυσλεξία (Illingworth & Bishop, 2009), βρήκε ότι εμφάνιζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκριτικά με τους 30 ενήλικες της ομάδας ελέγχου αναφορικά με τον βαθμό πλευρίωσης, με τους πρώτους να εμφανίζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής αριστερής ασυμμετρίας (ο ΔΠ ήταν $M.O. = 1.65$, $T.A = 2.15$ έναντι $M.O. = 3.19$, $T.A = 1.61$). Ως προς τη συχνότητα εμφάνισης μη τυπικής πλευρίωσης, βρέθηκε ότι οι ενήλικες με δυσλεξία εμφάνιζαν μια τάση προς τη μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (συμμετρία ή δεξιά πλευρίωση), χωρίς ωστόσο αυτή η σχέση να είναι στατιστικά σημαντική ($p = 0,73$).

Στην παρούσα έρευνα η αρχική μας υπόθεση δεν φάνηκε να επιβεβαιώνεται ούτε αναφορικά με τον βαθμό, ούτε αναφορικά με την κατεύθυνση της πλευρίωσης. Σχετικά με το βαθμό της πλευρίωσης και οι δύο ομάδες μαθητών είχαν θετικό δείκτη πλευρίωσης που σημαίνει ότι εμφανίζουν τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα. Κάθε θετικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi > 0$) δηλώνει αριστερή ημισφαιρική επικράτηση και άρα τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ ένας αρνητικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi < 0$) δηλώνει δεξιά ημισφαιρική επικράτηση ή συμμετρία και άρα μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Deppe et al., 1997. Illingworth & Bishop, 2009. Badcock et al., 2012. Groen et al., 2012). Επιπρόσθετα, οι τιμές του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$, είτε θετικές, είτε αρνητικές, ανάλογα με το πόσο απέχουν από το μηδέν υποδεικνύουν το μέγεθος του βαθμού της λειτουργικής πλευρίωσης (Whitehouse & Bishop, 2009). Στην παρούσα έρευνα, οι μαθητές με δυσλεξία σημείωσαν χαμηλότερο $\Delta\Pi$ από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία ($M.O = 1.79$, $T.A = 3,49$ έναντι $M.O = 2,36$, $T.A = 2,84$), υποδεικνύοντας ότι εμφανίζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής πλευρίωσης, χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Προβαίνοντας στον υπολογισμό του $\Delta\Pi$ όπως προτείνεται από τους Haag et al. (2010), λαμβάνοντας δηλαδή υπόψη το τυπικό σφάλμα της μέσης τιμής (SEM), ενώ και πάλι δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, ο $\Delta\Pi$ των μαθητών με δυσλεξία ήταν αρνητικός ($M.O = -0,24$, $T.A = 3,62$), υποδηλώνοντας συμμετρία ή μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα σε αντίθεση με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία, που ο $\Delta\Pi$ τους παρέμεινε θετικός, παρά την αφαίρεση δύο τυπικών σφαλμάτων ($M.O = 0,46$, $T.A = 2,76$). Επίσης, ως προς την κατεύθυνση της πλευρίωσης, η συχνότητα εμφάνισης συμμετρίας, δηλαδή απουσία πλευρίωσης (είτε αριστερής, είτε δεξιάς), στους μαθητές με δυσλεξία ήταν σχεδόν διπλάσια από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία (30% έναντι 14,7%), εύρημα που επίσης δεν έφτασε τη στατιστική σημαντικότητα.

Επομένως, παρόλο που οι στατιστικές αναλύσεις δεν έφτασαν σε στατιστική σημαντικότητα, τα περιγραφικά στοιχεία των δεικτών πλευρίωσης που προέκυψαν για τις δύο ομάδες φανερώνουν διαφοροποιήσεις, με τους μαθητές με δυσλεξία να εμφανίζουν μικρότερο βαθμό λειτουργικής πλευρίωσης για τη γλώσσα και μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης συμμετρίας. Το ποσοστό εμφάνισης μη τυπικής πλευρίωσης-συμμετρίας για τους μαθητές με δυσλεξία ήταν 30% έναντι 14,7% της ομάδας ελέγχου. Πιθανώς, η απουσία στατιστικά σημαντικής σχέσης μεταξύ της λειτουργικής πλευρίωσης της γλώσσας και της δυσλεξίας, να οφείλεται στον μικρό αριθμό των μαθητών με δυσλεξία ($n = 20$) που κατάφεραν να ολοκληρώσουν τη

δοκιμασία ΠΚΣ. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται στην ίδια κατεύθυνση με τα αποτελέσματα της μελέτης των Illingworth και Bishop (2009).

Το γεγονός ότι η ομάδα ελέγχου της παρούσας έρευνας περιελάμβανε μεγάλο ποσοστό αριστερόχειρων ατόμων, περίπου 20%, μας οδήγησε στο να υποθέσουμε ότι αυτό ίσως είχε επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Όμως, πραγματοποιώντας τις ίδιες αναλύσεις μόνο στους δεξιόχειρες συμμετέχοντες και πάλι δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Ο μικρός αριθμός τους δείγματος και σε αυτήν την περίπτωση πιθανών να ερμηνεύει το τελικό αποτέλεσμα.

Η δοκιμασία ΠΚΣ που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα για την αξιολόγηση της πλευρίωσης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler συγκριτικά με τη δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής που χρησιμοποίησαν οι Illingworth και Bishop (2009), δε μπορεί να θεωρηθεί ότι επηρέασε το αποτέλεσμα αφού έχει βρεθεί ότι εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους ($r = 0,68, p < 0,01$). Επίσης, σύμφωνα με τους Badcock et al., (2012), η δυσκολία των δοκιμασιών που χορηγούνται για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής εξειδίκευσης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler δεν επηρεάζει σημαντικά το βαθμό της πλευρίωσης.

Ένας επιπρόσθετος σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει την πλευρίωση των μαθητών με δυσλεξία σύμφωνα με τις ιδιαίτερες δυσκολίες τους, διακρίνοντάς τους σε υπό-ομάδες. Οι περισσότερες από τις προηγούμενες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης δε διέκριναν διαφορετικούς υποτύπους δυσκολίας στην ομάδα των δυσλεξικών ατόμων προκειμένου να ελέγξουν τυχόν εγκεφαλικές διαφοροποιήσεις, αλλά με δεδομένες τις φωνολογικές τους δυσκολίες, επειδή θεωρείται ότι είναι το κυρίαρχο χαρακτηριστικό της δυσλεξίας, έκαναν αναφορά στην αντίστοιχη εγκεφαλική περιοχή που δυσλειτουργεί (για ανασκ. βλ. Temple, 2002).

Από τις πολλαπλές ταξινομήσεις της δυσλεξίας και αντίστοιχα τις πολλές ορολογίες που τις περιγράφουν (Seymour, 1986. Annett, 2011), οι δυσκολίες σε δύο διαστάσεις της αναγνωστικής ικανότητας αποτελούν κοινή αναφορά. Από τη μία η δυσκολία πρόσβασης στη φωνολογική αναπαράσταση των λέξεων και από την άλλη η δυσκολία πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση των λέξεων. Οι δυσκολίες στη φωνολογική αναπαράσταση, αξιολογήθηκαν, όπως προαναφέρθηκε, μέσω της δοκιμασίας Απαλοιφής Φωνήματος που θεωρείται η πλέον απαιτητική δοκιμασία αξιολόγησης της φωνολογικής επίγνωσης και εμφανίζει ευαισθησία στην ανίχνευση φωνολογικών δυσκολιών ακόμα και σε μεγαλύτερες ηλικίες, όπως αυτές των συμμετεχόντων της παρούσας έρευνας (McBride-Chang, 1995. Protopapas &

Skaloumbakas, 2007). Από την άλλη μεριά, οι δυσκολίες στις δοκιμασίες ΤΟΕ έχουν συσχετιστεί με τη δυσκολία πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση της λέξης, καθώς οι δύο αυτές δεξιότητες εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση (Manis et al., 1999) και φαίνεται ότι συνδέονται με τις «επιφανειακού τύπου» δυσκολίες των δυσλεξικών ατόμων (Manis et al., 1999. Douklias et al., 2009).

Σύμφωνα με τη δεύτερη υπόθεση της παρούσας έρευνας, αναμένονταν ότι μαθητές με φωνολογικές δυσκολίες θα παρουσίαζαν μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και εγκεφαλικούς), τόσο από τους μαθητές με δυσλεξία χωρίς τις αντίστοιχες φωνολογικές δυσκολίες, όσο και από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία. Η εναλλακτική υπόθεση αναφορικά με τον βαθμό της πλευρίωσης δεν επιβεβαιώθηκε για κανέναν από τους δείκτες πλευρίωσης³¹, αφού βρέθηκε ότι οι υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία δεν εμφανίζουν διαφοροποιήσεις ούτε μεταξύ τους, ούτε με την ομάδα ελέγχου.

Αναφορικά με το δεύτερο μέρος της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, δηλαδή τη συχνότητα εμφάνισης μη τυπικής πλευρίωσης, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπο-ομάδων, στην προτίμηση χεριού. Συγκεκριμένα, στην ταξινόμηση αριστερόχειρες – αμφιδέξιοι – δεξιόχειρες σύμφωνα με τον ΔΠ_{ΕΕ} βρέθηκε ότι η υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία χωρίς φωνολογική δυσκολία εμφάνισε σε μεγαλύτερο ποσοστό δεξιά προτίμηση χεριού (36,4%) συγκριτικά με τις άλλες δύο ομάδες, υπο-ομάδα με φωνολογική δυσκολία (24%) και ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία (21,1%). Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τη γενετική θεωρία της Annett (1985. 2011), η οποία προβλέπει ότι μια μερίδα παιδιών με δυσλεξία, αυτοί που φέρουν τον γονότυπο RS++, εμφανίζουν δεξιά προτίμηση χεριού σε ποσοστό μεγαλύτερο ακόμα και από το γενικό πληθυσμό. Μάλιστα, πραγματοποιώντας τις ίδιες αναλύσεις, μόνο μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, χωρίς τη συμπερίληψη των μαθητών χωρίς δυσλεξία, βρέθηκε ότι στο συνολικό δείκτη συμπεριφορικής πλευρίωσης (ΔΠ_Σ), οι μαθητές με δυσκολίες ΤΟΕ-γραμμάτων, διαφέρουν σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό από τους μαθητές που δεν εμφανίζουν αντίστοιχες δυσκολίες, με τους πρώτους να παρουσιάζουν δεξιά προτίμηση και δεξιότητα χεριού σε ποσοστό 45%, σε αντίθεση με το ποσοστό των δεύτερων που ήταν 14,8%.

³¹ Ο βαθμός πλευρίωσης της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, δεν ελέγχθηκε καθώς ο αριθμός των μαθητών με δυσλεξία που κατάφεραν να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία ΛΑΟΗ ($n = 14$) ήταν πολύ μικρός για περαιτέρω αναλύσεις των υπο-ομάδων.

Αυτό το αυξημένο ποσοστό δεξιάς προτίμησης και δεξιότητας χεριού που προβλέπει η θεωρία της Annett στους μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν ορθογραφικού τύπου δυσκολίες, και τις οποίες ταυτίζει με τις «επιφανειακές» (Annett, 2011), επιβεβαιώθηκε και στην παρούσα έρευνα μέσω των δοκιμασιών TOE. Πέρα από τις δοκιμασίες TOE, η αυξημένη συχνότητα δεξιάς προτίμησης χεριού στην παρούσα έρευνα, εντοπίστηκε και στους μαθητές με δυσλεξία που σημείωσαν επίδοση στη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος πάνω από το μέσο όρο. Επομένως, η θεωρία της Annett σχετικά με την αυξημένη τυπική πλευρίωση σε μια μερίδα μαθητών με δυσλεξία, φαίνεται να επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, μόνο για τους μαθητές που δεν εμφανίζουν φωνολογικές δυσκολίες. Αντίθετα, τα υψηλότερα ποσοστά αριστερής προτίμησης χεριού που προβλέπει η θεωρία για τους μαθητές με φωνολογικές δυσκολίες, δεν επιβεβαιώθηκαν. Συγκεκριμένα, το ποσοστό αριστερής προτίμησης χεριού για τους μαθητές με φωνολογική δυσκολία διέφερε σημαντικά από την ομάδα μαθητών χωρίς δυσλεξία (36% έναντι 20,8%) χωρίς όμως να διαφοροποιείται από το ποσοστό αριστερής προτίμησης χεριού των μαθητών με δυσλεξία που δεν έχουν φωνολογικές δυσκολίες (36,4%).

Αναφορικά με τη λειτουργική πλευρίωση που εξετάστηκε μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, όπως προαναφέρθηκε δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο βαθμό πλευρίωσης μεταξύ των υπο-ομάδων μαθητών με δυσλεξία, ούτε μεταξύ τους, ούτε συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Ο έλεγχος της κατεύθυνσης της λειτουργικής πλευρίωσης για τις τρεις υπό μελέτη ομάδες (μαθητές με φωνολογική δυσκολία, μαθητές με δυσκολία TOE, μαθητές χωρίς δυσλεξία), δεν ήταν δυνατόν να διερευνηθεί, λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων σε κάθε υπό-ομάδα μαθητών με δυσλεξία.

Στη συνέχεια, επειδή στις αναλύσεις της έρευνας από τις οποίες προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα αρκετοί μαθητές που αποτέλεσαν την υπό-ομάδα μαθητών με φωνολογική δυσκολία (αυτοί που σημείωσαν επίδοση κάτω του μέσου όρου στη φωνολογική δοκιμασία Απαλοιφής Φωνήματος) εμφάνιζαν ταυτόχρονα και δυσκολίες TOE και το αντίστοιχο συνέβαινε για την υπό-ομάδα μαθητών με δυσκολίες TOE, πραγματοποιήθηκε μία πιο αυστηρή ταξινόμηση για τη συγκρότηση μιας υπο-ομάδας με αμιγώς φωνολογικού τύπου δυσκολίες και αμιγώς δυσκολίες ταχείας ονομασίας (βλ. κεφ. 3. υποκ. 3.3.5 και 3.3.6). Παρότι ο αριθμός των συμμετεχόντων που συγκρότησαν τις δύο υπό-ομάδες ήταν αρκετά περιορισμένος (n

= 5), τα ευρήματα που προκύπτουν από τις περιγραφικές αναλύσεις, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και «τροφή» για περαιτέρω διερεύνηση.

Αρχικά, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους Lovett et al., (2000), διερευνώντας τις αναγνωστικές δυσκολίες σε μεγάλα δείγματα μαθητών με δυσλεξία ηλικίας 7 έως 13 ετών, βρήκαν ότι μόλις το 22% αυτών των μαθητών εμφάνιζε αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες και ένα αντίστοιχο ποσοστό δυσκολίες TOE. Σύμφωνα με αυτό το ποσοστό, θα αναμέναμε τουλάχιστον τέσσερις από τους 20 μαθητές με δυσλεξία που αξιολογήθηκαν στη δοκιμασία ΠΚΣ του διακρανιακού υπερήχου Doppler, να εμφανίζουν αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες. Όμως, οι μαθητές με δυσλεξία που σημείωσαν επίδοση κάτω του μέσου όρου στη φωνολογική δοκιμασία και ταυτόχρονα δεν εμφάνιζαν δυσκολία σε καμία από τις δοκιμασίες TOE ήταν δύο. Ενδεχομένως, η διαφάνεια της ελληνικής γλώσσας, που, όπως αναφέρθηκε στο 1^ο κεφάλαιο (υποκ. 2.3), επιτρέπει στους μαθητές να αποκτούν από πολύ νωρίς δεξιότητες φωνολογικής επίγνωσης και η αξιολόγηση της φωνολογικής ικανότητας μέσω μόνο μίας δοκιμασίας, κατέστησαν τον αριθμό των μαθητών αυτών μικρότερο από τον αναμενόμενο.

Συγκεντρωτικά λοιπόν, οι δύο μαθητές με δυσλεξία που εμφάνιζαν αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες, παρουσίασαν μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα σε αντίθεση με τους μαθητές με αμιγώς δυσκολίες TOE, που όχι μόνο εμφάνισαν τυπική πλευρίωση, αλλά ήταν και ιδιαίτερα ενισχυμένη. Ο δείκτης πλευρίωσης των πρώτων ήταν αρνητικός ($M.O. = -0,84$, $T.A. = 3,00$), ενώ ο δείκτης πλευρίωσης των δεύτερων ήταν θετικός ($M.O. = 4,34$, $T.A. = 2,12$) και μάλιστα, σχεδόν διπλάσιος από των μαθητών χωρίς δυσλεξία ($M.O. = 2,36$, $T.A. = 2,84$). Δυστυχώς, ο πολύ μικρός αριθμός των συμμετεχόντων από τους οποίους προέκυψαν αυτά τα δεδομένα, δε μας επέτρεψε την πραγματοποίηση στατιστικών αναλύσεων. Ωστόσο, η κατεύθυνση των ευρημάτων είναι σύμφωνη με τις υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί για το διαφορετικό εγκεφαλικό υπόβαθρο στους υποτύπους της δυσλεξίας, μέσω των μελετών λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου.

Σύμφωνα με τις μελέτες λειτουργικής απεικόνισης (fMRI, PET, HEG), πολύ σημαντικό ρόλο στη φωνολογική επεξεργασία της γλώσσας έχει ο μετωπιαίος λοβός του εγκεφάλου και η περιοχή Broca στο αριστερό ημισφαίριο (Price, 1998. Angrilli, Dobel, Rockstroh, Stegagno, & Elbert, 2000. Burton, 2001. Penolazzi, Spironelli, & Angrilli, 2008) και τα άτομα με δυσλεξία που έχουν φωνολογικού τύπου δυσκολίες εμφανίζουν μειωμένη ενεργοποίηση σε αυτές τις κρίσιμες για τη γλώσσα εγκεφαλικές

δομές του αριστερού ημισφαιρίου (βλ. Shaywitz et al., 1998. Pugh et al., 2001. Temple, 2002. Shaywitz et al., 2008). Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, προέκυψε ότι οι δύο μαθητές που παρουσιάζουν αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες, δεν εμφανίζουν την τυπική πλευρίωση για την γλώσσα όπως υποδηλώνει ο αρνητικός δείκτης πλευρίωσης που σημείωσαν κατά την αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler.

Αντίθετα, οι μαθητές με αποκλειστικά δυσκολίες ταχείας ονομασίας, εμφάνισαν ένα διαφορετικό πρότυπο εγκεφαλικής οργάνωσης, παρουσιάζοντας ενισχυμένη ασυμμετρία στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου τους. Για την γρήγορη οπτική αναγνώριση των λέξεων, δηλαδή την ορθογραφική επεξεργασία της λέξης, πιο ενεργό ρόλο κατέχει η κροταφοϊνιακή περιοχή του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου (βλ. κεφ. 1. υποκ. 3.1.2). Διάφορες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης αναφέρουν ότι πιθανή δυσλειτουργία της αριστερής κροταφοϊνιακής περιοχής, έχει ως αποτέλεσμα ο αναγνώστης να στηρίζεται περισσότερο στις μετωπιαίες περιοχές του εγκεφάλου, που συμβάλουν στην αρθρωτική ικανότητα, ως αντισταθμιστική στρατηγική για να αναπληρώσει τη δυσκολία του στην ορθογραφική αναγνώριση της λέξης (Pugh et al., 2001. Shaywitz et al., 2002). Πιθανόν, και οι μαθητές της παρούσας έρευνας που εμφάνισαν αποκλειστικά δυσκολίες TOE, λόγω της δυσκολίας πρόσβασης στην ορθογραφική αναπαράσταση της λέξης, να εμφανίζουν αντίστοιχες δυσλειτουργίες στο οπίσθιο τμήμα του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου τους και για το λόγο αυτό ενεργοποιούν περισσότερο την περιοχή Broca, ώστε να τις αναπληρώνουν φωνολογικά. Ωστόσο, ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler δεν παρουσιάζει χωρική ανάλυση αντίστοιχη με την μέθοδο fMRI, που να μας επιτρέπει να μιλήσουμε για μειωμένη ενεργοποίηση των οπίσθιων περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου, παρά μόνο για την αυξημένη αιμάτωση του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου τους κατά τη γλωσσική παραγωγή.

Αντίστοιχο εύρημα συμμετρίας ή μειωμένης τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα σε δυσλεξικούς συμμετέχοντες με φωνολογικού τύπου δυσκολίες έχει εντοπιστεί και μέσω των νευροψυχολογικών δοκιμασιών διχωτικής ακοής κάτι που δεν συνέβαινε στους συμμετέχοντες με δυσλεξία που εμφάνιζαν «δυσειδαιτικού» τύπου δυσκολίες (Obzut, 1979), σύμφωνα με την ταξινόμηση της Boder (1973). Επίσης, το εύρημα της παρούσας έρευνας σχετικά με την λειτουργική πλευρίωση των μαθητών με δυσλεξία που εμφανίζουν αμιγώς φωνολογικές δυσκολίες ή δυσκολίες TOE, βρίσκεται σε συμφωνία με τη γενετική θεωρία της Annett (1985. 2011).

Αναφορικά με την τρίτη εναλλακτική υπόθεση της παρούσας έρευνας, σύμφωνα με την οποία αναμένονταν οι μικρότεροι ηλικιακά μαθητές με δυσλεξία ή/και τα αγόρια με δυσλεξία να εμφανίζουν μη τυπική πλευρίωση, αναπτυξιακές διαφορές εντοπίστηκαν μόνο στην ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας ΔΜΠ και στα δύο χέρια μεταξύ των μαθητών δημοτικού και των μαθητών γυμνασίου. Οι μαθητές του δημοτικού χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο από τους μαθητές του γυμνασίου για να ολοκληρώσουν τη δοκιμασία, τόσο με το δεξιό ($p = 0,031$), όσο και με το αριστερό χέρι ($p = 0,019$). Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με την μελέτη των Khislaw και Annett (1983), στην οποία αναλύονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα πολλών προηγούμενων δικών τους μελετών. Στη μελέτη αυτή, βρέθηκε ότι ο χρόνος ταχύτητας στη δοκιμασία ΔΜΠ μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας έως την εφηβεία, όπου αρχίζει να παραμένει σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλώνουν τα παιδιά είναι πιο γρήγορα στην εκτέλεση της δοκιμασίας και με τα δύο χέρια, χωρίς ωστόσο η ηλικιακή διαφορά να έχει επίδραση στην δεξιότητα χεριού που καθορίζεται από τη διαφορά της επίδοσης των δύο χεριών. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξε και η μελέτη των Roy et al. (2003) που περιελάμβανε συμμετέχοντες με μεγαλύτερο ηλικιακό εύρος (5-24 ετών).

Η απουσία στατιστικά σημαντικών ηλικιακών διαφορών για τις υπόλοιπες δοκιμασίες συμπεριφορικής πλευρίωσης ήταν αναμενόμενες, αφού έχει βρεθεί ότι η προτίμηση χεριού αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που δεν επηρεάζεται με την πάροδο της ηλικίας (Kilshaw & Annett, 1983. McManus et al., 1998. Bishop, 1990) και πιθανών παγιώνεται μέχρι την ηλικία των τριών (Archer, Campbell, & Segalowitz 1988. Longoni & Orsini, 1988) ή πέντε ετών (McManus et al., 1998).

Σε αντίθεση με την προτίμηση χεριού, η επίδραση της ηλικίας στην λειτουργική πλευρίωση της γλώσσας δεν είναι τόσο ξεκάθαρη. Τα ευρήματα από μελέτες με τη χρήση μεθόδου fMRI είναι αντιφατικά, καθώς κάποιες μελέτες αναφέρουν ότι η αντιπροσώπευση της γλώσσας στις νεώτερες ηλικίες είναι περισσότερο αμφίπλευρη και αυξάνεται με τα χρόνια (Holland, et al., 2001. Szaflarski et al., 2006. Everts et al., 2009), ενώ άλλες μελέτες αναφέρουν ότι η λειτουργική πλευρίωση έχει παγιωθεί μέχρι την ηλικία των επτά ετών και δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου (Gaillard et al., 2003. Wood et al., 2004. Houde et al., 2010). Οι μελέτες που έχουν αξιολογήσει τη λειτουργική πλευρίωση της γλώσσας σε παιδιά και εφήβους με τη χρήση του διακρανιακού υπερήχου Doppler, έχουν βρει ότι η πλειονότητα αυτών εμφανίζει την τυπική αριστερή ασυμμετρία, όπως συμβαίνει και

στους ενήλικες (Lohmann et al., 2005. Bishop et al., 2009. Groen et al., 2010. Haag et al., 2010. Stroobant et al., 2011). Στην παρούσα έρευνα, δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της λειτουργικής πλευρίωσης και της ηλικίας των συμμετεχόντων και το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών που είχαν χρησιμοποιήσει το διακρανιακό υπέρηχο Doppler.

Το γεγονός ότι οι αναπτυξιακές διαφορές που έχουν εντοπιστεί με τη χρήση της fMRI αφορούν συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές του εγκεφάλου (Everts et al., 2009. Holland et al., 2010), ενδεχομένως να εξηγεί την ασυμφωνία μεταξύ των ευρημάτων αυτών με του διακρανιακού υπέρηχου Doppler, αφού είναι γνωστό ότι ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler δεν παρουσιάζει καλή χωρική ανάλυση, επομένως δεν μπορεί να τις εντοπίσει. Η επαναληπτική αξιολόγηση της πλευρίωσης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler σε διαφορετικά αναπτυξιακά στάδια στο ίδιο δείγμα συμμετεχόντων, πιθανόν να οδηγούσε σε πιο ξεκάθαρα συμπεράσματα για τη σχέση αυτή.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, παρόλο που δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση της ηλικίας σε συνδυασμό με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας στη λειτουργική πλευρίωση των μαθητών, οι μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό εμφάνισαν το μικρότερο δείκτη λειτουργικής πλευρίωσης ($M.O. = 0,74$, $T.A. = 3,18$). Ο δείκτης πλευρίωσής τους ήταν κοντά στο μηδέν, που υποδηλώνει ότι ακόμα, μέχρι την ηλικία των 12 ετών, δεν έχουν διαμορφώσει ξεκάθαρη πλευρίωση για τη γλώσσα. Αντίθετα, οι μεγαλύτερης ηλικίας μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο γυμνάσιο (12-15 ετών), έχουν περίπου τον ίδιο δείκτη πλευρίωσης ($M.O. = 2,85$, $T.A. = 3,63$) με τους μαθητές χωρίς δυσλεξία που φοιτούν τόσο στο δημοτικό ($M.O. = 2,37$, $T.A. = 2,62$) όσο και στο γυμνάσιο ($M.O. = 2,07$ $T.A. = 3,18$). Αυτή η απόκλιση στο δείκτη πλευρίωσης των μικρότερων (8-12 ετών) και μεγαλύτερων (12-15 ετών) ηλικιακά μαθητών με δυσλεξία δημιουργεί την ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης αυτής σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών.

Η αύξηση του βαθμού της λειτουργικής πλευρίωσης στη δυσλεξία, που διαφαίνεται από την παρούσα έρευνα, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ασυμμετρία ή μη τυπική πλευρίωση δεν είναι αποτέλεσμα της αναγνωστικής δυσκολίας, όπως εικάζεται (Shaywitz, Skudlarski, Holahan, Marchione, Constable, et al., 2007) γιατί τότε θα συνέχιζε να είναι μειωμένος και στις μεγαλύτερες ηλικίες. Ενδεχομένως, τα μειωμένα επίπεδα της λειτουργικής πλευρίωσης που βρέθηκαν στους μαθητές με

δυσλεξία του δημοτικού, που φανερώνουν σχεδόν συμμετρία, να αποτελούν ένα επιπρόσθετο στοιχείο επικινδυνότητας για την εμφάνιση της δυσλεξίας.

Τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις διαφυλικές διαφορές των μαθητών ως προς την πλευρίωση, ήταν πλούσια και στις περισσότερες περιπτώσεις συνάδουν με τη διεθνή βιβλιογραφία. Όσον αφορά τη συμπεριφορική πλευρίωση, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών εντοπίστηκαν στην προτίμηση ποδιού και στην προτίμηση χεριού μέσω της δοκιμασίας ΠΠΧ. Για την προτίμηση ποδιού, που προσδιορίζεται από το δείκτη πλευρίωσης ποδιού του ΕΕ, προέκυψαν διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών σε συνδυασμό με την ύπαρξη ή όχι δυσλεξίας ($p = 0,028$). Τα αγόρια με δυσλεξία φαίνεται να έχουν πιο ξεκάθαρη προτίμηση στο δεξιό πόδι συγκριτικά με τα κορίτσια με δυσλεξία, ενώ αντίθετα τα κορίτσια που δεν εμφανίζουν δυσλεξία έχουν πιο ξεκάθαρη δεξιά προτίμηση ποδιού συγκριτικά με τα αγόρια χωρίς δυσλεξία.

Οι μελέτες που διερευνούν την προτίμηση ποδιού στη δυσλεξία είναι ελάχιστες. Ο Harris (1957) συγκρίνοντας ένα δείγμα 88 παιδιών με δυσλεξία, ηλικίας περίπου 10 ετών, με 245 συνομηλίκους τους, δε βρήκε να εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην προτίμηση ποδιού, ενώ σε μια πιο πρόσφατη μελέτη σε δείγμα 13 ενηλίκων με δυσλεξία και 16 ατόμων της ομάδας ελέγχου βρέθηκε ότι το 76,9% των ατόμων με δυσλεξία εμφάνιζε δεξιά προτίμηση ποδιού συγκριτικά με το 100% της ομάδας ελέγχου (Siviero et al., 2002). Η διαφυλική διαφορά που εντοπίστηκε στην παρούσα έρευνα μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία ως προς την προτίμηση ποδιού, από όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε, είναι το πρώτο εύρημα σχετικά με τη σχέση αυτή.

Η σημασία της μελέτης της προτίμησης ποδιού έγκειται στη συσχέτισή του με την πλευρίωση της γλώσσας, αφού σύμφωνα με μελέτες διχωτικής ακοής, φαίνεται ότι αποτελεί σημαντικότερο δείκτη πρόβλεψης της ημισφαιρικής εξειδίκευσης ακόμα και από την προτίμηση χεριού (Rasmussen & Milner, 1977. Elias & Bryden, 1998). Στην ίδια διαπίστωση έχουν καταλήξει και μελέτες που χρησιμοποίησαν την δοκιμασία της αμυτάλης (Wada) (Strauss & Wada, 1983), με τους Watson Pusakulich, Hermann, Ward και Wyler (1993) να αναφέρουν ότι η πλευρίωση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο σχετίζεται περισσότερο με την απουσία της δεξιάς προτίμησης ποδιού απ' ό,τι με την μη τυπική προτίμηση χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα). Αν και οι αναφορές αυτές προέρχονται από μελέτες σε κλινικό πληθυσμό, η περαιτέρω διερεύνηση αυτής της ασυμμετρίας σε μεγαλύτερο δείγμα

μαθητών με δυσλεξία κρίνεται αναγκαία, με μία πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της προτίμησης ποδιού, αφού τα δεδομένα της παρούσας έρευνας προέκυψαν μόνο από τη σχετική ερώτηση του ΕΕ.

Η διαφορά που εντοπίστηκε στην προτίμηση ποδιού μεταξύ των αγοριών και κοριτσιών στην ομάδα ελέγχου, σύμφωνα με την οποία τα κορίτσια εμφανίζουν πιο ξεκάθαρη δεξιά προτίμηση ποδιού, συνάδει με το εύρημα του Dittmar (2002) σύμφωνα με το οποίο υπήρχε μεγαλύτερη αναλογία αγοριών με αριστερή προτίμηση ποδιού συγκριτικά με τα κορίτσια σε ένα δείγμα 120 ατόμων. Σε άλλες μελέτες ωστόσο, δεν έχουν εντοπιστεί αντίστοιχες διαφυλικές διαφορές στην προτίμηση ποδιού (βλ. Papadatou-Pastou, 2008), οπότε το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας πιθανόν να προέκυψε τυχαία, λόγω του μικρού αριθμού του δείγματος και της μονομερούς αξιολόγησης της προτίμησης ποδιού μέσω της ερώτησης του ΕΕ.

Η προτίμηση χεριού, από την άλλη μεριά, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που εμφανίζει διαφυλικές διαφοροποιήσεις (Annett, 1985). Στην μετα-ανάλυση των Papadatou-Pastou et al. (2008) με δείγμα 1.787.629 ατόμων, βρέθηκε ότι οι άντρες έχουν 23% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες συγκριτικά με τις γυναίκες. Η υπεροχή των κοριτσιών στη δεξιά προτίμηση χεριού, εντοπίστηκε και στην παρούσα έρευνα, με τα κορίτσια να διαφέρουν σημαντικά από τα αγόρια στο βαθμό της προτίμησης χεριού στη δοκιμασία ΠΠΧ ($p = 0,005$) εμφανίζοντας μεγαλύτερο δείκτη πλευρίωσης. Αντίστοιχη διαφορά στη δοκιμασία ΠΠΧ, έχει εντοπιστεί και σε μεγαλύτερου δείγματος μελέτη της Papadatou-Pastou (2008) με συμμετέχοντες 70 άντρες και 50 γυναίκες, στην οποία μάλιστα αναφέρεται ότι οι δοκιμασίες ΠΠΧ και ΔΜΠ, αποτελούν πιο «ευαίσθητες» μετρήσεις συγκριτικά με τα ερωτηματολόγια προτίμησης για τον εντοπισμό διαφυλικών διαφορών στη συμπεριφορική πλευρίωση.

Όπως ήταν αναμενόμενο, διαφορές μεταξύ των αγοριών και των κοριτσιών εντοπίστηκαν και στον ορμονικό δείκτη 2D:4D. Τα αγόρια εμφάνισαν χαμηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξί χέρι συγκριτικά με τα κορίτσια ($M.O = 0,98$, $T.A = 0,08$ έναντι $M.O = 1,00$, $T.A = 0,06$) σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό ($p = 0,016$), εύρημα που συμφωνεί με την υπόθεση της τεστοστερόνης, καθώς σύμφωνα με αυτήν τα αγόρια είναι εκτεθειμένα σε αυξημένα επίπεδα αυτής της προγεννητικής ορμόνης. Η διαφυλική διαφορά στο λόγο 2D:4D φαίνεται να είναι αδιαμφισβήτητη καθώς έχει εντοπιστεί σε παιδιά προσχολικής ηλικίας δύο έως πέντε ετών (Williams, Greenhalgh, & Manning, 2003), σε μικρότερα των δύο ετών (Manning, Scutt, Wilson & Leis-

Jones, 1998) καθώς και μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά ανεξαρτήτως εθνικότητας (Manning, Stewart, Bundred, & Trivers, 2004). Ωστόσο, η διαφυλική διαφορά του λόγου Dδ-α (Manning & Fink, 2008) δεν εντοπίστηκε στην παρούσα έρευνα.

Η μελέτη των διαφυλικών διαφορών στη λειτουργική πλευρίωση παραμένει ακόμα και σήμερα δημοφιλής, λόγω του γεγονότος ότι τα ευρήματα είναι αντιφατικά (Sommer, Aleman, Somers, Boks, & Kahn, 2008. Wallentin, 2009). Από τη μία επικρατεί η άποψη ότι οι γυναίκες εμφανίζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής πλευρίωσης στις γλωσσικές δοκιμασίες συγκριτικά με τους άντρες (Haris, 1980. Clements, Rimrodt, Abel, Blankner, Mostofsky et al., 2006) και από την άλλη μεριά, ότι δεν εμφανίζουν διαφοροποιήσεις (για ανασκ. βλ. Sommers et al., 2008). Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας βρέθηκε ότι τα αγόρια και τα κορίτσια δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη λειτουργική πλευρίωση, όπως προέκυψε τόσο από τον έμμεσο εγκεφαλικό δείκτη της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, όσο και από τον διακρανιακό υπέρηχο Doppler.

Η απουσία διαφυλικής διαφοράς στη δοκιμασία ΛΑΟΗ, συμφωνεί με τα αποτελέσματα της ανασκόπησης του Boles (1984) στις μελέτες οπτικών ημιπεδίων, στις οποίες αντίστοιχα οι άντρες δε διέφεραν από τις γυναίκες αναφορικά με την πλευρίωση. Επίσης, διαφυλικές διαφορές δεν έχουν εντοπιστεί στις μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, τόσο σε ενήλικες (Knecht et al., 2000a), όσο και σε παιδιά (Groen et al., 2010. Haag et al., 2010. Stroobant et al., 2011). Το εύρημα της παρούσας μελέτης είναι σύμφωνο επίσης και με τη μετα-ανάλυση των Sommer Aleman, Bouma και Kahn (2004) με δείγμα 12 μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου.

Συμπερασματικά, αναφορικά με την τρίτη εναλλακτική υπόθεση, η ηλικία και το φύλο δεν βρέθηκε να επιδρούν διαφορετικά στους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς, διακρανιακός υπέρηχος Doppler) των δύο υπό μελέτη ομάδων μαθητών, μαθητών με δυσλεξία και μαθητών χωρίς δυσλεξία. Μόνο η προτίμηση ποδιού φαίνεται να διαφοροποιεί τους μαθητές με δυσλεξία, με τα κορίτσια να εμφανίζουν πιο ξεκάθαρη δεξιά προτίμηση συγκριτικά με τα αγόρια, ενώ στους μαθητές χωρίς δυσλεξία παρατηρήθηκε το αντίθετο. Ωστόσο, ηλικιακές και διαφυλικές διαφορές εντοπίστηκαν ανεξαρτήτως της ύπαρξης ή όχι δυσλεξίας μεταξύ των μαθητών. Συγκεκριμένα, οι μικρότεροι ηλικιακά μαθητές του δημοτικού είναι πιο αργοί στην εκτέλεση της δοκιμασίας δεξιότητας ΔΜΠ και με τα δύο χέρια και τα κορίτσια εμφανίζουν ενισχυμένη «τυπική» προτίμηση χεριού,

δηλαδή δεξιά, συγκριτικά με τα αγόρια. Από την άλλη μεριά, τα αγόρια εμφανίζουν χαμηλότερο λόγο 2D:4D στο δεξιό χέρι, εύρημα ενδεικτικό των αυξημένων επιπέδων προγεννητικής τεστοστερόνης.

Συνοψίζοντας τις τρεις ερευνητικές υποθέσεις, κύριος στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη των διαφορών στην πλευρίωση των μαθητών με δυσλεξία. Για πρώτη φορά, τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της ίδιας μελέτης μια σφαιρική αξιολόγηση της σχέσης αυτής, χρησιμοποιώντας τόσο έμμεσους (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί) όσο και άμεσους εγκεφαλικούς δείκτες (διακρανιακός υπέρηχος Doppler). Επιπρόσθετα πλεονεκτήματα αποτέλεσαν η διάκριση των μαθητών με δυσλεξία σε υπό-ομάδες σύμφωνα με τις ιδιαίτερες δυσκολίες τους καθώς και η διερεύνηση της σχέσης της δυσλεξίας με την πλευρίωση της γλώσσας σε μια γλώσσα με διαφανές ορθογραφικό σύστημα, όπως τα ελληνικά.

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρείχαν σαφείς ενδείξεις σχετικά με την επιβεβαίωση της υπόθεσης της μη τυπικής πλευρίωσης στη δυσλεξία. Ιδιαίτερα όσον αφορά την προτίμηση χεριού, τα αυξημένα ποσοστά μη τυπικής προτίμησης χεριού στους συμμετέχοντες με δυσλεξία, επιβεβαιώθηκαν τόσο μέσω της μετα-ανάλυσης που διενεργήθηκε, όσο και από τα δεδομένα των μαθητών της παρούσας έρευνας για όλες σχεδόν τις δοκιμασίες αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης. Αναφορικά με την λειτουργική πλευρίωση της γλώσσας, που η αξιολόγησή της αποτελούσε και τη μεθοδολογική καινοτομία της παρούσας έρευνας, τα ευρήματα δεν επιβεβαίωσαν την αρχική μας υπόθεση, αν και βρίσκονταν προς την αναμενόμενη κατεύθυνση. Ενδεχομένως, ο μικρός αριθμός μαθητών με δυσλεξία που αξιολογήθηκε με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, δεν οδήγησε στην επιβεβαίωση της αρχικής υπόθεσης, όπως συνέβη στη μεγαλύτερου δείγματος μελέτη των ενηλίκων (Illingworth & Bishop, 2009). Ωστόσο, η επιβεβαίωση της υπόθεσης της λειτουργικής ασυμμετρίας στη δυσλεξία επήλθε από την έμμεση αξιολόγησή της μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ.

Με τον τρόπο αυτό, η παρούσα έρευνα συνεισέφερε στην πληρέστερη κατανόηση του νευροβιολογικού υπόβαθρου της δυσλεξίας, μέσα από μια πολυεπίπεδη προσέγγιση. Η συνεχώς αυξανόμενη γνώση για τη λειτουργικότητα του εγκεφάλου μπορεί να μας βοηθήσει να προβλέψουμε και να αποφύγουμε ορισμένες πιθανές μορφές μαθησιακής ή αναγνωστικής αποτυχίας (Crespi & Cooke, 2003). Σε αυτό ακριβώς έγκειται η συνεισφορά των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του

εγκεφάλου στην εκπαίδευση, που επιτρέπουν την κατανόηση των βασικών λειτουργιών που εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης (Stern, 2005. Fischer, Immordino-Yang, Waber, Stern, Battro et al., 2007) και την ανάπτυξη εφαρμογών και προγραμμάτων παρέμβασης για την εκπαίδευση γενικότερα και την ειδική αγωγή ειδικότερα (Goswami, 2004). Ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler αποτελεί μια νέα, καινοτόμο, μη επεμβατική και αξιόπιστη μέθοδο, που έρχεται να προστεθεί στον κατάλογο των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου με το επιπρόσθετο πλεονέκτημα ότι είναι ιδιαίτερη φιλική προς τα παιδιά.

Ένα ερώτημα που προκύπτει είναι εάν ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler θα μπορούσε να αποτελέσει μία ανιχνευτική και διαγνωστική μέθοδο των μαθησιακών δυσκολιών ή της δυσλεξίας ειδικότερα. Είναι γνωστό ότι όσο πιο νωρίς διαγνωστεί η αναγνωστική δυσκολία τόσο πιο εύκολη και μόνιμη είναι η αποκατάσταση της μέσα από το σχεδιασμό ενός κατάλληλου εκπαιδευτικού-θεραπευτικού προγράμματος (Gabrielli, 2009). Με τις υπάρχουσες διαγνωστικές διαδικασίες, ένα παιδί προκειμένου να διαγνωστεί ως δυσλεξικό και να ξεκινήσει την απαραίτητη εκπαιδευτική παρέμβαση θα πρέπει να φτάσει 9 χρονών, να έχει μείνει πίσω στην ανάγνωση σε σχέση με τους συνομηλίκους του και να έχει βιώσει τη ματαίωση και την αποτυχία.

Με τη βοήθεια όμως των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, η παρέμβαση για την αντιμετώπιση των αναγνωστικών και γλωσσικών προβλημάτων για την πλειονότητα των παιδιών, θα μπορούσε να συμβαίνει πολύ νωρίτερα, πριν να παγιωθούν αυτές οι δυσκολίες και να επιδράσουν στη γενικότερη συμπεριφορά τους. Μακροχρόνιες μελέτες με τη χρήση ακουστικών προκλητών δυναμικών μέσω ΗΕΓ έδειξαν ότι η ανταπόκριση των μόλις 36 ωρών νεογέννητων στους φυσικούς ήχους της ομιλίας ήταν σε θέση να προβλέψει με ακρίβεια, σε ποσοστό 81%, ποια από αυτά τα παιδιά θα εμφάνιζαν δυσλεξία στην ηλικία των 8 ετών (Molfese, 2000). Άλλα ηλεκτροφυσιολογικά ευρήματα και ευρήματα λειτουργικής απεικόνισης αναφέρουν ότι η ημισφαιρική εξειδίκευση σχετίζεται με την αυτοματοποίηση της ανάγνωσης (Polk, Stallcup, Aguirre, Alsop, D' Esposito et al., 2002. McCandliss, Cohen & Dehaene, 2003. Brem Bucher, Halder, Summers, Dietrich et al., 2005. Kast et al., 2010) και στα άτομα με δυσλεξία επέρχεται με καθυστέρηση (McCandliss et al., 2003).

Ο μειωμένος δείκτης λειτουργικής πλευρίωσης που βρέθηκε στους μαθητές του δημοτικού με δυσλεξία με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, που υποδηλώνει

συμμετρία ή απουσία ημισφαιρικής εξειδίκευσης, ενδεχομένως να αποτελεί αντίστοιχο εύρημα με αυτά των ηλεκτροφυσιολογικών μελετών και να καθιστά το διακρανιακό υπέρηχο Doppler ικανό για την ανίχνευση γλωσσικών διαταραχών στις μικρές ηλικίες. Μεγαλύτερου δείγματος μελέτες ή διαχρονικές μελέτες που θα εξετάζουν τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά της πλευρίωσης στη δυσλεξία μέσω του διακρανιακού υπέρηχου Doppler, θα μπορούσαν να απαντήσουν με βεβαιότητα σχετικά με την ανιχνευτική/διαγνωστική αξία της μεθόδου αυτής.

Τέλος, ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη αυτή είναι ότι παρόλο που τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας και μη τυπικής προτίμησης χεριού, όπως διαφαίνεται από τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης και από τους δείκτες συμπεριφορικής πλευρίωσης και παράλληλα εμφανίζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής λειτουργικής πλευρίωσης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, δεν πρέπει κανείς να οδηγείται σε αυθαίρετες γενικεύσεις του τύπου ότι η αριστεροχειρία ή η δεξιά ημισφαιρική επικράτηση οδηγούν στη δυσλεξία. Οι περισσότεροι άνθρωποι από το γενικό πληθυσμό που εμφανίζουν αριστεροχειρία ή πλευρίωση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο δεν εμφανίζουν δυσλεξία (Illingworth & Bishop, 2009). Η δυσλεξία, όπως αναφέρθηκε και στο θεωρητικό κομμάτι της παρούσας έρευνας, είναι μια πολύπλοκη διαταραχή που χρήζει πολυεπίπεδης προσέγγισης, αφού πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στην εμφάνισή της, όπως γενετικοί, νευροβιολογικοί, γνωστικοί και περιβαλλοντικοί. Ενδεχομένως, η συμμετρία ή η μη τυπική πλευρίωση της γλώσσας και της πράξης (προτίμηση χεριού), να αποτελεί έναν από αυτούς τους παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνισή της, αλλά όχι μεμονωμένα.

5.1. Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Ένας βασικός περιορισμός της παρούσας έρευνας ήταν ο μικρός αριθμός των μαθητών με δυσλεξία που αξιολογήθηκαν με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Από το συνολικό αριθμό των 78 μαθητών που δέχτηκαν μέσω συγκατάθεσης των γονέων τους να συμμετέχουν στη αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, 20 μαθητές με δυσλεξία και 34 μαθητές χωρίς δυσλεξία, συμπεριλήφθησαν στις αναλύσεις της παρούσας έρευνας, είτε λόγω μη διαπερατότητας του κροταφικού τους οστού, είτε λόγω αδυναμίας ολοκλήρωσης του 50% των πειραματικών κύκλων της δοκιμασίας ΠΚΣ. Ενώ τα ευρήματα που προέκυψαν από τον διακρανιακό υπέρηχο

Doppler για τη λειτουργική πλευρίωση των μαθητών με δυσλεξία ήταν προς την αναμενόμενη κατεύθυνση, η στατιστική σημαντικότητα που είχε βρεθεί σε αντίστοιχα μεγαλύτερου δείγματος μελέτη ενηλίκων (Illingworth & Bishop, 2009), πιθανώς να προέκυπτε αν αξιολογούσαμε περισσότερα παιδιά με δυσλεξία.

Αν και η αρχική μας υπόθεση σχετικά με τη μη τυπική λειτουργική πλευρίωση στους μαθητές με δυσλεξία, επιβεβαιώθηκε μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, ωστόσο και πάλι ο αριθμός των μαθητών με δυσλεξία που συμπεριλήφθηκε στις τελικές αναλύσεις δεν ήταν επαρκής. Όπως προαναφέρθηκε, μόνο 14 μαθητές με δυσλεξία κατάφεραν να απαντήσουν με ακρίβεια στο 50% των ερεθισμάτων της δοκιμασίας που θεωρείται κριτήριο για τη συμπερίληψή τους στις τελικές αναλύσεις. Η στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοσή τους συγκριτικά με τους 34 μαθητές χωρίς δυσλεξία που κατάφεραν να απαντήσουν με ακρίβεια τουλάχιστον στα μισά ερεθίσματα της δοκιμασίας, υποδεικνύει ότι η δοκιμασία ΛΑΟΗ ήταν ιδιαίτερα δύσκολη για αυτούς και ενδεχομένως η συμμετρία του οπτικού ημιπεδίου που εντοπίστηκε να οφείλεται στην αδυναμία τους να απαντούν με ακρίβεια και όχι στην ημισφαιρική εξειδίκευση.

Τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν δυσκολίες σε δοκιμασίες Λεξιλογικής Απόφασης, δηλαδή στη διάκριση λέξεων – ψευδολέξεων, επειδή απαιτούν γνωστικές διεργασίες στις οποίες υπολείπονται, γι' αυτό πολλές φορές αποτελούν διαγνωστικές δοκιμασίες της δυσλεξίας (βλ. Weems & Zaidel, 2004). Επομένως, η ιδιαίτερη δυσκολία των ατόμων με δυσλεξία στις δοκιμασίες αυτές σε συνδυασμό με την ταχυτοσκοπική προβολή τους, που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα (μέσω της δοκιμασίας ΛΑΟΗ) για την αξιολόγηση των πλευριωμένων λειτουργιών τους καθιστούσε τη δοκιμασία ακόμη δυσκολότερη. Ενδεχομένως, η ταχυτοσκοπική χορήγηση άλλου τύπου δοκιμασιών με μη γλωσσικά ερεθίσματα, να ενδείκνυται περισσότερο για την αξιολόγηση της λειτουργικής πλευρίωσης μέσω των οπτικών ημιπεδίων στη δυσλεξία.

Επίσης, ένας περιορισμός ο οποίος εντοπίζεται και στις περισσότερες μελέτες της συμπεριφορικής πλευρίωσης είναι η απουσία μιας κοινής γραμμής για την αξιολόγησή της. Η απουσία συγκεκριμένων κριτηρίων (νόρμες) για τις δοκιμασίες αξιολόγησης της προτίμησης και δεξιότητας χεριού, οδήγησε στην ταξινόμηση των συμμετεχόντων σε αριστερόχειρες, δεξιόχειρες ή αμφιδέξιους βάσει προηγούμενων κατηγοριοποιήσεων σε αντίστοιχες μελέτες. Η παρούσα έρευνα προσπάθησε να υπερκεράσει αυτόν τον περιορισμό δημιουργώντας μια επιπλέον ταξινόμηση

βασιζόμενη στην επίδοση των συμμετεχόντων σε όλες τις συμπεριφορικές δοκιμασίες (ΔΠΣ). Ωστόσο, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, για ακόμα μία φορά, τονίζουν την αναγκαιότητα συμφωνίας μεταξύ των ερευνητών για τον τρόπο αξιολόγησής της συμπεριφορικής πλευρίωσης, ώστε να είναι επιτρεπτή η σύγκριση και η γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Άλλος ένας περιορισμός της παρούσας έρευνας ήταν ότι δεν προχώρησε σε διαφοροδιάγνωση των μαθητών με δυσλεξία προκειμένου να αποκλειστεί το ενδεχόμενο κάποιος από αυτούς να εμφανίζει και διάσπαση ελλειμματικής προσοχής - υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ). Λόγω της πολύωρης αξιολόγησης των μαθητών για την σφαιρική και ολοκληρωμένη διερεύνηση της πλευρίωσης και των αναγνωστικών τους αδυναμιών και του προκαθορισμένου χρόνου απασχόλησης κάθε μαθητή όπως προβλεπόταν από την σχετική αδειοδότηση της παρούσας έρευνας, η χορήγηση κι άλλων δοκιμασιών που θα επέτρεπε να αποκλείσουμε την συνύπαρξη άλλων διαταραχών ήταν αδύνατη. Η διαφορική διάγνωση της δυσλεξίας κρίνεται αναγκαία σε μια μελλοντική προσπάθεια διερεύνησης της πλευρίωσης, αφού έχει βρεθεί ότι οι δύο διαταραχές εμφανίζουν ανατομικές και λειτουργικές διαφοροποιήσεις (Hynd et al., 1990).

Πιθανότατα το πιο άξιο προς περαιτέρω διερεύνηση εύρημα της παρούσας μελέτης ήταν η διαφοροποίηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης μεταξύ των μαθητών με δυσλεξία που παρουσίαζαν αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες ή δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων. Δυστυχώς, λόγω του ότι το ποσοστό μαθητών που εμφανίζουν αποκλειστικά τέτοιου τύπου δυσκολίες είναι από μόνο του περιορισμένο (αναφέρθηκε ότι μόλις το 22% των μαθητών με δυσλεξία εμφανίζει αποκλειστικά φωνολογικές δυσκολίες), ο μικρός αριθμός των μαθητών που συγκρότησε αυτές τις υπο-ομάδες δε μας επέτρεψε περαιτέρω γενικεύσεις. Η διάκριση αντίστοιχων υπο-ομάδων σε μεγαλύτερου δείγματος μελέτη θα συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση του διαφορετικού εγκεφαλικού προτύπου που πιθανόν να μοιράζονται οι διαφορετικού τύπου αναγνωστικές δυσκολίες. Η χρησιμότητα της μελέτης των διαφορετικών αναγνωστικών δυσκολιών σε συνδυασμό με τις διαφορετικές εκφάνσεις ως προς την πλευρίωση έγκειται στην αναγκαιότητα δημιουργίας διαφορετικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, που να είναι σύμφωνες με τις ατομικές ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή (Gabrielli, 2009. Annett, 2011).

Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία, τα αυξημένα ποσοστά δεξιάς προτίμησης χεριού που προβλέπει η γενετική θεωρία της Annett

(1985. 2011) για τους μαθητές με δυσλεξία που εμφανίζουν δυσκολίες πρόσβασης στην ορθογραφική-εικονική αναπαράσταση της λέξης, στην παρούσα έρευνα επιβεβαιώθηκαν για τους μαθητές με δυσκολίες TOE. Αν και στο παρελθόν έχει βρεθεί ότι οι δύο αυτές δεξιότητες εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση (Manis et al., 1999), θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί περισσότερο η διασύνδεσή τους, τόσο μεμονωμένα, όσο και σε συνδυασμό με την εγκεφαλική πλευρίωση.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας μπορούν να συμβάλλουν με αρκετά εποικοδομητικό τρόπο στην περαιτέρω μελέτη της σχέσης δυσλεξίας και πλευρίωσης. Η παρούσα έρευνα περιορίστηκε στη διερεύνηση της πλευρίωσης των γλωσσικών λειτουργιών στη δυσλεξία, χωρίς να προβεί στην αξιολόγηση της πλευρίωσης των λειτουργιών για τις οποίες είναι υπεύθυνο το δεξιό ημισφαίριο, όπως οι οπτικοχωρικές. Η αξιολόγηση των οπτικοχωρικών λειτουργιών στη δυσλεξία μέσω διαφορετικών δοκιμασιών του διακρανιακού υπερήχου Doppler καθώς και ο συσχετισμός των ευρημάτων του διακρανιακού υπερήχου Doppler με άλλες μεθόδους απεικόνισης του εγκεφάλου που παρουσιάζουν καλύτερη χωρική ανάλυση, όπως η fMRI, θα οδηγούσε σε πιο ξεκάθαρα και αξιόπιστα συμπεράσματα για τη σχέση αυτή.

Η σημαντικότερη όμως μελλοντική συνεισφορά των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου στην εκπαιδευτική διαδικασία αφορά τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων (Gabielli, 2009). Τα ευρήματα των μελετών απεικόνισης του εγκεφάλου φανερώνουν ότι με την κατάλληλη εκπαιδευτική παρέμβαση στα παιδιά με δυσλεξία είναι δυνατή η εδραίωση ενός εγκεφαλικού μηχανισμού όμοιου με των παιδιών που δεν αντιμετώπισαν ποτέ αναγνωστικό πρόβλημα (Σίμος & συν., 2004).

Μετρήσεις με τη χρήση της μεθόδου MEG/MSI (Simos, Fletcher, Bergman, Breier, Foorman, et al., 2002. Simos, Fletcher, Sarkari, Billingsley-Marshall, Denton, et al., 2007), ΗΕΓ (Spironelli et al., 2010) και fMRI (Temple, Deutsch, Poldrack Miller, Tallal, Merzenich, et al., 2003. Shaywitz Shaywitz, Blachman, Pugh, Fulbright, et al., 2004) πριν και μετά από την εφαρμογή εκπαιδευτικής παρέμβασης, έδειξαν αναδιοργάνωση του εγκεφαλικού μηχανισμού στα παιδιά με δυσλεξία, καθώς εμφάνιζαν ενεργοποίηση και στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου τους, που πριν από την εφαρμογή της παρέμβασης δεν είχε παρατηρηθεί. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένδειξη μιας γενικότερης ανασυγκρότησης της αναγνωστικής ικανότητας (Σίμος & συν., 2004). Επομένως, με δεδομένο ότι η επιτυχημένη διδασκαλία επιδρά σε αυτή

ακριβώς την πλαστικότητα του εγκεφάλου, δημιουργώντας νέες συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων, στο μέλλον θα ήταν δυνατόν να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητα μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης και μέσα από την μέθοδο απεικόνισης του διακρανιακού υπέρηχου Doppler.

5.2. Επίλογος

Η παρούσα έρευνα επιδίωξε να διερευνήσει την λειτουργική ασυμμετρία των μαθητών με δυσλεξία και συγκεκριμένα εάν έχουν αναπτύξει την τυπική εγκεφαλική πλευρίωση για τη γλώσσα, ή αν εμφανίζουν συμμετρία ή ημισφαιρική επικράτηση στο δεξιό ημισφαίριο. Η υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης στη δυσλεξία διατυπώθηκε στις αρχές του προηγούμενου αιώνα από τον Orton (1925) και παραμένει ακόμα και σήμερα επίκαιρη και υπό διερεύνηση (Illingworth & Bishop, 2009). Για πρώτη φορά, η διερεύνηση της υπόθεσης αυτής πραγματοποιήθηκε μέσα από τη σφαιρική αξιολόγηση της λειτουργικής ασυμμετρίας, με τη χρήση μίας σειράς μεθόδων, που εκκινούν από την τεχνική της μετα-ανάλυσης και εκτείνονται στη χρησιμοποίηση ερωτηματολογίων [Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου, ΕΕ. (Oldfield, 1971)], συμπεριφορικών μεθόδων [δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού., ΠΠΧ. (Bishop et al., 1996) και Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, ΔΜΠ. (Annett, 1985. 2002)] νευροψυχολογικών δοκιμασιών [δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, ΛΑΟΗ. (Stephan et al., 2007)] και ορμονικών μετρήσεων [λόγος του μήκους των δαχτύλων μέσου (2D) και παράμεσου (4D), 2D:4D. (Manning et al., 1998)]. Επίσης, η άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε με μία σύγχρονη μέθοδο απεικόνισης του εγκεφάλου, τον λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler, έχει χρησιμοποιηθεί ξανά στο παρελθόν για την αξιολόγηση της πλευρίωσης σε παιδιά (Lohmann et al., 2005. Bishop et al., 2009. Stroobant, et al., 2011. Badcock et al., 2012), για πρώτη φορά τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς χρησιμοποιείται σε παιδιά με δυσλεξία, μελετώντας ταυτόχρονα και τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά του φαινομένου.

Η μελέτη του νευροβιολογικού υπόβαθρου στη δυσλεξία και συγκεκριμένα των προβλέψεων της υπόθεσης της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μέσα από τη διατύπωση τριών κύριων ερευνητικών ερωτημάτων,

που έλεγξαν και τις δυο διαστάσεις της πλευρίωσης, την κατεύθυνση και τον βαθμό, όπως προτείνετε (π.χ. Whitehouse & Bishop, 2009. Annett, 2011. Papadatou-Pastou et al., 2013). Συνοψίζοντας τα τρία ερευνητικά ερωτήματα, αναμένονταν α) οι μαθητές με δυσλεξία, β) η υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία με φωνολογικές δυσκολίες και γ) οι μικρότεροι ηλικιακά μαθητές με δυσλεξία που φοιτούν στο δημοτικό (ηλικίας 8-12 ετών) ή/και τα αγόρια με δυσλεξία να διαφέρουν από τους μαθητές που δεν έχουν δυσλεξία, τόσο i) ως προς το βαθμό της πλευρίωσης, εμφανίζοντας μικρότερους δείκτες πλευρίωσης (συμπεριφορικούς, ορμονικούς, νευροψυχολογικούς και άμεσους εγκεφαλικούς) όσο και ii) ως προς την κατεύθυνση της πλευρίωσης, εμφανίζοντας πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση (π.χ. αριστεροχειρία, μη δεξιοχειρία, συμμετρία, δεξιά πλευρίωση για τη γλώσσα).

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις που επιβεβαίωσαν τις αρχικές υποθέσεις, ειδικότερα όσον αφορά την κατεύθυνση της πλευρίωσης. Συγκεκριμένα, τα ευρήματα της μετα-ανάλυσης των ερευνών που εξέταζαν την σχέση αυτή μέσω της προτίμησης χεριού, που αποτελεί ένα έμμεσο συμπεριφορικό δείκτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης, επιβεβαίωσαν την υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης, αφού βρέθηκε ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν σε ποσοστό 57% περισσότερες πιθανότητες μη τυπικής προτίμησης χεριού (αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα). Η μη τυπική προτίμηση/δεξιότητα χεριού, επιβεβαιώθηκε και από τα πειραματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους 95 μαθητές της παρούσας έρευνας (47 με δυσλεξία, μ.ο. ηλικίας $146,3 \pm 19$ μήνες και 48 ομάδα ελέγχου, μ.ο. ηλικίας $144,8 \pm 18,4$ μήνες), καθώς εμφάνισαν μειωμένα ποσοστά τυπικής πλευρίωσης στην πλειονότητα των συμπεριφορικών δεικτών προτίμησης και δεξιότητας χεριού.

Πιο αναλυτικά, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν αριστεροχειρία σε ποσοστό 36% σε σύγκριση με το 20,8% των μαθητών χωρίς δυσλεξία στο Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου, ενώ στη δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού, μόλις το 17% των μαθητών με δυσλεξία χρησιμοποίησε κυρίως το δεξιό του χέρι για την ολοκλήρωσή της, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που χρησιμοποίησε το δεξιό χέρι σε ποσοστό 33,3%. Αναφορικά με την δεξιότητα χεριού που αξιολογήθηκε με τη Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, οι μαθητές με δυσλεξία ήταν σημαντικά πιο αργοί στην ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασία και με τα δύο χέρια. Από τη συγκεντρωτική ανάλυση των επιδόσεων των συμμετεχόντων και στις τρεις δοκιμασίες προτίμησης και δεξιότητας χεριού που χορηγήθηκαν

(Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου, δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού και Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων) βρέθηκε ότι οι μαθητές με δυσλεξία έχουν περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης μη τυπικής πλευρίωσης, δηλαδή απουσία δεξιάς προτίμησης και δεξιότητας χεριού, σε ποσοστό 72,3% συγκριτικά με το 54,2% της ομάδας ελέγχου.

Όσον αφορά την εγκεφαλική πλευρίωση, και πάλι οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν μη τυπική πλευρίωση σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, όπως διαφάνηκε τόσο από τη νευροψυχολογική δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, όσο και από τον διακρανιακό υπέρηχο Doppler, παρόλο που τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μέτρηση αυτή δεν έφτασαν τη στατιστική σημαντικότητα. Συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία εμφάνισαν μειωμένα επίπεδα λειτουργικής ασυμμετρίας (1,79 έναντι 2,36 της ομάδας ελέγχου) στον διακρανιακό υπέρηχο Doppler, ενώ στο νευροψυχολογικό δείκτη που προκύπτει από τη δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου εμφάνιζαν πιο συχνά πλεονέκτημα στο αριστερό οπτικό ημιπέδιο (50% έναντι 35,9% της ομάδας ελέγχου), που θεωρείται ενδεικτικό της επεξεργασίας της γλώσσας από το δεξιό ημισφαίριο. Παρότι τα ευρήματα της αξιολόγησης της λειτουργικής πλευρίωσης με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler δεν έφτασαν τη στατιστική σημαντικότητα, τα μειωμένα επίπεδα ημισφαιρικής εξειδίκευσης στους μαθητές δημοτικού με δυσλεξία, που κυμαίνονται κοντά στο μηδέν και υποδηλώνουν συμμετρία (Δείκτης Πλευρίωσης Doppler = 0,74) αφήνουν ανοιχτό το πεδίο μελέτης της σχέσης αυτής για περαιτέρω διερεύνηση, λόγω της σημασίας της λειτουργικής εξειδίκευσης στην ανάπτυξη των γνωστικών δυνατοτήτων του ατόμου.

Τέλος, η διαφοροποιημένη πλευρίωση που εντοπίστηκε στις υπο-ομάδες μαθητών με δυσλεξία φανερώνει ότι οι διαφορετικού τύπου δυσκολίες τους, φωνολογικές και ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων, ενδεχομένως να μοιράζονται ένα διαφορετικό εγκεφαλικό υπόβαθρο. Η γενετική θεωρία της Annett (1985, 2011) αναφέρει ότι μια μερίδα παιδιών με δυσλεξία (αυτοί που φέρουν τον γονότυπο RS++), εμφανίζει δεξιά προτίμηση χεριού σε ποσοστό μεγαλύτερο ακόμα και από το γενικό πληθυσμό, ενώ αντίστοιχα υπάρχει και μία μερίδα παιδιών με δυσλεξία που έχει φωνολογικού τύπου δυσκολίες (αυτοί που φέρουν τον γονότυπο RS--), που εμφανίζει τις περισσότερες πιθανότητες μη τυπικής προτίμησης χεριού. Πράγματι, τα αποτελέσματα της έρευνας αναφορικά με τις υπο-ομάδες των μαθητών με δυσλεξία, συνάδουν με τις προβλέψεις της γενετικής θεωρίας, αφού το πιο αυξημένο ποσοστό

δεξιάς προτίμησης και δεξιότητας χεριού βρέθηκε στην υπο-ομάδα μαθητών με δυσλεξία που δεν είχε φωνολογικές δυσκολίες, αλλά δυσκολίες ταχείας ονομασίας ερεθισμάτων (45% έναντι 14,8%). Επιπρόσθετα, η υπο-ομάδα που είχε αποκλειστικά δυσκολίες ταχείας ονομασίας παρουσίασε ενισχυμένη λειτουργική ασυμμετρία (Δείκτης Πλευρίωσης Doppler = 4,34), τόσο συγκριτικά με την υπο-ομάδα με τις φωνολογικές δυσκολίες, που εμφάνισε μη τυπική πλευρίωση (Δείκτης Πλευρίωσης Doppler = -0,84), όσο και από τους μαθητές χωρίς δυσλεξία (Δείκτης Πλευρίωσης Doppler = 2,36).

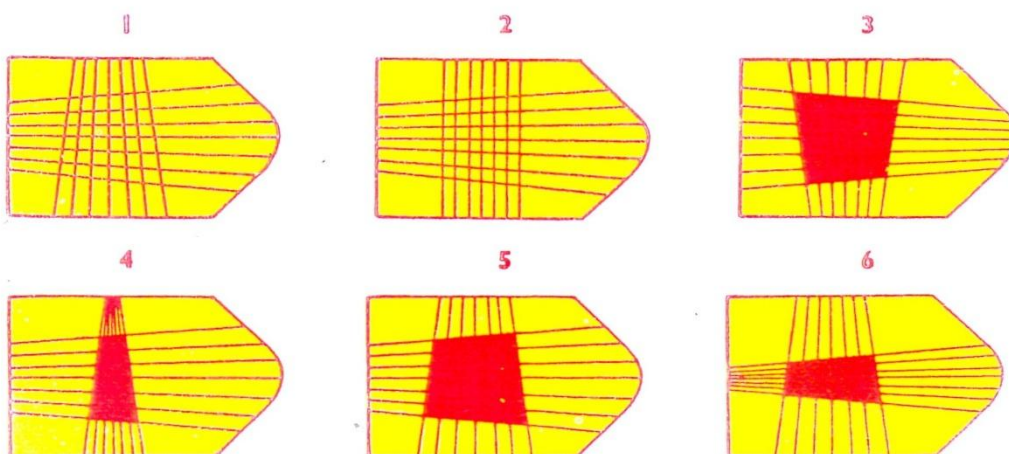
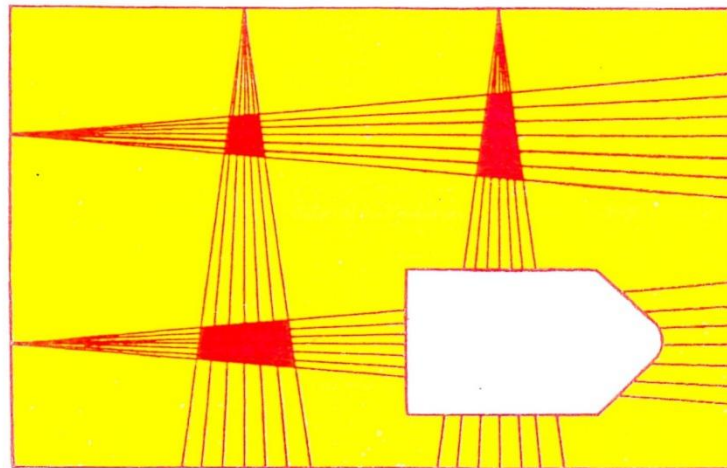
Συμπερασματικά, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας υποδεικνύουν ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας και μη τυπικής προτίμησης χεριού και παράλληλα εμφανίζουν μειωμένα επίπεδα τυπικής λειτουργικής πλευρίωσης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, επιβεβαιώνοντας την υπόθεση της ελλιπούς εγκεφαλικής πλευρίωσης. Ωστόσο, δεν θεωρείται εύλογο να προβαίνει κανείς σε αυθαίρετες γενικεύσεις του τύπου ότι η αριστεροχειρία ή η δεξιά ημισφαιρική επικράτηση για τη γλώσσα οδηγούν στη δυσλεξία, αφού οι περισσότεροι άνθρωποι από το γενικό πληθυσμό που εμφανίζουν αριστεροχειρία ή πλευρίωση της γλώσσας στο δεξιό ημισφαίριο δεν εμφανίζουν δυσλεξία (Illingworth & Bishop, 2009). Ενδεχομένως, η συμμετρία ή η μη τυπική πλευρίωση, να αποτελεί έναν από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην εμφάνισή της, σε συνδυασμό με γενετικούς, γνωστικούς, περιβαλλοντικούς και άλλους νευροβιολογικούς παράγοντες.

Η μοναδικότητα του εγκεφάλου και η πολυπλοκότητα των λειτουργιών του σε διάφορα επίπεδα (από το μοριακό μέχρι το συμπεριφορικό/γνωστικό) αποτελεί υψίστη πρόκληση για τη σύγχρονη έρευνα. Η επαναδιοργάνωση του εγκεφάλου, λόγω της πλαστικότητας των νευρώνων, που έχει καταδειχθεί μέσα από τις μελέτες λειτουργικής απεικόνισης μετά από την εφαρμογή εκπαιδευτικής παρέμβασης (Σίμος & συν., 2004), αποτελεί ίσως την πιο αισιόδοξη προοπτική για το μέλλον της εκπαίδευσης των μαθητών που αντιμετωπίζουν εξελικτικής φύσεως μαθησιακές δυσκολίες. Στην παρούσα έρευνα επιδιώχθηκε για πρώτη φορά η αξιολόγηση της λειτουργικότητας του εγκεφάλου μέσω της μεθόδου του διακρανικού υπερήχου Doppler σε μαθητές με δυσλεξία. Η μελλοντική διερεύνηση των προβληματισμών που αναδείχθηκαν θα συνεισέφερε περισσότερο στην κατανόηση της φύσης της δυσλεξίας με την ελπίδα της αξιοποίησης των αποτελεσμάτων στην εκπαιδευτική πράξη.

Παράρτημα

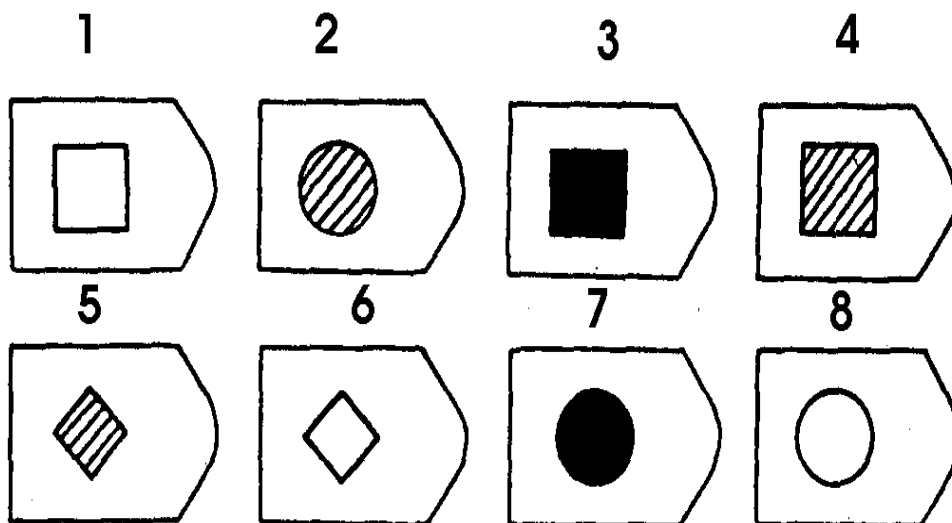
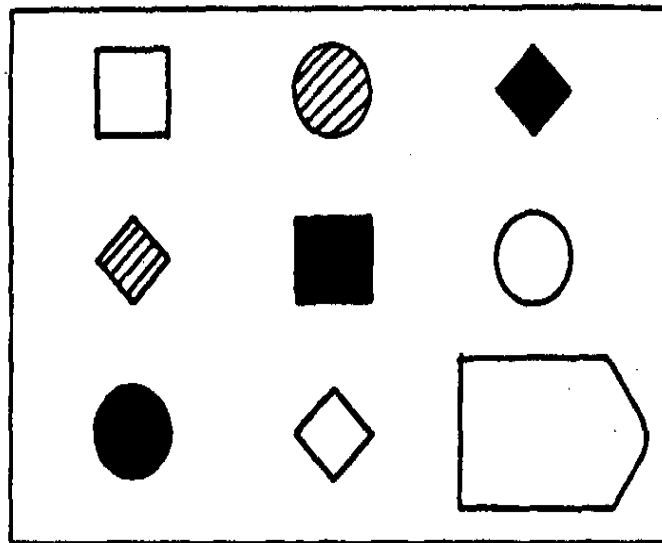
Παράρτημα 3.1 Ενδεικτικά παραδείγματα των δοκιμασιών της κλίμακας Έγχρωμων Προοδευτικών Μητρώων του Raven (CPM).

A 12



Παράρτημα 3.2 Ενδεικτικά παραδείγματα των δοκιμασιών της κλίμακας Τυπικών Προοδευτικών Μητρώων του Raven (SPM).

D8



Παράρτημα 3.3 Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (EE)

Ημ/νία:..... Κωδικός συμ/χοντα:..... Φύλο:.....

Ημερομηνία γέννησης:...../...../.....


Παρακαλώ, διάβασε προσεκτικά τις οδηγίες και χρησιμοποίησε όσο χρόνο χρειάζεσαι για να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο.

Απάντησε σημειώνοντας ✓ στο κατάλληλο κουτάκι, ανάλογα με το ποιο χέρι χρησιμοποιείς για κάθε δραστηριότητα.

Πριν απαντήσεις, φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση.

Ποιο χέρι χρησιμοποιείς:

	Πάντα το αριστερό	Συνήθως το αριστερό	Και τα δύο	Συνήθως το δεξί	Πάντα το δεξί
Για το γράψιμο					
Για τη ζωγραφική					
Για το πέταγμα μιας πέτρας					
Για να κόψεις κάτι με το ψαλίδι					
Για την οδοντόβουρτσα					
Για το κράτημα του μαχαιριού για να κόψεις κρέας					
Για το κουτάλι					
Για τη σκούπα (πάνω χέρι)					
Για το άναμα ενός σπύρτου					
Για το άνοιγμα ενός κουτιού (καπάκι)					
Με ποιο πόδι θα κλωτσήσεις μία μπάλα					
Με ποιο μάτι θα κοιτάξεις, αν πρέπει να χρησιμοποιήσεις μόνο το ένα					

Ευχαριστώ πολύ!! 

Παράρτημα 3.4 Πλήρης Κατάλογος των Λέξεων και των Ψευδολέξεων της Δοκιμασίας Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (ΛΑΟΗ)

Α' Στήλη		Β' Στήλη		Γ' Στήλη		Δ' Στήλη	
βέρι	βάση	γαρύο	πεδίο	ομύνα	οθόνη	πρώδη	σχάσο
χώσης	μήνας	μήκος	βέτας	ρέλος	λάψες	γύρος	φένης
ψύβης	ζήψος	γοβύα	πωτήο	μνήθα	τμήμα	μήκος	δέψης
οθόνη	ακάμο	ζώνη	φώζο	βάση	γέτο	φύγτα	κάρτα
ζώνη	ζίρι	καρψά	χαρτί	κάρτα	φύγτα	γήθκα	πόρτα
φθύγη	τμήμα	νόμος	φώψος	τμόρυ	τμήμα	γύρος	πάκης
θίτδη	χάλγο	ρίτης	μήκος	υλικό	αλακά	κάρτα	χόλσι
μήνας	χώσης	θόθες	πύθας	είδος	υάχος	ρύβα	θέση
ρίδζη	κάρτα	χαρτί	βιμμά	νήμα	νήφη	θώπι	φάλη
μπάλα	βγύση	φώψος	νόμος	ζόρτη	πόρτα	μώνης	νόμος
φώζο	ζώνη	λάγος	γύρος	υσυμέ	υλικό	μπάλα	δνάτη
δήζκυ	ψέχβι	χόβο	βάση	οθόνη	ηχόνο	χόλσι	κάρτα
ψυτέα	πεδίο	χαρτί	παρπέ	πάκης	γύρος	τμήμα	μνήθα
τμήμα	τμόρυ	σιγκώ	δωβχό	αχωψί	ιτυγά	βγύση	μπάλα
βάση	χόβο	πόρτα	ζόρτη	ζώνη	σέχα	νύχης	θίγες
οχηθό	υλικό	αλακά	υλικό	ακάμο	οθόνη	πεδίο	βυχάη
θέση	φίθα	θέση	ρύβα	γέτο	βάση	ηχώκα	υνώσι
βέτας	μήκος	υλικό	οχηθό	ζάβα	ζάγο	ψύτυ	θέση
τύσης	ψύτες	κλίρι	θρόπα	πόρτα	πύκρι	πεδίο	γαρύο
νόμος	λέτος	βυχάη	πεδίο	μήκος	ρίτης	δέψης	μήκος
γήρψυ	ζώνδα	κάρτα	ρίδζη	ηχόνο	οθόνη	μήνας	ρήγης
φένης	γύρος	ζίρι	ζώνη	βιμμά	χαρτί	δνάτη	μπάλα
παρπέ	χαρτί	πύκρι	πόρτα	μπάλα	γλέμυ	σέχα	ζώνη
μήνας	πήζες	υάρος	είτες	γλώτι	σβύκη	είδος	αύδες
γύρος	λάγος	βάση	βέρι	πόρτα	γήθκα	ζίρη	σάκυ
ούτης	είδος	θέση	ψύτυ	ρήγης	μήνας	λέτος	νόμος
γλέμυ	μπάλα	υάχος	είδος	υλικό	υσυμέ	οθόνη	ομύνα
νίκυ	δύχη	χώκα	πύβο	τμήμα	φθύγη	είδος	ούτης
πεδίο	ψυτέα	φίθα	θέση	δεθτώ	βελτί	αύδες	είδος
χαρτί	καρψά	νόμος	μώνης	πήζες	μήνας	δώφας	φήνης

Παράρτημα 3.5 Έγκριση διεξαγωγής της έρευνας από το Υπουργείο Παιδείας Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων κατόπιν γνωμοδότησης του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου στην δευτεροβάθμια και πρωτοβάθμια εκπαίδευση.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
Π/ΘΜΙΑΣ & Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
Δ/ΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ Δ/ΘΜΙΑΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ Α΄

Ταχ. Δ/ση: Ανδρέα Παπανδρέου 37
Τ.Κ. – Πόλη: 15180 Μαρούσι
Ιστοσελίδα:
Πληροφορίες: Αν. Πασχαλίδου
Τηλέφωνο: 210-3442238

ΠΡΟΣ :

Να διατηρηθεί μέχρι

Βαθμός Ασφαλείας

Μαρούσι 21-12-2010
Αριθ. Πρωτ 161353/Γ2
Βαθ. Προτερ.

• κ. Αγγελική Κουφάκη
• Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Α΄, Β΄, Γ΄, Δ΄ Αθήνας, Ανατ. Αττικής και Πειραιά

ΘΕΜΑ : Έγκριση διεξαγωγής έρευνας

Απαντώντας σε σχετική αίτηση και μετά τη γνωμοδότηση του Τμήματος Ερευνών, Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (πράξη 10/2010) σας γνωρίζουμε ότι **επιτρέπουμε** τη διεξαγωγή έρευνας από την κ. **Αγγελική Κουφάκη** κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2010-2011 με τις εξής προϋποθέσεις: α) Πριν από την έναρξη της έρευνας να γίνει ενημέρωση των Διευθυντών και του συλλόγου Διδασκόντων των σχολικών μονάδων Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, οι οποίες θα συμμετάσχουν στην έρευνα, σχετικά με τη διαδικασία διεξαγωγής της. β) Η έρευνα να γίνει με τη σύμφωνη γνώμη τους. γ) Η έρευνα να γίνει με την έγγραφη συγκατάθεση των γονέων - κηδεμόνων των μαθητών (για κάθε μαθητή χωριστά). Ο Διευθυντής του σχολείου να αποστέλλει στους γονείς προς συμπλήρωση το έντυπο γονικής συναίνεσης που θα του κατατεθεί από την ερευνήτρια και στο οποίο θα περιγράφεται η μεθοδολογία της έρευνας. Στη συνέχεια, αφού συγκεντρώσει τα ενυπόγραφα σημειώματα με τη συγκατάθεση των γονέων να προχωρήσει στη διεξαγωγή της έρευνας. Επισημαίνεται ότι δε θα δοθούν από το Διευθυντή ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα των μαθητών. δ) Οι μαθητές να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια και να συμμετάσχουν στα τεστ ανώνυμα και εφόσον το επιθυμούν. ε) Οι μαθητές θα απασχοληθούν εντός του ωρολογίου προγράμματος έως δύο (02) διδακτικές

Η



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΕΝΙΑΙΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ Α' ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Ταχ. Δ/ση: Α. Παπανδρέου 37
Τ.Κ. – Πόλη: 151 80 Μαρούσι
Ιστοσελίδα: <http://www.minedu.gov.gr>
Πληροφορίες: Ρ. Γεωργακόπουλος
Τηλέφωνο: 210 344 2248
Fax: 210 344 3288
e-mail: spudonpe@yppepth.gr

Να διατηρηθεί μέχρι
Βαθμός ασφαλείας

Μαρούσι, 5 – 4 – 2011

Αριθ.Πρωτ. Βαθμός Προτερ.
Φ15/ 339 / 29634 /Γ1

ΠΡΟΣ: κα Αγγελική Κουφάκη

✓ Αθήνα

ΚΟΙΝ: 1. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο
Μεσογείων 406
153 41 Αγ. Παρασκευή
2. Αρμόδιους Σχολικούς Συμβούλους
(Μέσω των Δ/σεων Π.Ε Α' Αθήνας,
Β' Αθήνας, Δ' Αθήνας, Πειραιά
& Λασιθίου)
3. Δ/ντές Εκπ/σης Π.Ε. Α' Αθήνας,
Β' Αθήνας, Δ' Αθήνας, Πειραιά
& Λασιθίου.

Θέμα: Έγκριση έρευνας

Απαντώντας σε σχετικό αίτημά σας και έχοντας υπόψη την αριθμ. 3/2011 πράξη του Τμήματος Ε.Τ.Ε.Τ. του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, σας κάνουμε γνωστό ότι εγκρίνουμε τη διεξαγωγή της έρευνάς σας με θέμα: «Διερεύνηση αναπτυξιακών μηχανισμών λειτουργικής ασυμμετρίας με τη χρήση λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler σε μαθητές με ειδική διαταραχή της ανάγνωσης, 'δυσλεξία'» η οποία θα πραγματοποιηθεί στα σχολεία του συνημμένου πίνακα με τις ακόλουθες επισημάνσεις:

1. Η άδεια χορηγείται για μια τριετία.
2. Πριν από τις επισκέψεις σας στα σχολεία να υπάρχει συνεννόηση με τους Διευθυντές τους, το Σχολικό Σύμβουλο και συνεργασία με το διδακτικό προσωπικό, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία των σχολικών μονάδων.
3. Τα αποτελέσματα της έρευνάς σας να κοινοποιηθούν στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, στα τμήματα Ε.Α.Ε. και Πρωτοβάθμιας, και στη Δ/ση Σπουδών Π.Ε.
4. Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών στην έρευνα είναι πάντα προαιρετική, γίνεται με δική τους ευθύνη και εφόσον το επιθυμούν.
5. Για την διεξαγωγή της έρευνάς σας στους μαθητές θα πρέπει να προηγηθεί ενημέρωση των γονέων και των εκπαιδευτικών, ώστε να υπάρχει **ενυπόγραφο-υπεύθυνη** δήλωση των γονέων έχοντας υπόψη ότι για όλες τις περιπτώσεις η συμμετοχή στην έρευνα δεν είναι υποχρεωτική.

9

Παράρτημα 3.6. Δελτίο συγκατάθεσης των γονέων για τη συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

Επιβλέπων Καθηγητής: Παπαδάτος Γιάννης

Δεινοκράτους 27, 106 75 ΑΘΗΝΑ

Τηλ. 210-3641712

Τίτλος έρευνας: «Διερεύνηση αναπτυξιακών μηχανισμών λειτουργικής ασυμμετρίας σε μαθητές με ειδική διαταραχή της ανάγνωσης, δυσλεξία»

Υπεύθυνη Ερευνήτρια : Κουφάκη Αγγελική

ΔΕΛΤΙΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ

Σας ζητείται να δώσετε τη συγκατάθεσή σας για τη συμμετοχή του παιδιού σας σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα που γίνεται στα πλαίσια του Πανεπιστημίου Αθηνών και έχει εγκριθεί από το **Υπουργείο Παιδείας** και το **Παιδαγωγικό Ινστιτούτο** (Αριθ.Πρωτ.161353/Γ2), (Αριθ.Πρωτ. Φ15/339/29634/Γ1).

Οι ακόλουθες πληροφορίες παρέχονται προς ενημέρωσή σας προκειμένου να αποφασίσετε αν επιθυμείτε να συμμετέχει το παιδί σας. **Θα θέλαμε να γνωρίζετε ότι δεν είστε υποχρεωμένοι να συμμετέχετε αν δεν το θέλετε και ότι μπορείτε να αποχωρήσετε οποιαδήποτε στιγμή το θελήσετε.**

1. Σκοπός

Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει μια διεθνής διεπιστημονική συνεργασία ανάμεσα στις επιστήμες της Εκπαίδευση και τη Νευροψυχολογίας με σκοπό τη βαθύτερη κατανόηση των μηχανισμών μάθησης και γνωστικής ανάπτυξης (Fischer, Immordino-Yang, & Waber, 2007). Ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελείται από δύο ημισφαίρια, το καθένα από τα οποία εξειδικεύεται σε συγκεκριμένες λειτουργίες. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η μελέτη της γλωσσικής πλευρίωσης του εγκεφάλου, δηλαδή ποιο ημισφαίριο του εγκεφάλου και με ποιο τρόπο επεξεργάζεται τη γλώσσα (π.χ. κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης δουλεύει πιο πολύ το δεξί ή το αριστερό ημισφαίριο;). Συνεπώς η γνώση της λειτουργίας των εγκεφαλικών

ημισφαιρίων είναι καίριας σημασίας για την καλύτερη προσαρμογή του παιδιού στη μάθηση.

Για την αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης θα χρησιμοποιηθούν ερωτηματολόγια, πρακτικά τεστ (π.χ. πόσο γρήγορα κινεί το παιδί τουβλάκια ή εικόνες με το δεξί ή αριστερό του χέρι) και τεστ στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (π.χ. σε ποια πλευρά της οθόνης αναγνωρίζει το παιδί μία λέξη που εμφανίζεται γρήγορα). Επίσης η άμεση παρατήρηση της γλωσσικής πλευρίωσης θα πραγματοποιηθεί μέσα από πρωτοποριακές για τα ελληνικά δεδομένα μεθόδους απεικόνισης εγκεφάλου και συγκεκριμένα με τη χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler που εξετάζει τον τρόπο που ενεργοποιείται ο εγκέφαλος κατά τη μαθησιακή διαδικασία. Ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler αποτελεί μια σύγχρονη νευροφυσιολογική και νευροψυχολογική τεχνική, η οποία είναι απόλυτα ασφαλής, αλλά και μη επεμβατική. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υπερηχογραφήματα Doppler διεξάγονται με τον ίδιο τρόπο όπως και τα κοιλιακά (σε εγκυμονούσες γυναίκες), επομένως δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για την υγεία των παιδιών σας. Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης με τον υπέρηχο Doppler, τοποθετείται μία ειδική στεφάνη περιμετρικά στο κεφάλι του παιδιού και μετράται η αιματική ροή, την ώρα που το παιδί θα βλέπει στην οθόνη του Η/Υ μικρής διάρκειας κινούμενα σχέδια και θα περιγράφει την ιστορία (βλ. εικόνα).



Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την εφαρμογή του υπέρηχου Doppler σε παιδιά μπορείτε να επισκεφτείτε την ηλεκτρονική διεύθυνση :

<http://www.jove.com/video/2161/assessment-of-cerebral-lateralization-in-children-using-functional-transcranial-doppler-ultrasound-ftcd>

2. Διαδικασία

Η συμμετοχή σας σε αυτήν την έρευνα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Στην έρευνα θα πάρουν μέρος μαθητές Δ' δημοτικού έως Γ' γυμνασίου. Η διαδικασία συλλογής των δεδομένων θα είναι η ακόλουθη:

α) Αρχικά θα χορηγηθούν σύντομες δοκιμασίες για τη μαθησιακή αξιολόγηση του μαθητή (τεστ ανάγνωσης και ορθογραφίας) η διάρκεια των οποίων δεν θα υπερβαίνει τα 30' - 35' λεπτά.

β) Στη συνέχεια θα ακολουθήσει η χορήγηση ερωτηματολογίων και 2 σύντομων πρακτικών τεστ και ενός τεστ στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, η διάρκεια των οποίων δεν θα υπερβαίνει τα 30' - 35' λεπτά.

γ) Αξιολόγηση με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, διάρκειας περίπου 30' λεπτών.

2. Οφέλη

Το σημαντικότερο όφελος από την συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα είναι η συμμετοχή σας στην προαγωγή της επιστήμης, καθώς θα γίνει προσπάθεια να κατανοηθεί καλύτερα ο τρόπος επεξεργασίας της γλώσσας από τον εγκέφαλο με απώτερο σκοπό τη δημιουργία και εφαρμογή αποτελεσματικότερων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που θα διευκολύνουν τους μαθητές να μαθαίνουν.

Επιπλέον, το προσωπικό σας όφελος από τη συμμετοχή σας στην έρευνα αυτή θα είναι η καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση της πλευρίωσης του παιδιού σας. Για παράδειγμα θα μάθετε σε ποιο ημισφαίριο του παιδιού σας γίνεται η παραγωγή της γλώσσας, ποιο ημισφαίριο χρησιμοποιεί για να αναγνωρίσει πρόσωπα, αν το παιδί σας είναι δεξιόχειρας, αριστερόχειρας ή έχει μικτές προτιμήσεις.

Επίσης, θα χορηγηθεί στο παιδί σας έπαινος – βεβαίωση για τη συμμετοχή του στην έρευνα και ένα μπλουζάκι με το λογότυπο του Πανεπιστημίου.

3. Εμπιστευτικότητα

Κατά τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων, θα τηρηθεί αυστηρά η ανωνυμία των συμμετεχόντων και το απόρρητο των ερωτηματολογίων με τη χρήση κωδικών αντί ονομάτων. Σας επισημαίνουμε ότι όλα τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θεωρούνται προσωπικά δεδομένα, δεν θα χρησιμοποιηθούν οπτικοακουστικά μέσα καταγραφής των συνεντεύξεων και θα τηρηθεί η κείμενη νομοθεσία περί προσωπικών δεδομένων.

Αν έχετε επιπλέον ερωτήσεις σχετικά με την έρευνα, μπορείτε να επικοινωνήσετε με την ερευνήτρια Κουφάκη Αγγελική στο τηλ. 69.....

Έχω διαβάσει τις ανωτέρω αναφερόμενες πληροφορίες και συμφωνώ να συμμετέχω στην έρευνα.

Εκτιμώ ότι θα λάβω αντίγραφο της φόρμας συγκατάθεσης όταν αυτή θα έχει υπογραφεί.

Υπογραφή γονέα ή νόμιμου κηδεμόνα

.....

Τηλέφωνο επικοινωνίας

.....

Όνοματεπώνυμο Μαθητή

.....

Υπογραφή ερευνητή που έλαβε την συγκατάθεση

.....

Παράρτημα 3.7 Ατομικό Φυλλάδιο αξιολόγησης των μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΑΘΗΤΗ (v. 1)

Όνομα μαθητή:
 Κωδικός:
 Ημερομηνία γέννησης:
 Ημερομηνία χορήγησης:

1. Δοκιμασία Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης χεριού (ΠΠΧ)

Οδηγίες: Τώρα θέλω να σηκώσεις την κάρτα που θα σου πω και να την τοποθετήσεις στο κουτί που βρίσκεται μπροστά σου. Σε παρακαλώ βάλε στο κουτί την κάρτα

1.ρόδι		8.ζέβρα		15.οδοντόβουρτσα	
2.δέντρο		9.κότα		16.μανιτάρι	
3.υποβρύχιο		10.ξυφίας		17.λουλούδι	
4.τρένο		11.φράουλα		18.ψάρι	
5.νούφαρο		12.ελικόπτερο		19.βάρκα	
6.πεταλούδα		13.χταπόδι		20.ιππόκαμπος	
7.αστέρι		14.ρολόι		21.γάτα	
ΣΥΝΟΛΟ:					

*Ο εξεταστής σημειώνει 2 όταν ο συμμετέχοντας χρησιμοποιεί το δεξί του χέρι, 1 όταν γίνεται εναλλαγή (δίνει με το ένα χέρι την κάρτα στο άλλο) και 0 για το αριστερό.

2. Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου (ΕΕ)

Οδηγίες: Διάβασε προσεκτικά τις οδηγίες. Απάντησε σημειώνοντας + στο κατάλληλο κουτάκι, ανάλογα με ποιο χέρι χρησιμοποιείς για κάθε δραστηριότητα. Πριν απαντήσεις φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση.

3. Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ)

Οδηγίες: Τώρα σε παρακαλώ σήκω όρθιος. Στη δοκιμασία αυτή πρέπει να τοποθετήσεις τα ξυλάκια από την πίσω σειρά στην μπροστά, όσο πιο γρήγορα μπορείς. Θα χρησιμοποιείς το χεράκι που θα σου λέω εγώ. Δεν πειράζει αν σου πέσει κάποιο ξυλάκι, τότε θα ξεκινήσουμε την προσπάθεια από την αρχή. Με το δεξί σου χέρι θα μετακινείς τα ξυλάκια από τα δεξιά προς τα αριστερά και με το αριστερό σου χέρι από τα αριστερά προς τα δεξιά. Προσπάθησε να μη μιλάς όσο μετακινείς τα ξυλάκια γιατί θα καθυστερείς.

Δοκιμασία 1η	Δεξί χέρι	Δ	
Δοκιμασία 2 ^η	Αριστερό χέρι	Α	

Δοκιμασία 3 ^η	Δεξί χέρι	Δ	
Δοκιμασία 4 ^η	Αριστερό χέρι	Α	
Δοκιμασία 5 ^η	Δεξί χέρι	Δ	
Δοκιμασία 6 ^η	Αριστερό χέρι	Α	

Συνολικός χρόνος δεξιών αποκρίσεων	
Συνολικός χρόνος αριστερών αποκρίσεων	
Μ.Ο δεξιών αποκρίσεων	
Μ.Ο αριστερών αποκρίσεων	
Μ.Ο ΔΙΑΦΟΡΑ (Α – Δ)	

4. Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (ΛΑΟΗ)

Τώρα θα παρουσιαστούν στην οθόνη του υπολογιστή 24 ζευγάρια λέξεων-ψευδολέξεων και 24 ζευγάρια ψευδολέξεων. Κατά τη διάρκεια του τεστ, θα πρέπει να πατήσεις εκείνο το πλήκτρο που βρίσκεται στη μεριά στην οποία εμφανίζεται η λέξη γρήγορα και με ακρίβεια. Πάτα το Μ με το δεξί σου δείκτη όταν νομίζεις ότι είδες μία λέξη στα δεξιά σου και το C με τον αριστερό σου δείκτη όταν νομίζεις ότι την είδες στα αριστερά σου ή το πλήκτρο του διαστήματος (space) όταν νομίζεις ότι δεν είδες καμία πραγματική λέξη. Για παράδειγμα: (εμφανίζονται αναλυτικά οι οδηγίες στην οθόνη του Η/Υ).

Προσοχή!!! Δεν πρόκειται ποτέ να δεις ταυτόχρονα στην οθόνη σου 2 λέξεις. Προσπάθησε να εστιάσεις το βλέμμα σου στο σταυρό που βρίσκεται στο κέντρο της οθόνης

5. 2D : 4D

	Δείκτης	Παράμεσος
Δεξί χέρι:		
Αριστερό χέρι:		

Παρατηρήσεις:.....

Βιβλιογραφία

Με ένα αστερίσκο σημειώνονται οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση των Eglinton & Annett (1994) και με δύο αστερίσκους οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα μετα-ανάλυση (Κεφάλαιο 2^ο. Ολοκλήρωση συλλογής δεδομένων: Μάρτιος 2010).

- Aboitiz, F., Scheibel, A. B., Fisher, R. S., & Zaidel, E. (1992). Individual differences in brain asymmetries and fiber composition in the human corpus callosum. *Brain Research*, 598, 154-161.
- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ahissar, M., Protopapas, A., Reid, M., & Merzenich, M. M. (2000). Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 13907-13912.
- Alibeik, H. S., & Angaji, A. (2010). Developmental aspects of left-handedness. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, (5), 877-881.
- Al-Yagon, M., Cavendish, W., Cornoldi, C., Fawcett, A. J., Grünke, M., Hung, L. Y., Jiménez, J. E., Karande, S., van Kraayenoord, C. E., Lucangeli, D., Margalit, M., Montague, M., Sholapurwala, R., Sideridis, G., Tressoldi, P. E., Vio, C. (2013). The proposed changes for DSM-5 for SLD and ADHD: International perspectives-Australia, Germany, Greece, India, Israel, Italy, Spain, Taiwan, United Kingdom, and United States. *Journal of Learning Disabilities*, 46 (1), 58-72.
- Amarenco, P., Chevrie-Muller, C., Rouillet, E., & Bousser, M. G. (1991). Paravermal infarct and isolated cerebellar dysarthria. *Annals of Neurology*, 30, (2), 211-213.
- Anastasiou, D., & Polychronopoulou, S. (2009). Identification and overidentification of Specific Learning Disabilities (Dyslexia) in Greece. *Learning Disability Quarterly*, 32, 55-69.
- Anderson, P. L., & Meier-Hedde, R. (2001). Early Case Reports of Dyslexia in the United States and Europe. *Journal of Learning Disabilities*, 34, (1), 9-21.
- Angrilli, A., Dobel, C., Rockstroh, B., Stegagno, L., & Elbert T. (2000). EEG brain mapping of phonological and semantic tasks in Italian and German languages. *Clinical Neurophysiology*, 111, 706-716.
- *Annet, M. & Kilshaw, D. (1984). Lateral preference and skill in dyslexics: implications of the right shift theory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25, 357-377.
- Annett, M. (1970a). A classification of hand preference by association analysis.

- British Journal of Psychology*, 61, 303-321.
- Annett, M. (1970b). The growth of manual preference and speed. *British Journal of Psychology*, 61, 545-558.
- Annett, M. (1972). The distribution of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, 63, 343-358.
- Annett, M. (1976). A coordination of hand preference and skill replicated. *British Journal of Psychology*, 67, 587-592.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Annett, M. (1996a). In defense of the right shift theory. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 115-137.
- Annett, M. (1996b). Laterality and Types of dyslexia. *Neuroscience & Behavioral Reviews*, 20, (4), 631-636.
- Annett, M. (2002). *Handedness and brain asymmetry: the right shift theory*. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Annett, M. (2011). Dyslexia and handedness: developmental phonological and surface dyslexias are associated with different biases for handedness. *Perceptual and Motor Skills*, 112, (2), 417-425.
- Annett, M., & Manning, M. (1990). Reading and a balanced polymorphism for laterality and ability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31, 511-529.
- **Annett, M., Eglinton, E., & Smythe, P. (1996). Types of dyslexia and the shift to dextrality. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 167-180.
- APA (1994). *DSM-IV diagnostic and statistical-Manual (4th edn)*. Washington, D.C.: American Psychiatric Association.
- APA (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 4th edition. Washington, D.C: American Psychiatric Association.
- APA (2010). *DSM-5. A 13 dyslexia*. APA DSM-5 development. Available from: <http://www.dsm5.org/ProposedRevisions/Pages/proposedrevision.aspx?rid=84> [last accessed 11 November 2011].
- Araújo, S., Pacheco, A., Faisca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2010). Visual rapid naming and phonological abilities: Different subtypes in dyslexic children. *International Journal of Psychology*, 45 (6), 443-452.
- Arbib, M. A. (2001). Co-evolution of human consciousness and language. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 929, 195-220.
- Archer, L. A., Campbell, D., & Segalowitz, S. J. (1988). A prospective study of hand preference and language development in 18 to 30-month olds: Hand preference. *Developmental Neuropsychology*, 4, 85-92.

- Artal, F. J. C., Cabrera, C. V., & Horan, T. A. (2004). Lateralization of cerebral blood flow velocity changes during auditory stimulation: A functional transcranial Doppler study. *Applied Neuropsychology*, *11* (3), 167-174.
- Aziz-Zadeh, L., Iacoboni, M., Zaidel, E., Wilson, S., & Mazziota, J. (2004). Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sounds. *European Journal of Neuroscience*, *19*, 2609-2612.
- Αλεξόπουλος, Δ. (1998). *Ψυχομετρία*. Α' τόμος. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Αναστασίου, Δ. (1998). *Δυσλεξία: Θεωρία και Έρευνα, Όψεις Πρακτικής*. Τόμος 1, Θεωρητικά, Διαγνωστικά και Ερευνητικά ζητήματα. Αθήνα, Ατραπός.
- Bach, S., Brandeis, D., Hofstetter, C., Martin, E., Richardson, U., Brem, S., (2010). Early emergence of deviant frontal fMRI activity for phonological processes in poor beginning readers. *NeuroImage* *53*, 682-693.
- Badcock, N. A., Nye, A., & Dorothy, D. V. M. (2012). Using functional transcranial Doppler ultrasonography to assess language lateralisation: Influence of task and difficulty level. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, *17* (6), 694-710.
- Bakan, P. (1971). Handedness and birth order. *Nature*, *229*, 195.
- Bakan, P. (1991). Handedness and maternal smoking during pregnancy. *International Journal of Neuroscience*, *56*, 161-168.
- Bakan, P., Dibb, G., & Reed, P. (1973). Handedness and birth stress. *Neuropsychologia*, *11*, 363-366.
- Beaton, A. (2004). *Dyslexia, reading, and the brain*. East Essex, UK: Psychology Press.
- Beaton, A. A. (1997). The relation of planum temporale asymmetry and morphology of the corpus callosum to handedness, gender, and dyslexia: A review of the evidence. *Brain and Language*, *60*, 255-322.
- Beaton, A. A., Magowan, S. V., & Rudling, N.G. (2012). Does handedness or digit ratio (2D:4D) predict lateralised cognitive ability? *Personality and Individual Differences*, *52* (5), 627-631.
- Beaton, A. A., Rudling, R., Kissling, C., Taurines, R., & Thome, J. (2011). Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone and handedness. *Laterality*, *16*, 136-155.
- Beaton, A. A. (1997). The relation of the planum temporale asymmetry and morphology of the corpus callosum to handedness, gender and dyslexia: a review of the evidence. *Brain Language*, *60*, 255-322.
- Beauvois, M. F., & Derouesne, J. (1979). Phonological alexia: Three dissociations. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *42*, 1115-1124. In Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., Haller, M. (1993). Models of reading aloud: dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, *100*, 589-608.

- Beech, J. R., & Beauvois, M. W. (2006). Early experience of sex hormones as a predictor of reading, phonology, and auditory perception. *Brain and Language, 96*, 49-58.
- Behrmann, M., & Bub, D. (1992). Surface dyslexia and dysgraphia: Dual routes, single lexicon. *Cognitive Neuropsychology, 9*, 209-251.
- Belin, P., Zilbovicius, M., Crozier, S., Thivard, L., & Fontaine, A. (1998). Lateralization of speech and auditory temporal processing. *Journal of Cognitive Neuroscience, 10*, 536-540.
- Bellis, T. J., Billiet, C., & Ross, J. (2008). Hemispheric lateralization of bilaterally presented homologous visual and auditory stimuli in normal adults, normal children, and children with central auditory dysfunction. *Brain Cognition, 66*, 280-289.
- Belmont, L., & Birch, H. G. (1965). Lateral dominance, lateral awareness and reading disability. *Child Development, 36*, 57-71.
- Berker, E. A., Berker, A. H., & Smith, A. (1986). Translation of Broca's 1865 report: Localization of speech in the third left frontal convolution. *Archives of Neurology, 43*, 1065-1072.
- Berlin, R. (1887). *Eine Besondere Art der Wortblindheit (Dyslexie)*. Wiesbaden: Verlag von J.F.Bergmann. In Critchley, M. (1970). *The dyslexic child* (2nd ed). London: Heinemann.
- Bernard, D. (1885). *De l'aphasie et de ses diverses formes* Paris: Progres Medical. Στο Anderson, P. L., & Meier-Hedde, R. (2001). Early case reports of dyslexia in the United States and Europe. *Journal of Learning Disabilities, 34* (1), 9-21.
- Bethmann, A., Tempelmann, C., De Bleser, R., Scheich, H., & Brechmann, A. (2007). Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. *Brain Research, 1133*, 145-157.
- *Bettman, J. W., Stern, E. L., Whitsell, L. J., & Gofman, H. F. (1967). Cerebral dominance in developmental dyslexia. *Archives of Ophthalmology, 78*, 722-729.
- Bisazza, A., Rogers, L. J., & Vallortigara, G. (1998). The origins of cerebral asymmetry: a review of evidence of behavioural and brain lateralization in fishes, reptiles and amphibians. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 22*, 411-426.
- Bishop, B. V. M. (2005). Handedness and Specific Language Impairment: A Study of 6-Year-Old Twins. *Developmental Psychobiology, 46*, 362-369.
- *Bishop, D. V. M. (1984). Using non-preferred hand skill to investigate pathological left-handedness in an unselected population. *Developmental Medicine & Child Neurology, 26*, 214-226.
- Bishop, D. V. M. (1990). *Handedness and developmental disorder*. Oxford: Blackwell Scientific and Philadelphia: J.B. Lippincott.

- Bishop, D. V. M., Badcock, N. A., & Holt, G. (2010). Assessment of cerebral lateralization in children using functional transcranial Doppler ultrasound (fTCD). *Journal of Visualized Experiments*, 43, [http://www.jove.com/details.php?id=2161].
- Bishop, D. V. M., Ross, V. A., Daniels, M. S., & Bright, P. (1996). The measurement of hand preference: A validation study comparing three groups of right-handers. *The British Journal of Psychology*, 87, 269-285.
- Bishop, D. V. M., Watt, H., & Papadatou-Pastou, M. (2009). An efficient and reliable method for measuring cerebral lateralization during speech with functional transcranial Doppler ultrasound. *Neuropsychologia*, 47, 587-590.
- Bishop, D. V. M. & Snowling, M. J. (2004). Developmental Dyslexia and Specific Language Impairment: Same or Different? *Psychological Bulletin*, 130 (6), 858-886.
- Boder, E. (1973). Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 15, 663-687.
- **Boets, B., De Smedt, B., Wouters, J., Lemay, K., & Ghesquière, P. (2007). No relation between 2D:4D fetal testosterone marker and dyslexia. *NeuroReport*, 18 (14), 1487-1491.
- Boles, D. B. (1984). Sex in lateralized tachistoscopic word recognition. *Brain and Language*. 23 (2), 307-317.
- Boles, D. B. (1990). What bilateral displays do. *Brain and Cognition*, 12 (2), 205-228.
- Boles, D., & Turan, T. (2003). Multiprocess lateralisation in dyslexia. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 8 (2), 155-167.
- Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J., & Rothstein, H. (2005). *Comprehensive Meta-Analysis (Version 2)* [Computer software]. Englewood, NJ: Biostat.
- Bottini, G., Corcoran, R., Sterzi, R., Paulesu, E., Schenone, P., Scarpa P., Frackowiak, R. S. J., & Frith, D. (1994). The role of the right hemisphere in the interpretation of figurative aspects of language. A positron emission tomography activation study. *Brain*, 117 (6), 1241-1253.
- Bowers, P. G. (2003). RAN's contribution to understanding reading disabilities. Στο H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (επιμ.) *Handbook of learning disabilities* (pp. 140-157). New York: Guilford.
- Bowers, P. G., Golden, J., Kennedy, A., & Young, A. (1994). *Limits upon orthographic knowledge due to processes indexed by naming speed*. In V. W. Berninger (Ed.), *The varieties of orthographic knowledge: Vol. I. Theoretical and developmental issues* (pp. 173-218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read - a causal connection. *Nature*, 301, 419-521.

- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. (1983). *Human cerebral asymmetry*. New York: Prentice-Hall.
- **Braun, C. M. J., Archambault, M-A., Daigneault, S., & Larocque, C. (2000). Right body side performance decrement in congenitally dyslexic children and left body side performance decrement in congenitally hyperactive children. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 13 (2), 89-100.
- Breier, J. I., Simos, G. P., Fletcher, J. M., Castillo, E. M., Zhang, W., & Papanicolaou, A. C (2003). Abnormal Activation of Temporoparietal Language Areas During Phonetic Analysis in Children With Dyslexia. *Neuropsychology*, 17 (4), 610-621.
- Breier, J. I., Simos, P. G., Zouridakis, G., & Papanicolaou, A. C. (1999). Temporal course of regional brain activation associated with phonological decoding. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21, 465-476.
- Brem, S., Bucher, K., Halder, P., Summers, P., Dietrich, T., Martin, E., & Brandeis, D. (2005). Evidence for developmental changes in the visual word processing network beyond adolescence. *NeuroImage*, 29, 822-837.
- Bretherton, L., & Holmes, V. M. (2003). The relationship between temporal auditory processing, phonemic awareness, and reading disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 84, 218-243.
- Breznitz, Z., & Misra, M. (2003). Speed of processing of the visual-orthographic and auditory-phonological systems in adult dyslexics: The contribution of “asynchrony” to word recognition deficits. *Brain and Language*, 85 (3), 486-502.
- Breznitz, Z., & Meyler, A. (2003). Speed of lower-level auditory and visual processing as a basic factor in dyslexia: Electrophysiological evidence. *Brain and Language*, 85, 166-184.
- Briggs, G. G., & Nebes, R. D. (1975). Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*, 11, 230-238.
- Brinton, D. (1986). Left-handedness in North American aboriginal art. *American Anthropologist*, 9, 175-181.
- Brizzolara, D., Pecini, C., Chilosi, A., Cipriani, P., Gasperini, F., Mazzotti, , Pecini, C., & Zoccolott, P. (2006). Do phonological and rapid automatized naming deficits differentially affect dyslexic children with and without a history of language delay? A study on Italian dyslexic children. *Cognitive and Behavioural Neurology*, 19 (3), 141-149.
- Broca, P. (1965). Sur le siège de la faculté du langage articulé. *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 6, 377-393. In Papadatou-Pastou M. (2008). *Sex differences in Praxic and Linguistic Lateralisation*. Thesis, University of Oxford.

- Brosnan, M. J. (2008). Digit ratio as an indicator of numeracy relative to literacy in 7-year-old British schoolchildren. *British Journal of Psychology*, *99*, 75-85.
- Bruck, M., & Treiman R. (1992). Learning to pronounce words: The limitations of analogies. *Reading Research Quarterly*, *27*, 375-388.
- Brunsdon, R. K., Hannan, T. J., Coltheart, M., & Nickels, L. (2002). Treatment of lexical processing in mixed dyslexia: A case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, *12*, 385-418.
- Brunswick, N. & Rippon G. (1994). Auditory event-related potentials, dichotic listening performance and handedness as indices of lateralisation in dyslexic and normal readers. *International Journal of Psychophysiology*, *18*, 265-275.
- Brunswick, N. (2010). Unimpaired reading development and dyslexia across different languages. In N. Brunswick, S. McDougall, & P. de Mornay Davies (Eds.), *Reading and dyslexia in different orthographies* (pp. 131–154). Hove: Psychology Press.
- Brunswick, N., McDougall, S., & de Mornay Davies, P. (Eds.). (2010). *Reading and dyslexia in different orthographies*. Hove: Psychology Press.
- Bryant, P. E., Bradley, L., Maclean, M., & Crossland, J. (1989). Nursery rhymes, phonological skills and reading. *Journal of Child Language*, *16*, 407-428.
- Bryden, M. P. (1982). *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press.
- Bryden, M. P. (1988). Does laterality make any difference? Thoughts on the relation between cerebral asymmetry and reading. In D. Molfese & S. Segalowitz (Eds.), *Brain lateralization in children: Developmental implications* (pp. 509–525). New York: Guildford Press.
- Bryden, M. P., Bulman-Fleming, M. B., & MacDonald, V. (1996). The measurement of handedness and its relation to neuropsychological issues. In Papadatou-Pastou M. (2008). *Sex differences in Praxic and Linguistic Lateralisation*. Thesis, University of Oxford.
- Bryden, P. J., Pryde, K. M., & Roy, E. A. (2000). A performance measure of the degree of hand preference. *Brain and Cognition*, *44*, 402-414.
- Bryden, P., & Roy, E.A. (2006). Preferential Reaching across regions of hemispace in adults and children. *Development Psychobiology*, *48* (2), 121-132.
- Burgess, J. W., & Villablanca, J. R. (1986). Recovery of function after neonatal or adult hemispherectomy in cats. II: Limb bias and development, paw usage, locomotion and rehabilitative effects of exercise. *Behavioural Brain Research*, *20*, 1-18.
- Burton, M. (2001). The role of inferior frontal cortex in phonological processing. *Cognitive Science*, *25*, 695-709.

- Buxhoeveden, D. P., Switala, A. E., Roy, E., Litaker, M., & Casanova, M. (2001). Morphological differences between minicolumns in human and nonhuman primate cortex. *American Journal of Physical Anthropology*, *115*, 361-371.
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1989). Phonemic awareness and letter knowledge in the child's acquisition of the alphabetic principle. *Journal of Educational Psychology*, *81*, 313-321.
- Βλάχος, Φ. (1998). *Αριστεροχειρία, μύθοι και πραγματικότητα*. Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα.
- Βλάχος, Φ. (2006). Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας στην ανάγνωση και στη δυσλεξία. *Επιστημονική Επετηρίδα της Ψ.Ε.Β.Ε.*, *4*, 263-281.
- Βλάχος, Φ. (2007). *Η γενετική βάση της δυσλεξίας: Σύγχρονα ευρήματα και μελλοντικές προοπτικές*. Στο Π. Ορφανός (Επιμ. Έκδ.), *Η ειδική αγωγή στην κοινωνία της γνώσης*. (Τομος Α', σ. 132-141). Αθήνα: Γρηγόρης.
- Βλάχος, Φ. (2011). *Γονίδια της δυσλεξίας ή γονίδια της εγκεφαλικής ανάπτυξης; Συμπόσιο με θέμα Ψυχοβιολογικές προσεγγίσεις της αναπτυξιακής δυσλεξίας*. Παρουσιάστηκε στο 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Αθήνα, 25-29 Μαΐου.
- Cain, K. (2010). *Reading development and difficulties*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Caranovas, M., Bruck, M. & Genessee, F. (2003). Similarities and differences between English and French speaking poor spellers. Στο Μουζάκη, Α. & Πρωτόπαπας, Α. *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία
- Caravolas, M., Hulme, S., & Snowling, M. J. (2001). The foundations of spelling ability: Evidence from a 3-year longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, *45*, 751-774.
- Caravolas, M., Volin, J., & Hulme, C. (2005). Phoneme awareness is a key component of alphabetic literacy skills in consistent and inconsistent orthographies: Evidence from Czech and English children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *92*, 107-139.
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, *47*, 149-180.
- Castles, A., Bates, T. C., & Coltheart, M. (2006). John Marshall and the developmental dyslexias. *Aphasiology*, *20*, 871-892.
- Cavill, S., & Bryden, P. (2003). Development of handedness: comparison of questionnaire and performance-based measures of preference. *Brain and Cognition*, *53*, 149-151.
- Chi, J. G., Dooling, E. C., & Gilles, F. H. (1977). Left-right asymmetries of the temporal speech areas of the human fetus. *Archives of Neurology*, *34*, 346-348.
- Clark, M. M. (1957). *Left-handedness*. University of London Press, London.

- Clements, A. M., Rimrodt, S. L., Abel, J. R., Blankner, J. G., Mostofsky, S. H., Pekar, J. J., Denckla, M. B., Cutting, L. E., (2006). Sex differences in cerebral laterality of language and visuospatial processing. *Brain and Language*, 98 (2), 150-158.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehericy, S., Dehaene-Lambertz, G., Henaff, M. A., & Michel, F. (2000). The visual word form area: spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split brain patients. *Brain*, 123, 291-307.
- Collins, R. L. (1985). On the inheritance of direction and degree of asymmetry. In Papadatou-Pastou M. (2008). *Sex differences in Praxis and Linguistic Lateralisation*. Thesis, University of Oxford.
- Coltheart, M. & Rastle, K. (1994). Serial processing in reading aloud: evidence for dual route models of reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 20, 1197-1211.
- Coltheart, M. (1985). *Cognitive neuropsychology and the study of reading*. In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 3-37). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coltheart, M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: An overview. *London Review of Education*, 4, 5-17.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589-608.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. C. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-256.
- Conrad, N. J., & Levy, B. A., (2007). Letter processing and the formation of memory representations in children with naming speed deficits. *Reading and writing: An interdisciplinary Journal*, 20, 201-223.
- Constam, D. B., & Robertson, E. J. (2000). SPC4/PACE4 regulates a TGFbeta signaling network during axis formation. *Genes and Development*, 14, 1146-1155.
- Corballis, M. C. (1974). The left-right problem in Psychology. *Canadian Psychologist*, 15 (1), 16-33.
- Corballis, M. C. (1991). *The lopsided ape*. Oxford: Oxford University Press.
- Coren, S., & Porac, C. (1977). Fifty centuries of right-handedness: the historical record. *Science*, 198, 631-632.
- Coren, S. (1993). The Lateral Preference Inventory for measurement of handedness, footedness, eyedness and earedness: Norms for young adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 31, 1-3.
- Corey, D. M., Hurley, M. M., & Foundas, A. L. (2001). Right and left handedness

defined: A multivariate approach using hand preference and hand performance measures. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioural Neurology*, 14, 144-152.

- Crespi, T. D., & Cooke, D. T. (2003). Specialization in neuropsychology: Contemporary concerns and considerations for school psychology. *The School Psychologist*, 57 (3), 97-100.
- Critchley, M. (1970). *The Dyslexic Child*. Springfield, IL: Thomas. In Shaywitz, S., Morris, R., & Shaywitz, B. (2008). The education of Dyslexic Children from Childhood to Young Adulthood. *Annual Reviews of Psychology*, 59, 451-575.
- Cunningham, D. J. (1892). *Contribution to the Surface Anatomy of the Cerebral Hemispheres*. Dublin: Royal Irish Academy.
- Curt, F., Maccario, J., & Dellatolas, G. (1992). Distributions of hand preference and hand skill asymmetry in preschool children: Theoretical implications. *Neuropsychologia*, 30 (1), 27-34.
- Cutting, L. E., & Denckla, M. B. (2001). The relationship of rapid serial naming and word reading in normally developing readers: an exploratory model. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 14, 673-705.
- Γεώργας, Δ. Δ., Παρασκευόπουλος, Ι. Ν., Μπεζεβέγκης, Η. Γ. & Γιαννίτσας, Ν. Δ. (1997). *Ελληνικό WISC-III: Wechsler κλίμακες νοημοσύνης για παιδιά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Daniels, S., Walsh, A. K., Goldston, D. B., Arnold, E. M., Reboussin, B. A., & Wood F. B. (2006). Suicidality, school dropout, and reading problems among adolescents. *Journal of Learning Disabilities*, 39, 507-514.
- Das, J. P., Parrila, R. K., & Papadopoulos, T. C. (2000). Cognitive education and reading disability. In A. Kozulin & Y. Rand (Eds.), *Experience of mediated learning: An impact of Feuerstein's theory in education and psychology* (pp. 274-291). Oxford: Pergamon Press.
- De Jong, P. F., & van der Leij, A. (2003). Developmental changes in the manifestation of a phonological deficit in dyslexic children learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology*, 95, 22-40.
- DeFries, J. C., & Alarcon, M. (1996). Genetics of specific reading disability. *Mental Retardation & Developmental Disabilities Review*, 2, 39-47.
- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S., & Hertz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 298, 2013-2015.
- Dellatolas, G., Tubert, P., Castresanam, A., Mesbah, M., Giallonardo, T., Lazaratout, H., & Lellouch, J. (1991). Age and cohort effects in adult handedness. *Neuropsychologia*, 29 (3), 225-261.
- Demb, J. B., Boynton, G. M., & Heeger, D. J. (1997). Brain activation in visual cortex predicts individual differences in reading performance. *Proceedings of the New York Academy of Science*, 94, 13363-13366.

- Demonet, J. F., Taylor, M. J., & Chaix, Y. (2004). Seminar: Developmental dyslexia. *The Lancet*, *363*, 1451-1460.
- Denckla, M. B. (1972). Clinical syndromes in learning disabilities: The case for “splitting” vs. “lumping.” *Journal of Learning Disabilities*, *5*, 401-406.
- Denckla, M. B., & Cutting, L. E. (1999). History and significance of rapid automatized naming. *Annals of Dyslexia*, *49*, 29-42.
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid “automatized” naming (R.A.N): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, *14*, 471-479.
- Deppe, M., Knecht, S., Henningsen, H., & Ringelstein, E. B. (1997). AVERAGE: A Windows[©] program for automated analysis of event related cerebral blood flow. *Journal of Neuroscience Methods*, *75*, 147-154.
- Deppe, M., Knecht, S., Papke, K., Lohmann, H., Fleischer, H., Heindel, W., Ringelstein, E. B., & Henningsen, H. (2000). Assessment of hemispheric language lateralization: A comparison between fMRI and fTCD. *Journal of Cerebral Blood Flow Metabolism*, *20*, 263-268.
- Deppe, M., Ringelstein, E. B., & Knecht, S. (2004). The investigation of functional brain lateralization by transcranial Doppler sonography. *NeuroImage*, *21* (3), 1124-1146.
- Desmont, E. J., & Fiez, A. J. (1998). Neuroimaging studies of the cerebellum: language, learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *2*, 355-362.
- Deutsch, D. (1985). Dichotic listening to melodic patterns and its relation to hemispheric specialization of functions. *Music Perception*, *3*, 127-154.
- Dittmar, M. (2002). Functional and postural lateral preferences in humans: Interrelations and life-span age differences. *Human Biology*, *74* (4), 569-585.
- *Doehring, D. G. (1968). *Patterns of impairment in specific reading disability*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Doppler, C. (1842). *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*. Abhandl Königl Böhm Ges Wiss.
- Douklias, S. D., Masterson, J., & Hanley, J. R. (2009). Surface and phonological developmental dyslexia in Greek. *Cognitive Neuropsychology*, *26* (8), 705-723.
- Duara, R., Kushch, A., Gross-Glenn, K., Barker, W., Jalland, B., Pascal, P., Loewenstein, D., Sheldon, J., Rabin, M., Levin, B., & Lubs, H. (1991). Neuroanatomic differences between dyslexics and normal readers on Magnetic Resonance Imaging scan. *Archives of Neurology*, *48*, 410-416.
- Δελλατόλας, Γ., & Πόταγας, Κ. (2010). *Πλαγίωση, Χειρονομίες και Γλώσσα*. Στο Πόταγας, Κ. & Ευδοκμίδης, Ι. (επιμ.). *Λόγος & Κίνηση. Συζητήσεις για τον Λόγο στο Αιγινήτειο*. Κοινός Τόπος Ψυχιατρικής, Νευροεπιστημών & Επιστημών του Ανθρώπου.

- Δημητρόπουλος, Ε. Γ. (2004). *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία της Επιστημονικής Έρευνας. Προς ένα Συστημικό Δυναμικό Μοντέλο Επιστημονικής έρευνας*. Εκδόσεις Έλλην.
- Διαμαντή, Β. (2010). *Ορθογραφικές δεξιότητες και δυσκολίες παιδιών με δυσλεξία*. Στο Μουζάκη, Α. & Πρωτόπαπας, Α. *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία.
- Eckert, M. A., Leonard, C. M., Richards, T. L., Aylward, E. H., Thomson, J., & Berninger, V. W. (2003). Anatomical correlates of dyslexia: Frontal and cerebellar findings. *Brain*, *126*, 482-494.
- Eckert, M. A., Lombardino, L. J., & Leonard, C. M. (2001). Planar asymmetry tips the phonological playground and environment raises the bar. *Child Development*, *72*, 988-1002.
- Eckert, M. A., & Leonard, C. M. (2003). Developmental disorders: dyslexia. In K. Hugdahl and R.J. Davidson (eds) *The Asymmetrical Brain* (pp. 651-679). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Eden, G. F., VanMeter, J. W., Rumsey, J. M., & Zeffiro, T. A. (1996a). The visual deficit theory of developmental dyslexia. *NeuroImage*, *4*, 108-117.
- Eden, G., VanMeter, J., Rumsey, J., Maisong, J., Woods, R. & Zeffiro, T. (1996b). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature*, *382*, 66-69.
- Eglinton, E., & Annett, M. (1994). Handedness and dyslexia: A metaanalysis. *Perceptual and Motor Skills*, *79*, 1611-1616.
- Eglinton, E., & Annett, M. (2008). Good phonetic errors in poor spellers are associated with right handedness and possible weak utilisation of visuospatial abilities. *Cortex*, *44*, 737-745.
- Elias, L. J., & Bryden, M. P. (1998). Footedness is a better predictor of language lateralization than handedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, *3*, 41-51.
- Errez, A., & Pratt, H., (1992). Auditory event - related potentials among dyslexics and normal-reading children: 3CLT and midline comparisons, *International Journal of Neuroscience*, *63*, 247-264.
- Everts, R., Lidza, K., Wilke, M., Kiefer, C., Mordasini, M., Schroth, G., Perrig, W., & Steinlin, M. (2009). Strengthening of laterality of verbal and visuospatial functions during childhood and adolescence. *Human Brain Mapping*, *30*, 473-483.
- Facoetti, A., & Turrato, M. (2000). Asymmetrical visual fields distribution of attention in dyslexic children: a neuropsychological study. *Neuroscience Letters* *290*, 216-218.
- Farmer, M. E., & Klein, R. M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, *2*, 460-493.

- Faust, M., & Babkoff, H. (1997). Script as a priming stimulus for lexical decisions with visual hemifield stimulation. *Brain and Language*, 57, 423-437.
- Fawcett, A. (2002). *Dyslexia and literacy: Key issues for research*. In Tincher, D., L. (2005). *A phenomenology perspective of dyslexia*. Dissertation, Capella University.
- *Felton, R. H., Wood, F. B., Brown, I. S., Campbell, S. K., & Harter, M. R. (1987). Separate verbal memory and naming deficits in attention deficit disorder and reading disability. *Brain and Language*, 31, 171-184.
- Fiez, J. A. (1997). Phonology, semantics and the role of the left interior prefrontal cortex. *Human Brain Mapping*, 5, 79-83.
- Fiez, J. A., & Peterson, S. E. (1998). Neuroimaging studies of word reading. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 914-921.
- Fischer, K. W., Daniel D.B., Immordino-Yang, M. H., Stern, E., Battro, A. & Koizumi, H. (2007). *Why Mind, Brain, and Education? Why Now?*. Journal Compilation. International Mind, Brain, and Education Society and Blackwell Publishing, Inc.
- Fisher, S., & DeFries, J. (2002). Developmental dyslexia: genetic dissection of a complex cognitive trait. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 767-780.
- Fletcher, J. M., Morris, R. D., & Lyon, G. R. (2003). Classification and definition of learning disabilities: An integrative perspective. In H. L. Swanson, K. R. Harris, and S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 30-56). New York: Guilford.
- Fletcher, J., Shaywitz, S., Shankweiler, D., Katz, L., Liberman, I. Y., Stuebing, K., Francis, D., Fowler, A., & Shaywitz, B. (1994). Cognitive profiles of reading disability: comparisons of discrepancy and low achievement definitions. *Journal of Educational Psychology*, 86, 6-23.
- Flourens, P. (1824). *Recherches experimentales sur les proprietes et les fonctions du systeme nerveux, dans les animaux vertebres*. Cervot, Paris. In Thach, W.T. (1998). A Role for the Cerebellum in Learning Movement Coordination. *Neurobiology of Learning and Memory*, 70, 177-188.
- Foorman, B. R., Francis, D. J., Novy, D. M., & Liberman, D. (1991). How letter-sound instruction mediates progress in first-grade reading and spelling. *Journal of Educational Psychology*, 83, 456-469.
- **Foster, L. M., Hynd, G. W., Morgan, A. E., & Hugdahl, K. (2002). Planum temporale asymmetry and ear advantage in dichotic listening in Developmental Dyslexia and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8 (1), 22-36.

- Foundas, A. L., Leonard, C. M., Gilmore, R., Fennell, E., & Heilman, K. M. (1994). Planum temporale asymmetry and language dominance. *Neuropsychologia*, 32, 1225-1231.
- Francks, C., Maegara, S., Lauren, J., Abrahams, B. S., & Velayos-Baeza, A. (2007). LRRTM1 on chromosome 2p12 is a maternally suppressed gene that is associated paternally with handedness and schizophrenia. *Molecular Psychiatry*, 12, 1129-1139.
- Frayer, D. W., Lozano, M., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Arsuaga, J. L., Radovčić, J., Fiore, I., & Bondioli, L. (2012). More than 500,000 years of right handedness in Europe. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17 (1), 51-69.
- Frith, U. (1980). *Cognitive processing in spelling*. London: Academic Press.
- Frith, U. (1995). Dyslexia: Can we have a shared theoretical framework? *Educational and Child Psychology*, 12, 6-17.
- Frith, U. (1997). Brain, mind and behavior in dyslexia. In C. Hulme & M. Snowling (Eds.), *Dyslexia: Biology, Cognition and Intervention* (pp. 1-19). London: Whurr.
- Funnell, E. (1983). Phonological processes in reading: New evidence from acquired dyslexia. *British Journal of Psychology*, 74, 159-180.
- Ζάχος, Γ. Η., & Ζάχος, Δ. Η. (1998). *Δυσλεξία. Αντιμετώπιση-Αποκατάσταση. Οδηγίες εφαρμογής προγράμματος*. Αθήνα: Κέντρο Ψυχολογικών Μελετών.
- Gabrieli (2009). Dyslexia: A New Synergy Between Education and Cognitive Neuroscience. *Science*, 325, 280-283.
- Gaillard, W. D., Sachs, B. C., Whitnah, J. R., Ahmad, Z., Balsamo, L. M., Petrella, J. R., Braniecki, S. H., McKinney, C. M., Hunter, K., Xu, B., & Grandin, C. B. (2003). Developmental aspects of language processing: fMRI of verbal fluency in children and adults. *Human Brain Mapping*, 18, 176-185.
- Galaburda, A. M., & Livingstone, M. (1993). Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 70-82.
- Galaburda, A. M., Menard, M. T., & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Science of United States of America*, 913, 8010-8013.
- Galaburda, A. M., Sherman, G. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. *Annual of Neurology* 18, 222-233.
- Garn, M., Burdi, A. R., Babler, W. J., & Stinson, S. (1975). Early prenatal attainment of adult metacarpal-phalangeal rankings and proportions. *American Journal of Physical Anthropology*, 43, 327-332.

- *Gates, A. L. & Bond, G. L. (1936). Relation of handedness, eye-sighting and acuity dominance to reading. *Journal of Educational Psychology*, 27, 450-456.
- Gazzaniga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? *Brain*, 123, 1293-1326.
- Georgiou, G. K., Papadopoulos, T. C., Fella, A., & Parilla, R. (2012). Rapid naming speed components and reading development in a consistent orthography. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112, 1-17.
- Georgiou, G., Parrila, R., & Papadopoulos, T. (2008). Predictors of word decoding and reading fluency across languages varying in orthographic consistency. *Journal of Educational Psychology*, 100, 566-580.
- Geschwind, N. (1970). The organization of language and the brain. *Science*, 170, 940-944.
- Geschwind, N. (1979). Specializations of the human brain. *Scientific American*, 24, (3), 158-168.
- Geschwind, N., & Behan, P. (1982). Left handedness: Assosiation with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Science (USA)*, 79 (16), 5097-5100.
- Geschwind, N., & Galaburda A. M. (1985a). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations, and pathology: I. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42, 428-459.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985b). Cerebral lateralization. Biological mechanisms, associations, and pathology: II. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, 42, 521-552.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1987). *Cerebral lateralization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. (1987). *Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Geschwind, N., & Levitsky, W. (1968). Human brain left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161, 186-187.
- Gesell, A., & Ames, L. B. (1946). The development of directionality in drawing. *Journal of Genetic Psychology*, 68, 45-61.
- Gibson, L. Y., Hogben, J. H., & Fletcher, J. (2006). Visual and auditory processing and component reading skills in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 23, 621-642.
- Giedd, J. N., Snell, J. W., Lange, N., Rajapakse, J. C., Casey, B. J., Kozuch, P.L., Vaituzis, A. C., Vauss, Y. C., Hamburger, S. D., Kaysen, D., & Rapoport, J. L. (1996). Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: Ages 4-18. *Celebral Cortex*, 6, 551-560.

- Gilbert, A. N., & Wysocki, C. J. (1992). Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia*, *30*, 601-608.
- Gjessing, H.-J., & Karlsen, B. (1989). *A longitudinal study of dyslexia. Bergen's multivariate study of children's learning disabilities*. New York: Springer-Verlag.
- Gladue, B. A., & Bailey, J. M. (1995). Spatial ability, handedness, and human sexual orientation. *Psychoneuroendocrinology*, *20*, 487-497.
- Goswami, U. (2002). Phonology, reading development and dyslexia: A cross-linguistic perspective. *Annals of Dyslexia*, *52*, 1-23.
- Goswami, U. (2003). How to beat dyslexia. *Psychologist*, *16* (9), 462-465.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience, education and special education. *British Journal of Special Education*, *31* (4), 175-183.
- Goswami, U. (2008). Reading, dyslexia and the brain. *Educational Research*, *50*, 135-148.
- Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D., Rosen, S., & Scott, S. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*, 10911-10916.
- Groen, M. A., Whitehouse, A. J. O., Badcock, N. A., & Bishop, D. V. M. (2012). Does cerebral lateralisation develop? A study using functional transcranial Doppler ultrasound assessing lateralisation for language production and visuospatial memory. *Brain and Behavior*, *2* (3), 256-269.
- Groenen, M. (1997). La latérisation dans les représentation de mains negatives paléolithiques. *Monovre*, *14*, 31-59.
- *Gross, K., Rothenberg, S., & Schottenfeld, S. (1978). Duration thresholds for letter identification in left and right visual fields for normal and reading disabled children. *Neuropsychologia*, *16*, 709-715.
- Gross-Glenn, K., & Rothenberg, S. (1984). Evidence for deficit in interhemispheric transfer of information in dyslexic boys. *International Journal of Neuroscience*, *24*, 23-35.
- Haag, A., Moeller, N., Knake, S., Hermsen, A., Oertel, W. H., Rosenow, F., & Hamer, H. M. (2010). Language lateralization in children using functional transcranial Doppler sonography. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *52*, 331-336.
- Habib, M. (2000). The neurological basis of developmental dyslexia: an overview and working hypothesis. *Brain*, *123*, 2373-2399.
- Habib, M., & Robichon, F. (1996). Parietal lobe morphology predicts phonological skills in developmental dyslexia. *Brain & Cognition*, *32*, 139-142.

- Habib, M., & Robichon, F. (2003). *Structural correlates of brain asymmetry: studies in left-handed and dyslexic individuals*. In K. Hugdahl & R. J. Davidson (Eds.), *The Asymmetrical Brain* (pp. 681-716). Cambridge, MA: MIT.
- Habib, M., Robichon, F., Lévrier, O., Khalil, R., & Salamon, G., (1995). Diverging asymmetries of temporo-parietal cortical areas: a reappraisal of Geschwind/Galaburda theory. *Brain and Language*, 48, 238-258.
- *Hallgren, B. (1950). Specific dyslexia ("congenital word-blindness"). *Acta Psychiatrica et Neurologica*, Supplement 65., 1-287
- Halpern, D. F., & Coren, S. (1988). Do right-handers live longer? *Nature*, 333, 213.
Στο Δελλατόλας, Γ., & Πόταγας, Κ. (2010). *Πλαγίωση, Χειρονομίες και Γλώσσα*. Στο Πόταγας, Κ. & Ευδοκίμίδης, Ι. (επιμ.). *Λόγος & Κίνηση. Συζητήσεις για τον Λόγο στο Αιγινήτειο. Κοινός Τόπος Ψυχιατρικής, Νευροεπιστημών & Επιστημών του Ανθρώπου*.
- Hammond, G. R. (1982). Hemispheric differences in temporal resolution. *Brain and Cognition*, 1, 95-118.
- Handler, S. M., & Fierson, W. M. (2011). Learning disabilities, dyslexia, and vision. *Pediatrics*, 127, 818-856.
- Hardyck, C., & Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological Bulletin*, 84, 385-402.
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 525-532.
- Hari, R., Forss, N., Avikainen, S., Kirveskari, E., Salenius, S., & Rizzolatti, G. (1998). Activation of human primary motor cortex during action observation: a neuromagnetic study. *Proceedings of the National Academy of Sciences in United States of America*, 95, 15061-15065.
- **Hari, R., Renvall, H., & Tanskanen, T. (2001). Left minineglect in dyslexic adults. *Brain*, 124, 1373-1380.
- *Harris, A. J. (1957). Lateral dominance, directional confusion, and reading disability. *Journal of Psychology*, 44, 283-294.
- Harris, L. J. (1980). Lateralised sex differences: substrate and significance. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 236-237.
- Harris, L. J., & Carlson, D. F. (1988). Pathological left-handedness: An analysis of theories and evidence. In Papadatou-Pastou M. (2008). *Sex differences in Praxic and Linguistic Lateralisation*. Thesis, University of Oxford.
- Hatcher, P., Hulme, C., & Ellis, A. W. (1994). Ameliorating early reading failure by integrating the teaching of reading and phonological skills: The phonological linkage hypothesis. *Child Development*, 65, 41-57.
- Hatterer, K., Plate, A., Heverhagen, J. T., Haag, A., Keil, B., Klein, K. M., Hermsen, A., Oertel, W. H., Hajo M., Hamer, H. M., Rosenow, F., & Knake, S. (2011). Determination of Hemispheric Dominance with Mental Rotation Using

- Functional Transcranial Doppler Sonography and fMRI. *Journal of Neuroimaging*, 21, 16-23.
- Hauser, M. D., Chomsky, N., & Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, 298, 1569-1579.
- Hausmann, M., Becker, C., Gather, U., & Gunturkun, O. (2002). Functional cerebral asymmetries during the menstrual cycle: A cross-sectional and longitudinal analysis. *Neuropsychologia*, 40, 808-816.
- Head, H. (1926). *Aphasia and Kindred Disorders of Speech*. London: Macmillan.
- **Heim, S., Eulitz, C., & Elbert, T. (2003a). Altered hemispheric asymmetry of auditory P100m in dyslexia. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1715-1722.
- **Heim, S., Eulitz, C., & Elbert, T. (2003b). Altered hemispheric asymmetry of auditory N100m in adults with developmental dyslexia. *NeuroReport*, 14, 501-504.
- Heim, S., Kissler J., Elbert, T., & Rockstroh, B. (2004). Cerebral lateralization in schizophrenia and dyslexia: neuromagnetic responses to auditory stimuli. *Neuropsychologia*, 42 (5), 692-697.
- Heim, S., Tschierse, J., Amunts, K., Wilms, M., Vossel, S., Willmes, K., Grabowska, A., & Huber, W. (2008). Cognitive subtypes of dyslexia. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 68 (1), 73-82.
- Heiser, M., Iacoboni, M., Maeda, F., Marcus, J., & Mazziotta, J. (2003). The essential role of Broca's area in imitation. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1123-1128.
- Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: what's right and what's left*. Harvard University Press, Cambridge.
- Henderson, L., Barca, L., & Ellis, A. W. (2007). Interhemispheric cooperation and non-cooperation during word recognition: Evidence for callosal transfer dysfunction in dyslexic adults. *Brain and Language*, 103, 276-291.
- Henninger, P. (1989). Commissurotomy subjects show lateralized difference between manual and oral responding. *Cortex*, 258 (2), 325-329.
- Hepper, P. G., McCathey, G. R., & Shannon, E. A. (1998). Lateralised behaviour in first trimester human foetuses. *Neuropsychologia*, 36, 531-534.
- Hepper, P. G., Shahidullah, S., & White, R. (1991). Handedness in the human fetus. *Neuropsychologia*, 29, 1107-1111.
- Herault, Y., Fradeau, N., Zakany, J., & Duboule, D. (1997). Ulnaless (Ul), a regulatory mutation inducing both loss-of-function and gain-of-function of posterior Hoxd genes. *Development*, 124, 3493-3500.

- Herbster, A. N., Mintun, M. A., Nebes, R. D., & Becker, J. T. (1997). Regional cerebral blood flow during word and nonword reading. *Human Brain Mapping* 5, 84-92.
- Herve, P. Y., Crivello, F., Perchey, G., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Handedness and cerebral anatomical asymmetries in young adult males. *NeuroImage*, 29, 1066-1079.
- Hickok, G., Bellugi, U., Klima, E. (2001). Sign language in the brain. *Scientific American*, 284, 58-65.
- Hickok, G., Love-Geffen, T., & Klima, E. S. (2002). Role of the left hemisphere in sign language comprehension. *Brain and Language*, 82, 167-178.
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 327, 557-560.
- Hill, E. L., & Bishop, D. V. M. (1998). A reaching test reveals weak hand preference in specific language impairment and developmental coordination disorder. *Laterality*, 3, 295-301.
- Hinshelwood, J. (1896). A case of dyslexia: A peculiar form of word-blindness. *Lancet*, 2, 1451-1454. In Anderson, P., L., & Meier – Hedde, R. (2001). Early case reports of dyslexia in the United States and Europe. *Journal of Learning Disabilities*, 34 (1), 9-21.
- Hiscock, M. (1998). *Brain lateralization across the life span*. In B. Stemmer & H. A. Whitaker (Eds.), *Handbook of neurolinguistics* (pp. 357-368). San Diego: Academic Press.
- Hochberg, F. M. & LeMay, M. (1975). Arteriographic correlates of handedness. *Neurology*, 25, 218-222.
- Hoeft, F., Meyler, A., Hernandez, A., Juel, C., Taylor-Hill, H., Martindale, J. L., McMillon, G., Kolchugina, G., Black, J. M., Faizi, A. Deutsch, G. K., Ting Siok, W., Reiss, A. L., Whitfield-Gabrieli, S., & Gabrieli, J. D. E. (2007). Functional and morphometric brain dissociation between dyslexia and reading ability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 4234-4239.
- Hoeft, F., Ueno, T., Reiss, A. L., Meyler, A., Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., Keller, T. A., Kobayashi, N., Mazaika, P., Jo, B., Just, M. A., & Gabrieli, J. D. (2007). Prediction of children's reading skills using behavioral, functional, and structural neuroimaging measures. *Behavioral Neuroscience*, 121, 602-613.
- Holmes, G. (1939). The cerebellum of man. The Hughlings Jackson memorial lecture. *Brain*, 62, 1-30. In Thach, W.T. (1998). A Role for the Cerebellum in Learning Movement Coordination. *Neurobiology of Learning and Memory*, 70, 177-188.

- Holopainen L., Ahonen, T., & Lyytinen, H. (2001). Predicting delay in reading achievement in a highly transparent language. *Journal of Learning disabilities, 34* (5), 401-413.
- Holtzen, D. W. (1994). Handedness and sexual orientation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 16*, 702-712.
- Honnekopp, J., & Watson, S. (2010). Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand. *American Journal of Human Biology, 22*, 619-630.
- Hoosain, R. (1990). Left-handedness and handedness switch amongst the Chinese. *Cortex, 26*, 451-454.
- Hopkins, W. D. (2006). Comparative and familial analysis of handedness in great apes. *Psychological Bulletin, 132*, 538-559.
- Hornsby, B. (1995). *Overcoming Dyslexia*. London: Vermilion.
- Houde, O., Rossi, S., Lubin, A., & Joliot, M. (2010). Mapping numerical processing, reading, and executive functions in the developing brain: an fMRI meta-analysis of 52 studies including 842 children. *Developmental Science, 13* (6), 876-885.
- Howe, T. N. (1999). *Vitruvius: the ten books on architecture*. London: Cambridge University Press. In Naini, F. B., Moss, J. P., & Gillc, D. S. (2006). The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity, and controversy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 130*, 277-282.
- Hugdahl, K., Carlsson, G., Uvebrant, P., & Lundervold, A. J. (1997). Dichotic-listening performance and intracarotid injections of amobarbital in children and adolescents: Preoperative and postoperative comparisons. *Archives of Neurology, 54*, 1494-1500.
- Hugdhal, K. (1996). Left-handedness and age: comparing writing/ drawing and other manual activities. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition, 1* (3), 177-184.
- Hulme, C., Snowling, M., Caravolas, M., & Carroll, J. (2005). Phonological skills are (probably) one cause of success in learning to read: A comment on Castles and Coltheart. *Scientific Studies of Reading, 9*, 351-365.
- Humphreys, P., Kaufmann, W. E., & Galaburda, A. M. (1990). Developmental dyslexia in women: Neuropathological findings in three patients. *Annals of Neurology, 28*, 727-738.
- Hung, C. C., Tu, Y. K., Chen, S. H., & Chen, R. C. (1985). A study on handedness and cerebral speech dominance in right-handed Chinese. *Journal of Neurolinguistics, 1*, 143-163.
- Hunter, Z. R., & Brysbaert, M. (2008). Visual half-field experiments are a good measure of cerebral language dominance if used properly: Evidence from

fMRI. *Neuropsychologia*, 46, 316-325.

- Hynd, G. W., Hall, J., Novey, E., Eliopoulos, D., Biack, K., Gonzalez, J., Edmonds, J., Riccio, C., & Cohen, M. (1995). Dyslexia and corpus callosum morphology. *Archives of Neurology*, 52, 32-38.
- Hynd, G. W., Semrud-Clikeman, M., Lory, A. R., Novey, E. S., & Eliopoulos, D. (1990). Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity. *Archives of Neurology*, 47, 919-926.
- Holland, S. K., Plante, E., Weber Byars, A., Strawsburg R. H., Schmithorst, V. J., Ball, W. S (2001). Normal fMRI brain activation patterns in children performing a verb generation task. *NeuroImage*, 14, 837-843.
- Iacoboni, M., Rayman, J., & Zaidel, E. (1997). Does the previous trial affect lateralized lexical decision? *Neuropsychologia*, 35, 81-88.
- Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286, 2526-2528.
- Iacoboni, N., & Zaidel, E. (1996). Hemispheric independence in word recognition: Evidence from unilateral and bilateral presentations. *Brain and Language*, 53, 121-140.
- Illingworth, S. & Bishop, D.V.M. (2009). Atypical cerebral lateralisation in adults with compensated developmental dyslexia demonstrated using functional transcranial Doppler ultrasound. *Brain and Language*, 111, 61-65.
- Ingram, T. T. (1963). Delayed development of speech with special reference to dyslexia. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 56, 199-203.
- Ινστιτούτου Επεξεργασίας του Λόγου, ΙΕΛ: <http://www.ilsp.gr/>
- Jäncke, L., & Steinmetz, H. (1993). Auditory lateralization and planum temporal asymmetry. *NeuroReport*, 5, 169-172.
- Jäncke, L., Steinmetz, H., & Volkmann, J. (1992). Dichotic listening: what does it measure? *Neuropsychologia*, 30, 941-950.
- **Jariabkova, K., Hugdahl, K., & Glos, J. (1995). Immune disorders and handedness in dyslexic boys and their relatives. *Scandinavian Journal of Psychology*, 36, 355-362.
- Jiménez, J. E., & Hernández, I. (2000). Word identification and reading disorders in the Spanish language. *Journal of Learning Disabilities*, 33, 44-60.
- Jimenez, J. E., Hernandez-Valle, I., Rodriguez, C., Guzman, R., Diaz, A., & Ortiz, R. (2008). The double-deficit hypothesis in Spanish developmental dyslexia. *Topics in Language Disorders*, 28, 46-60.
- Jimenez, J., E., Siegel, L., O'Shanahan, I., Ford, L. (2009). The relative roles of IQ and cognitive processes in reading disability. *Educational Psychology*, 29, 27-43.

- Joanisse, M. F., Manis, F. R., Keating, P., & Seidenberg, M. S. (2000). Language deficits in dyslexic children: Speech perception, phonology, and morphology. *Journal of Experimental Child Psychology*, *77*, 30-60.
- Jobard, G., Crivello, F., & Tzourio-Mazoyer, N., (2003). Evaluation of the dual route theory of reading: a metaanalysis of 35 neuroimaging studies. *NeuroImage* *20*, 693-712.
- Jones, M. W., Branigan, H. P., & Kelly, M. L. (2009). Dyslexic and nondyslexic reading fluency: Rapid automatized naming and the importance of continuous lists. *Psychonomic Bulletin & Review*, *16*, 567-572.
- Kalat, J. W. (1995). *Βιολογική Ψυχολογία*, (Α. Α. Καστελλάκης & Δ. Α. Χρηστίδης, Επιμ. Μετάφ. & Μετάφ.). Αθήνα: Έλλην.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessel, T. M. (2011). *Νευροεπιστήμη και Συμπεριφορά*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Kast, M., Elmer, S., Jancke, L., & Meyer, M. (2010). ERP differences of pre-lexical processing between dyslexic and non-dyslexic children. *International Journal of Psychophysiology*, *77*, 59-69.
- Kast, M., Elmer, S., Jancke, L., & Meyer, M. (2010). ERP differences of pre-lexical processing between dyslexic and non-dyslexic children. *International Journal of Psychophysiology*, *77*, 59-69.
- Katzir, T. (2009). How research in the cognitive neuroscience sheds lights on subtypes of children with dyslexia: Implications for teachers. *Cortex*, *45* (4), 558-559.
- Katzir, T., Kim, Y. S., Wolf, M., Morris, R., & Lovett, M. W. (2008). The varieties of pathways to dysfluent reading: Comparing subtypes of children with dyslexia at letter, word, and connected text levels of reading. *Journal of Learning Disabilities*, *41* (1), 47-66.
- Kertez, A., Black, S. E., Polk, M., & Howell, J. (1986). Cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Cortex*, *22*, 117-127.
- Kilshaw, D., & Annett, M. (1983). Right- and left-hand skill I: Effects of age, sex and hand preference showing superior skill in lefthanders. *British Journal of Psychology*, *74*, 253-268.
- Kim, H., & Levine, S. C. (1991). Sources of between-subjects variability in perceptual asymmetries: A meta-analytic review. *Neuropsychologia*, *14*, 211-216.
- Kimura, D. (1984). The origin of human communication. In J. Robson (Ed.), *Origin and evolution of the universe: Evidence for design?* (pp. 227-246). Montreal, Canada: McGill Queens Press.
- Kipp, H. K., & Mohr, G. (2008). Remediation of developmental dyslexia: Tackling a basic memory deficit. *Cognitive Neuropsychology*, *25* (1), 38-55.

- Kirby, J., Parrila, R., & Pfeiffer, S. (2003). Naming speed and phonological awareness as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology, 95*, 453-464.
- Kirk, S. A. (1935). Hemispheric cerebral dominance and hemispheric equipotentiality. *Comparative Psychological Monographs, 11*, 1-41.
- Klingenberg, T., Hedenus, M., Temple, E., Salz, T., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., & Poldrack, R. A. (2000). Microstructure of temporo-parietal white matter as a basis for reading ability: evidence from diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuron, 25*, 493-500.
- Knecht, S., Deppe, M., Dräger, B., Bobe, L., Lolmann, H., Ringelstein, & Henningsen, H. (2000b). Language lateralization in healthy right-handers. *Brain 123*, 74-81.
- Knecht, S., Deppe, M., Ebner, A., Henningsen, H., Huber, T., Jokeit, H., & Ringelstein, E. B. (1998a). Non-invasive determination of language lateralization by functional transcranial Doppler sonography: A comparison with the Wada test. *Stroke 29* (1), 82-86.
- Knecht, S., Deppe, M., Ringelstein, E. B., Wirtz, M., Lohmann, H., Dräger, B., Huber, T., & Henningsen, H. (1998b). Reproducibility of functional transcranial Doppler sonography in determining hemispheric language lateralization, *Stroke, 29*, 1155-1159.
- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lolmann, H., Flöel, A., Ringelstein, E. B., & Henningsen, H. (2000a). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain, 123*, 2512-2518.
- Knecht, S., Henningsen, H., Deppe, M., Huber, T., Ebner, A., & Ringelstein, E. B. (1996). Successive activation of both cerebral hemispheres during cued word generation. *NeuroReport, 7*, 820-824.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2009). *Εγκέφαλος και Συμπεριφορά* (Α. Καστελλάκης & Γ. Παναγής; Γεν. Επιμ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδ. Π.Χ Πασχαλίδης.
- Kolb, B., & Whislaw, I. Q. (1996). *Fountamentals of Human Neuropsychology*. Freeman, New York.
- Korkman, M., & Pesonen, A. E. (1994). A comparison of neuropsychological test profiles of children with ADHD and/or LD. *Journal of Learning Disabilities, 27*, 383-392.
- Kuhn, M. R., & Stahl, S. A. (2003). Fluency: a review of developmental and remedial practices. *Journal of Educational Psychology, 95*, 3-21.
- Kussmaul, A. (1877). *Diseases of the nervous system and disturbances of speech*. Στο Πορποδας, Κ. (1981). *Δυσλεξία. Η ειδική διαταραχή στη μάθηση του γραπτού Λόγου*. Αθήνα, Αυτοέκδοση.

- Καραπέτσας, Α. Β., & Ζυγούρης, Ν. Χ. (2011). Η χρήση των γνωστικών προκλητών δυναμικών στην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση παιδιών με δυσλεξία. *Εγκέφαλος*, 48, 118-127.
- Κουφάκη Α., Παπαδάτου-Παστού Μ. (2011). Συμπεριφορική πλευρίωση ως δείκτης της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας σε παιδιά και ενήλικες με δυσλεξία: Συστηματική διερεύνηση των περιορισμών των ερευνητικών προσπαθειών. Παρουσιάστηκε στο 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Αθήνα, 25-29 Μαΐου.
- Lackner, J. R., & Teuber, H. L. (1973). Alterations in auditory fusion thresholds after cerebral injury in man. *Neuropsychologia*, 11 (4), 409-15.
- Laland, K. N., Kumm, J., Van Horn, J. D., & Feldman, M. W. (1995). A gene-culture model of human handedness. *Behavior Genetics*, 25, 433-445.
- Landerl, K., & Wimmer, H. (2008). Development of word reading fluency and spelling in a consistent orthography: An 8-year follow-up. *Journal of Educational Psychology*, 100, 150-161.
- Larsen, J., Høien, T., & Odegaard, H. (1992). Magnetic Imaging of the corpus callosum in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 9 (2), 122-134.
- Larsen, J., Høien, T., Lundberg, I., & Odegaard, H. (1990). MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporal in adolescents with developmental dyslexia. *Brain and Language*, 39, 289-301.
- Leischner, A. (1957). *Die Störungen der Schriftsprache (Agraphie und Alexie)*. Stuttgart: GeorgThieme Verlag. In Anderson, P., L., & Meier – Hedde, R. (2001). Early Case Reports of Dyslexia in the United States and Europe. *Journal of Learning Disabilities*, 34 (1), 9-21.
- LeMay, M. (1976). Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man and nonhuman primate. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 280, 349-366.
- Leonard, C. M. & Eckert, M. A. (2008). Asymmetry and dyslexia. *Developmental Neuropsychology*, 33, 663-681.
- Leonard, C. M., Eckert, M. A., Lombardino, L. J., Oakland, T., Kranzler, J., Mohr, C. M., King, W. M., & Freeman, A. (2001). Anatomical risk factors for phonological dyslexia. *Cerebral Cortex*, 11, 148-157.
- Leonard, C. M., Lombardino, L. J., Mercado, L. R., Browd, S. R., Breier, J. I., Agee, O. F. (1996). Cerebral asymmetry and cognitive development in children: A magnetic resonance imaging study. *Psychological Science*, 7, 79-85.
- Leonard, C. M., Voeller, K. S., Lombardino, L. J., Morris, M. K., Alexander, A. W., Andersen, H. G., Garofalakis, M., Honeyman, J. C., Mao, J., Agee, F., & Staab, E. V. (1993). Anomalous cerebral structure in dyslexia revealed with magnetic resonance imaging. *Archives of Neurology*, 50, 461-469.

- Lepola, J., Poskiparta, E., Laakkonen, E., & Niemi, P. (2005). Development of and relationship between phonological and motivational processes and naming speed in predicting word recognition in grade 1. *Scientific Studies of Reading, 9*, 367-399.
- Lerner, J. (1989). Educational interventions in learning disabilities. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 28*, 326-331.
- Lervag, A., & Hulme, C. (2009). Rapid Automated Naming (RAN) taps a mechanism that places constraints on the development of early reading fluency. *Psychological Science, 20*, 1040-1048.
- Lewis, R. S., Orsini, D. L., & Satz P. (1988). Individual differences in the cerebral organization of language using input and output interference measures of lateralization. *Archives of Clinical Neuropsychology, 3*, 111-119.
- Liberman, A., & Mattingly, I. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition, 21*, 1-36.
- **Liddle, E. B., Jackson, G. M., Rorden, C., & Jackson, S. R. (2009). Lateralized temporal order judgement in dyslexia. *Neuropsychologia, 47* (14), 3244-3254.
- Lidza, K., Staudt, M., Grodd, W., & Krageloh-Mann, I. (2006). Lesion-induced right-hemispheric language and organization of nonverbal functions. *NeuroReport, 26*, 929-933.
- Lieberman, P. (1975). *On the origins of language: An introduction to the evolution of human speech*. New York: Macmillan.
- Lieberman, P. (1984). *The biology and evolution of language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Livingstone, M. S., Rosen, G. D., Drislane, F. W., & Galaburda, A. M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 88*, 7943-7947.
- Llaurens, V., Raymond, M., & Faurie, C. (2009). Why are some people left-handed? An evolutionary perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364* (1519), 881-894.
- **Locke, J. L., & Macaruso, P. (1999). Handedness in developmental dyslexia: direct observation of a large sample. *Journal of Neurolinguistics, 12*, 147-156.
- Lohmann, H., Drager, B., Muller-Ehrenberg, S., Deppe, M., & Knecht, S. (2005). Language lateralization in young children assessed by functional transcranial Doppler sonography. *NeuroImage, 24*, 780-790.
- Longoni, A. M., & Orsini, L. (1988). Lateral preferences in preschool children: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 29*, 533-539.

- Lovegrove, W. J., Bowling, A., Badcock, B., & Blackwood, M. (1980b). Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science*, *210*, 439-440.
- Lovegrove, W. J. (1994). Visual deficits in dyslexia: Evidence and implications. In A. Fawcett & R. Nicolson (Eds.), *Dyslexia in children. Multidisciplinary Perspectives* (pp. 113-135). New York: Harvester Wheatsheaf.
- Lovegrove, W. J., Heddle, M., & Slaghuis, W. (1980a). Reading disability: Spatial frequency specific deficits in visual information store. *Neuropsychologia*, *18*, 111-115.
- Lovett, M. W., Steinbach, K. A., & Frijters, J. C. (2000). Remediating the core deficits of developmental reading disability: A double-deficit perspective. *Journal of Learning Disabilities*, *33* (4), 334-358.
- Low, L. K., & Cheng, H. J. (2006). Axon pruning: An essential step underlying the developmental plasticity of neuronal connections. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *361*, 1531-1544.
- Luders, E., Cherbuin, N., Thompson, P. M., Gutman, B., Anstey, K. J., Sachdev, P., & Toga, A. W. (2010). When more is less: associations between corpus callosum size and handedness lateralization. *NeuroImage*, *52* (1), 43-49.
- Luria, A. R. (1973). *The working brain*. New York: Basic Books.
- Lust, J. M., Geuze, R. H., Groothuis, A. G., & Bouma, A. (2011). Functional cerebral lateralization and dual-task efficiency: Testing the function of the human brain lateralization using fTCD. *Behavioural Brain Research*, *217* (2), 293-301.
- Lyon, G. (1995). Toward a definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *45*, 3-27.
- Lyon, G., Shaywitz, S., & Shaywitz, B. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *53*, 1-14.
- Lyytinen, H., Leinonen, S., Nicula, M., Aro, M., & Leiwo, M. (1995). In search of the core features of dyslexia: observations concerning dyslexia in the highly orthographically regular Finnish language. *Neurology and Cognition*, *11*, 177-204.
- Maddock, H., Richardson, A., & Stein, J. F. (1992). Reduced and delayed visual evoked potentials in dyslexics. *Journal of Physiology*, *459*, 130p. In Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, *7*, 12-36.
- *Malmquist, E. (1960). *Factors related to reading disabilities in the first grade of the elementary school*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Malogiannis, I. A., Valaki, C., Smyrnis, N., Papathanasiou, M., Evdokimidis, I., Baras, P., Mantas, A., Kelekis, D., & Christodoulou, G. N. (2003). Functional magnetic resonance imaging (fMRI) during a language comprehension task. *Journal of Neurolinguistics*, *16*, 407-416.

- Manis, F. R., Doi, L. M., & Bhadha, B. (2000). Naming speed, phonological awareness, and orthographic knowledge in second graders. *Journal of Learning Disabilities, 33*, 325-333.
- Manis, F., Seidenberg, M., & Doi, L. (1999). See Dick RAN: Rapid naming and the longitudinal prediction of reading subskills in first and second graders. *Scientific Studies of Reading, 3*, 129-157.
- Manning, J. T. (2002). *Digit ratio: A pointer to fertility, behavior and health*. Rutgers University Press.
- Manning, J. T. (2010). Digit ratio (2D:4D), sex differences, allometry, and finger length of 12–30-year olds: Evidence from the British Broadcasting Corporation (BBC) internet study. *American Journal of Human Biology, 22*, 604-608.
- Manning, J. T. (2011). Resolving the role of prenatal sex steroids in the development of digit ratio. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108*, 16143-16144.
- Manning, J. T., Fink, B. F., Neave, N., & Caswell, N. (2005). Photocopies yield lower digit ratios (2D:4D) than direct finger measurements. *Archives of Sexual Behavior, 34*, 329-333.
- Manning, J. T., Scutt, D., Wilson, J., & Lewis-Jones, D. I. (1998). The ratio of 2nd to 4th digit length: A predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction, 11*, 3000-3004.
- Manning, J. T., Stewart, A., Bundred, P. E., Trivers, R.L. (2004). Sex and ethnic differences in 2nd to 4th digit ratio of children. *Early Human Development, 80*, 161-168.
- Marchant, L. F., & McGrew, W. C. (1998) Human handedness: an ethological perspective. *Human Evolution, 13*, 221-228.
- Marshall, J. C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research, 2*, 175-199.
- Martin, F., & Lovegrove, W. (1987). Flicker contrast sensitivity in normal and specifically disabled readers. *Perception, 16*, 215-221.
- Martin, G. N. (2005). *Νευροψυχολογία: Εγκέφαλος & Συμπεριφορά*. Αθήνα: Εκδ. Έλλην.
- Martin, M., & Jones, G. V. (1999). Motor imagery theory of a contralateral handedness effect in recognition memory: toward a child psychology of cognition. *Journal of Experimental Psychology: General, 128*, 265-282.
- Mason, A., Cornelissen, P., Fowler, M. S., & Stein, J. F. (1993). Contrast sensitivity, ocular dominance and reading disability. *Clinical Visual Science, 8* (4), 345-353.

- Maughan, B., Messer, J., Collishaw, S., Snowling, M.J., Yule, W., & Rutter, M. (2009). Persistence of literacy problems: Spelling in adolescence and at mid-life. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, *50*, 893-901.
- Mazzotta, G., & Gallai, V. (1992). Study of the P300 event-related potential through brain mapping in phonological dyslexics. *Acta Neurologica (Napoli)*, *14*, 173-186.
- McAnally, K. I., & Stein, J. F. (1996). Auditory temporal coding in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *263*, 961-965.
- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2001). Auditory perceptual processing in people with reading and oral language impairments: Current issues and recommendations. [Review]. *Dyslexia*, *7*, 150-170.
- McBride, H. E. A., & Siegel, L. S. (1997). Learning disabilities and suicide. *Journal of Learning Disabilities*, *30*, 652-659.
- McBride-Chang, C. (1995). What is phonological awareness? *Journal of Educational Psychology*, *87* (2), 179-192.
- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 293-299.
- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S., (2003). The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 293-299.
- McCarthy, R., & Warrington, E. K. (1986). Phonological reading: Phenomena and paradoxes. *Cortex*, *22*, 359-380.
- McManus, I. C. (1980). Handedness in Twins: A critical review. *Neuropsychologia*, *18*, 347-355.
- McManus, I. C. (1984). Genetics of handedness in relation to language disorder. *Advances in Neurology*, *42*, 125-138.
- McManus, I. C. (1991). The inheritance of left-handedness. In G. R. Bock & J. Marsh (Eds.), *Biological asymmetry and handedness (Ciba foundation symposium 162)* (pp. 251-281). Chichester: Wiley.
- McManus, I. C. (1999). *Handedness, cerebral lateralisation and the evolution of language*. In M. C. Corballis & S. E. G. Lea (Eds.), *The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution* (pp. 194-217). Oxford, UK: Oxford University Press.
- McManus, I. C. (2002). *Right hand left hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms and cultures*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- McManus, I. C., & Bryden, M. P. (1993). The neurobiology of handedness, language, and cerebral dominance: a model for the molecular genetics of behavior. In

- M. H. Johnson (Ed.), *Brain development and cognition: A reader* (pp. 679-702). Oxford UK & Cambridge USA Blackwell Publishers
- McManus, I. C., Sik, G., Cole, D. R., Mellon, A. F., Wong, J., & Kloss, J. (1998). The development of handedness in children. *British Journal of Developmental Psychology* 6, 257-273.
- Medland, S. E., Duffy, D. L., Wright M. J., Geffen, G. M., & Martin, N. G. (2006). Handedness in twins: joint analysis of data from 35 samples. *Twin Research and Human Genetics*, 9 (1), 46-53.
- Medland, S. E., Duffy, D. L., Wright, M. J., Geffen, G. M., Hay, D. A., Levy, F., Van-Beijsterveldt, C. E. M., Willemsen, G., Townsend, G. C., White, V., Hewitt, A. W., Mackey, D. A., Bailey, J. M., Slutske, W. S., Nyholt, D. R., Treloar, S. A., Martin, N. G., & Boomsma, D. I. (2009) Genetic influences on handedness: data from 25,732 Australian and Dutch twin families. *Neuropsychologia*, 47, 330-337.
- Meister, I. G., Boroojerdi, B., Foltys, H., Sparing, R., Huber, W., & Topper, R. (2003). Motor cortex hand area and speech: Implications for the development of language. *Neuropsychologia*, 41, 401-406.
- Melamed, F., & Zaidel, E. (1993). Language and task effects on lateralized word recognition. *Brain and Language*, 45, 70-85.
- Meng, H., Smith, S. D., Hager, K., Held, M., Liu, J., Olson, R. K., Pennington, B. F., DeFries, J. C., Gelernter, J., O'Reilly-Pol, T., Somlo, S., Skudlarski, P., Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Marchione, K., Wang, Y., Paramasivam, M., LoTurco, J. J., Page, G. P., & Gruen, J. R. (2005). DCDC2 is associated with reading disability and modulates neuronal development in the brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 17053-17058.
- Milberg, V. W., Whitman, R. D., & Galpin, R. (1981). Selective attention and laterality in good and poor readers, *Cortex*, 17, 571-582.
- Milne, R., D., Nicholson, T., & Corballis, C. (2003). Lexical access and phonological decoding in adult dyslexic subtypes. *Neuropsychology*, 17 (3), 362-368.
- Milner, A. D., & Goodale, M. A. (1995). *The Visual Brain in Action*. Oxford University Press: Oxford.
- Moffat S. D., & Hampson, E. (1996). Salivary testosterone levels in left- and right-handed adults. *Neuropsychologia*, 34, 225-233.
- Mohr, C., Krummenacher, P., Landis, T., Sandor, P. S., Fathi, M., & Brugger, P. (2005). Psychometric schizotypy modulates levodopa effects on lateralized lexical decision performance. *Journal of Psychiatry Research*, 39, 241-250.
- Molfese, D. L. (2000). Predicting dyslexia at 8 years of age using neonatal brain responses. *Brain and Language*, 72, 238-245.
- *Monroe, M. (1932). *Children who cannot read*. Chicago, IL. University of Chicago Press.

- Morgan, W., P. (1896). A case of congenital word blindness. *British Medical Journal*, 2, 1378. Στο Δ. Στασινός (1999). *Δυσλεξία και Σχολείο, η εμπειρία ενός αιώνα*. Αθήνα: Gutenberg.
- Morton, J., & Patterson, K. (1980). *A new attempt at an interpretation, or, an attempt at a new interpretation*. In M. Coltheart, K. Patterson, & J. C. Marshall (Eds.), *Deep dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Moscovitch, M. (1987). Lateralization of language in children with developmental dyslexia: a critical review of visual half field studies. In Boles, D., & Turan, T. (2003). Multiprocess lateralisation in dyslexia. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 8 (2), 155-167.
- Muller, K., & Brady, S. (2001). Correlates of early reading performance in a transparent orthography. *Reading and Writing: an Interdisciplinary Journal*, 14, 757-799.
- Μουζάκη, Α. & Πρωτόπαπας, Α. (2010). *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία.
- Μουζάκη, Α. (2010). *Η ανάπτυξη της ορθογραφικής δεξιότητας*. Στο Μουζάκη, Α. & Πρωτόπαπας, Α. *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία.
- Μουζάκη, Α., Πρωτόπαπας, Α., Σιδερίδης, Γ., & Σίμος, Π. (2007). Διερεύνηση των ψυχομετρικών χαρακτηριστικών μιας δοκιμασίας ορθογραφικής δεξιότητας μαθητών της Β, Γ, Δ και Ε τάξης του δημοτικού σχολείου. *Επιστήμες της Αγωγής*, 1, 129-146.
- Μουζάκη, Α., Πρωτόπαπας, Α., Σιδερίδης, Γ., & Σίμος, Π. (2010). *Μια δοκιμασία για την αξιολόγηση της ορθογραφίας*. Στο Μουζάκη, Α. & Πρωτόπαπας, Α. *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία.
- Μπαλτόπουλος, Π. (2003). *Ανατομική του ανθρώπου: δομή και λειτουργία, II*. Ιατρικές εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
- Nagy, Z., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1227-1233.
- *Naidoo, S. (1972). *Specific dyslexia*. London: Pitman.
- Naini, F. B., Moss, J. P., & Gilic, D. S. (2006). The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity, and controversy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130, 277-282.
- Nelson, W. J. (2003). Adaptation of core mechanisms to generate cell polarity. *Nature*, 422, 766-774.
- Neville, H. J., Coffey, S. A., & Holcomb, P. J. (1993). The neurobiology of sensory and language processing in language impaired children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 235-253.

- Nicholls, M. E. R., & Wood, A. G. (1998). The contribution of attention to the right visual field advantage for word recognition. *Brain and Cognition*, *38*, 339-357.
- Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (1990). Automaticity: a new framework for dyslexia research? *Cognition*, *35*, 159-182.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends in Neurosciences*, *24*, 515-516.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Berry, E. L., Jenkins, I. H., Dean, P., & Brooks, D. J. (1999). Association of abnormal cerebellar activation with motor learning difficulties in dyslexic adults. *Lancet*, *353*, 1662-1667.
- Nicolson, R. I., Fawcett, A.J. & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, *24* (9), 508-511.
- Nikolopoulos, D., Goulandris, N., & Snowling, M. J. (2003). Developmental dyslexia in Greek. In N. Goulandris & M.J. Snowling (Eds.), *Dyslexia in different countries. Cross-linguistic comparison* (pp. 53-57). London: Whurr Publishers Ltd.
- Norton, E. S. (2012). *Using Cognitive Neuroscience to Examine the Brain Basis of Pre-Reading Skills in Kindergarten Children and Subtypes of Risk for Dyslexia: Toward MRI and EEG Prediction of Reading Outcomes*. Dissertation, Tufts University.
- O' Callaghan, M. J., Tudehope, D. I., Dugdale, A. E., Mohay, H., Burns, Y., & Cook, F. (1987). Handedness in children with birthweights below 1000 g. *Lancet*, *161* (8542), 1155.
- O' Rahilly, R., & Muller, F. (1987). *Developmental stages in human embryos*. Washington DC: Carnegie Institute of Washington.
- Obrzut, J. E. & Atkinson, M. H. (1993). Relations among learning disorders, handedness, and immune disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *15*, 86.
- Obrzut, J. E. (1979). Dichotic listening and bisensory memory skills in qualitatively diverse dyslexic readers. *Journal of Learning Disabilities*, *12*, 304-314.
- Obrzut, J. E., Ohrzut, A., Bryden, M. P., & Bartels, S. G. (1985). Information processing and speech lateralisation in learning disabled children. *Brain and Language*, *25*, 87-101.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*, 97-113.
- Olk, B., & Hartje, W. (2001). The bilateral effect: callosal inhibition or intrahemispheric competition? *Brain and Cognition*, *45*, 317-324.
- Olson, R. K. (2006). Genes, environment, and dyslexia. The 2005 Norman Geschwind Memorial Lecture. *Annals of Dyslexia*, *56*, 205-238.

- Ortigue, S., Michel, C.M., Murray, M., Mohr, C., Carbonnel, S., & Landis, T. (2004). Electrical neuroimaging reveals early generator modulation to emotional words. *NeuroImage*, *21*, 1242-1251.
- Orton, S. T. (1925). "Word-Blindness" in School Children. *Archives of Neurology and Psychiatry*, *14*, 581-615.
- Orton, S. T. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. New York: W. W. Norton and Co Inc.
- Papadatou-Pastou, M. (2008). *Sex differences in Praxic and Linguistic Lateralization*. Thesis, University of Oxford.
- Papadatou-Pastou, M. (2011). Handedness and language lateralization: why are we right-handed and left-brained? *Hellenic Journal of Psychology*, *8*, 248-265.
- Papadatou-Pastou, M., Koufaki, A., Rantou, N. M., Tomprou, D. M., & Liakata, M. (2012). *Measuring cerebral lateralisation for language: development and validation of a Greek-language Visual Hemi-Field Lexical Decision task*. Presented at the British Psychological Society Annual Conference 2012, 18-20 April, London, UK.
- Papadatou-Pastou, M., Martin, M., & Munafò, M. R. (2013). Measuring hand preference: A comparison among different response formats using a selected sample. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, *18* (1), 68-107.
- Papadatou-Pastou, M., Martin, M., Munafò, M. R., & Jones, G. V. (2008). Sex differences in left-handedness: A meta-analysis of 144 studies. *Psychological Bulletin*, *134*, 677-699.
- Papadopoulos, T. C., Charalampous, A., Kanari, A., & Loizou, M. (2004). Kindergarten cognitive intervention for reading difficulties: The PREP remediation in Greek. *European Journal of Psychology of Education*, *19*, 79-105.
- Papadopoulos, T., Georgiou, G., & Kendeou, P. (2009). Investigating the Double-Deficit Hypothesis in Greek: Findings from a longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities*, *42* (6), 528-547.
- Papanicolaou, A. C., Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Francis, D., Castillo, E. M., & Davis, R. N. (2003). Brain mechanisms for reading in children with and without dyslexia: A review of studies of normal development and plasticity. *Developmental Neuropsychology*, *24* (2 & 3), 593-612.
- Patterson, K. E. (1982). The relation between reading and phonological coding. In Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, *47*, 149-180.
- Patterson, K. E., Marshall, J. C., & Coltheart, M. (1985). *Surface dyslexia*. London: Erlbaum.

- **Paul, I., Bott, C., Heim, S., Eulitz, C., & Elbert, T. R. (2006b). Reduced hemispheric asymmetry of the auditory N260m in dyslexia. *Neuropsychologia*, *44*, 785-794.
- **Paul, I., Bott, C., Heim, S., Wienbruch, C., & Elbert, T. R. (2006a). Phonological but not auditory discrimination is impaired in dyslexia. *European Journal of Neuroscience*, *24* (10), 2945-2953.
- Paulesu, E., Demonet, J. F., Fazio, F., McCrory, E., Chanoine, V., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D., & Frith, U. (2001). Dyslexia: Cultural diversity and biological unity. *Science*, *291*, 2165-2167.
- Paulesu, E., Frith, U., Snowling M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R. S., & Frith, C. D. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. *Brain*, *119*, 143-157.
- Peichel, C. L., Prabhakaran, B., & Vogt, T. F. (1997). The mouse *Ulnaless* mutation deregulates posterior *Hoxd* gene expression and alters appendicular patterning. *Development*, *24*, 3481-3492.
- Pelletier, I., Sauerwein, H., Lepore, F., Saint-Amour, D., & Lassonde, M. (2007). Non-invasive alternatives to the Wada test in the presurgical evaluation of language and memory functions in epilepsy patients. *Epileptic Disorders*, *9*, 111-126.
- Pennington, B. F., & Gilger, J. W. (1996). How is dyslexia transmitted? Baltimore, MD: York Press. In Shaywitz, S., Morris, R., & Shaywitz, B. (2008). The education of Dyslexic Children from Childhood to Young Adulthood. *Annual Reviews of Psychology*, *59*, 451-575.
- *Pennington, B. F., Smith, S. D., Kimberling, W. J., Green, P. A., & Haith, M. M. (1987). Left-handedness and immune disorders in familial dyslexics. *Archives of Neurology*, *44*, 634-639.
- Pennington, B. (1990). The genetics of dyslexia. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, *31* (2), 193-201.
- Penolazzi, B., Spironelli, C., & Angrilli, A. (2008). Delta EEG activity as a marker of dysfunctional linguistic processing in developmental dyslexia. *Psychophysiology*, *45*, 1025-1033.
- Perin, D. (1983). Phonemic segmentation and spelling. *British Journal of Psychology*, *74*, 129-144.
- Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintun, M., & Raichle, M. E., (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, *331*, 585-589.
- Petersen, S. E., Fox, P. T., Snyder, A. Z., & Raichle, M. E. (1990). Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli. *Science*, *249*, 1041-1044.

- Peterson, B. S. (1995). Neuroimaging in child and adolescent neuropsychiatric disorders. *Journal of the American Academy of Child Psychology and Child Psychiatry*, 34 (12), 1560-1575.
- Petty, R. G. (1999). Structural asymmetries of the human brain and their disturbances in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 25, (1), 121-139.
- Pinel, J. P. J. (2011). *Βιοψυχολογία* [Γενικός Συντονισμός Επιμέλειας: Α. Καστελλάκης]. Αθήνα: Έλλην.
- **Polikoff, B. R., Evans, B. J., Legg, C. R. (1995). Is there a visual deficit in dyslexia resulting from a lesion of the right posterior parietal lobe? *Ophthalmic & Physiological Optics*, 15 (5), 513-517.
- Polk, T. A., & Farah, M. J. (2002). Functional MRI evidence for an abstract, not perceptual, word-form area. *Journal of Experimental Psychology*, 131 (1), 65-72.
- Polk, T. A., Stallcup, M., Aguirre, G. K., Alsop, D. C., D'Esposito, Detre, J. A., & Farah, M. J. (2002). Neural specialization for letter recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 145-159.
- Porac, C., & Coren, S. (1976). The dominant eye. *Psychological Bulletin*, 33, 880-897.
- Porpodas, C. D. (1999). Patterns of phonological and memory processing in beginning readers and spellers of Greek. *Journal of Learning Disabilities*, 32, 406-416.
- Preis, S., Jäncke, L., Schmitz-Hillebrecht, J., & Steinmetz, H. (1999). Child age and planum temporal asymmetry. *Brain and Cognition*, 40, 441-452.
- Previc, F. H. (1991). A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychological Review*, 98, 299-334.
- Price, C. J. & McCrory, E. (2005). Functional brain imaging studies of skilled reading and developmental dyslexia. In *The science of reading: A handbook*, ed. M.J. Snowling and C. Hulme, 473-96. Oxford: Blackwell. In Goswami, U. (2008). Reading, dyslexia and the brain. *Educational Research*, 50, 135-148.
- Price, C. J. (1998). The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 281-288.
- Price, J. C. (2012). A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading. *NeuroImage*, 62, 816-847.
- Prior, M. R., Frolley, M., & Sanson, A. (1983). Language lateralization in specific reading retarded children and in backward readers. *Cortex*, 19, 149-163.
- Protopapas, A., & Skaloumbakas, C. (2007). Traditional and Computer-Based Screening and Diagnosis of Reading Disabilities in Greek. *Journal of Learning disabilities*, 40 (1), 15-36.

- Protopapas, A., & Skaloumbakas, S. (2008). Η αξιολόγηση της αναγνωστικής ευχέρειας για τον εντοπισμό αναγνωστικών δυσκολιών. (Assessment of reading fluency for the identification of reading difficulties). *Psychologia: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 15, 267-289.
- Provins, K. A., & Magliaro, J. (1989). Skill, strength, handedness and fatigue. *Journal of Motor Behavior*, 21, 113-121.
- Pugh, K. R., Mencl, E., Jenner, A.R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2000). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 6, 207-213.
- Pugh, K. R., Mencl, E., Jenner, A.R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. *Journal of Communication Disorders* 34, 479-492.
- Pujol, J., Deus, J., Losilla, J. M., & Capdevila, A. (1999). Cerebral lateralization of language in normal left-handed people studied by functional MRI. *Neurology*, 52, 1038-1043.
- Pumfrey, P. (2001). Specific Developmental Dyslexia (SDD): 'Basics to back' in 2000 and beyond?' In M. Hunter-Carsch (Ed.), *Dyslexia: a psychosocial perspective* (pp. 137-159). London: Whurr.
- Παντελιάδου, Σ. & Αντωνίου, Φ. (2007). *Τεστ Ανάγνωσης (Τεστ-Α)*. ΕΠΕΑΕΚ, ΥΠΕΠΘ. (σταθμισμένο τεστ - 4 τεύχη: Περιγραφή του τεστ, Οδηγός εξέταστη, εργαλείο και φυλλάδιο εξέτασης).
- Παπαδάτος, Γ. (2011a). *Ψυχοφυσιολογία*. Εκδόσεις Παρισιάνου.
- Παπαδάτος, Γ. (2011b). *Μαθησιακές δυσκολίες και δυσλεξία*. Στο Παπαδάτος, Γ., & Μπαστέα, Α. *Θέματα μαθησιακών δυσκολιών & δυσλεξίας*. Σμυρνιωτάκης.
- Παπαδάτου-Παστού, Μ., Κουφάκη, Α., Ράντου, Ν., & Τόμπρου, Δ. (2013). Λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler: αρχές λειτουργίας και εφαρμογές. *Hellenic Journal of Psychology*, 10, (1), 61-77.
- Πλαϊνής, Σ., Τσιλιμπάρης, Μ. Κ., & Παλληκάρης, Ι. Γ. (2007). Νευροφυσιολογία του αμφιβληστροειδή και των οπτικών οδών. *Οφθαλμολογία*, 19, (4), 269-283.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (1989). *Ο δυσλεξικός έφηβος στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*. Αθήνα, ΟΕΔΒ.
- Πόρποδας, Κ. (1981). *Δυσλεξία: Η ειδική διαταραχή στη μάθηση του γραπτού λόγου*. Αθήνα, Μορφωτική.
- Πόρποδας, Κ. (2002). *Η ανάγνωση*. Πάτρα, Αυτοέκδοση.
- Πόταγας, Κ. & Ευδοκίμης, Ι. (2010). *Λόγος & Κίνηση. Συζητήσεις για τον Λόγο στο Αιγινήτειο*. Κοινός Τόπος Ψυχιατρικής, Νευροεπιστημών & Επιστημών του Ανθρώπου.
- Πρωτόπαπας, Α. (2010). Η διαφάνεια του Ελληνικού ορθογραφικού συστήματος. Στο Μουζάκη, Α., & Πρωτόπαπας, Α. *Ορθογραφία. Μάθηση και Διαταραχές*. Gutenberg, Ψυχολογία.

- Πρωτόπαπας, Α., & Σκαλούμπακας, Χ. (2008). Η αξιολόγηση της αναγνωστικής ευχέρειας για τον εντοπισμό αναγνωστικών δυσκολιών. *Ψυχολογία*, 15, (3), 267-289.
- Raczkowski, D., Kalat, J. W., & Nebes, R. (1974). Reliability and validity of some handedness questionnaire items. *Neuropsychologia*, 12, 43-47.
- **Rae, C., Harasty, J. A., Dzendrowskyj, T. E., Talcott, J. B., Simpson, J. M., Blamire, A. M, Dixon, R. M., Lee, M. A., Thompson, C. H., Styles, P., Richardson, A. J., & Stein, J. F. (2002). Cerebellar morphology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 40 (8), 1285-1292.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13, 212-218.
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends in Neuroscience*, 27, 720-726.
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 129-141.
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003b). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 44 (5), 712-722.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003a). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126, 841-865.
- Rasmussen T., & Milner, B. (1977). The role of early left brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 55-69.
- Rasmussen, T., & Milner, B. (1977). The role of early left-brain injury in determining lateralization of cerebral speech functions. *Annals of the New York Academy of Science*, 299, 355-369.
- Rastle, K., & Coltheart, M. (1999). Serial and strategic effects in reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25, 482-503.
- Raven, J. (1976). *Raven Standard Progressive Matrices*. The Psychological Corporation.
- Raven, J. (2000). *Raven Manual Research Supplement 3 - American Norms. Neuropsychological Applications*. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- Raven, J. C., Raven, J. E. & Court, J. H. (1998). *Progressive Matrices*. Oxford, England Oxford Psychologists Press.
- Raven, J., Raven, J. C., & Court, J. H. (2003). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Standard Progressive Matrices*. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.

- Rayman, J., & Zaidel, E. (1991). Rhyming and the right hemisphere. *Brain and Language*, 40, 89-105.
- Raymond, M., & Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? *Laterality*, 9 (1), 35-51.
- **Renvall, H., & Hari, R. (2003). Diminished auditory mismatch fields in dyslexic adults. *Annals of Neurology*, 53 (5), 551-557.
- **Renvall, H., Lehtonen, R., & Hari, R. (2005). Abnormal response recovery in the right somatosensory cortex of dyslexic adults. *Cerebral Cortex*, 15, 507-513.
- Rey, B., Parkhutik, V., Temble, J., & Alcañiz, M. (2011). Analyzing neural correlates of attentional changes during the exposure to virtual environments: Application of transcranial Doppler monitoring. *Foundations of Augmented Cognition. Directing the Future of Adaptive Systems Lecture Notes in Computer Science, 2011*, Volume 6780/2011, 212-220.
- **Richardson, A. (1994). Dyslexia handedness and syndromes of psychosis-proneness. *International Journal of Psychophysiology*, 18, 251-263.
- Rigal, R. A. (1992). Which handedness: preference or performance? *Perceptual and Motor Skills*, 75, 851-866.
- Rihs, F., Gutbrod, K., Gutbrod, B., Steiger, H. J., Sturzenegger, M., & Mattle, H. (1995). Determination of cognitive hemispheric dominance by "Stereo" transcranial Doppler sonography, *Stroke*, 26, 70-73.
- **Rippon, G., & Brunswick, N. (2000). Trait and state EEG indices of information processing in developmental dyslexia. *International Journal of Psychophysiology*, 36 (3), 251-265.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 22, (4), 151-152.
- **Robichon, F., & Habib, M. (1998). Abnormal callosal morphology in male adult dyslexics: relationships to handedness and phonological abilities. *Brain and Language*, 62 (1), 127-146.
- *Robichon, F., Lévrier, O., Farnarier, P., & Habib, M. (2000). Developmental dyslexia: atypical cortical asymmetries and functional significance. *European Journal of Neurology*, 7 (1), 35-46.
- Rosch, R. E., Bishop, D.V.M., & Badcock, N. A. (2012). Lateralised visual attention is unrelated to language lateralisation, and not influenced by task difficulty-A functional transcranial doppler study. *Neuropsychologia*, 50 (5), 810-815.
- Rosenthal, R. & DiMatteo, M.R. (2001). Meta-analysis: recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual Review of Psychology*, 52, 59-82.
- Roy, E. A., Bryden, P., & Cavill, S. (2003). Hand differences in pegboard performance through development. *Brain and Cognition*, 53, 315-317.

- **Ruff, S., Cardebat, D., Marie, N., & Demonet, J. F., (2002). Enhanced response of the left frontal cortex to slowed down speech in dyslexia: an fMRI study. *NeuroReport*, 13 (10), 1285-1289.
- Rumsey, J. M., Andreason, P., Zametkin, A., Aquino, T., King, C., Hamburger, S., Pikus, A., Rapoport, J., & Cohen, R. (1992). Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia. *Archives of Neurology*, 49, 527-534.
- Rumsey, J. M., Horwitz, B., Donohue, B. C., Nace, K., Maisog, J. M., & Andreason, P. J. (1997). Phonological and orthographic components of word recognition: A PET-rCBf study. *Brain*, 120, 739-759.
- Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R., Maughan, B., Moffitt, T. E., Meltzer, H., & Carroll, J. (2004). Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies. *The Journal of the American Medical Association*, 291, 2007-2012.
- *Rutter, M., Tizard, J., & Whitmore, K. (1970). *Education, Health and Behavior*. London: Longman.
- Salmelin, R. E., Kiesila, P., Uutela, K., Service, P., & Salonen, O. (1996). Impaired visual word processing in dyslexia revealed with magnetoencephalography. *Annals of Neurology*, 40 (2), 157-162.
- Samuels, S. J., & Flor, R. F. (1997). The importance of automaticity for developing expertise in reading. *Reading and Writing Quarterly*, 13, 107-121.
- Sandler, W., & Lillo-Martin, D. (2006). *Sign language and linguistic universals*. Cambridge, UK: Cambridge UP.
- Sato, M., & Lalain, M. (2008). On the relationship between handedness and hand-digit mapping in finger counting. *Cortex*, 44, 393-399.
- Satz P., & Fletcher, J. M. (1987). Left-handedness and dyslexia: An old myth revisited. *Journal of Pediatric Psychology*, 12, 291-298.
- Satz, P., Achenbach, K., & Fennell, E. (1967). Correlations between assessed manual laterality and predicted speech laterality in a normal population. *Neuropsychologia*, 5 (4), 295-310.
- Savage, R. (2004). Motor skills, automaticity and developmental dyslexia: a review of the research literature. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 17, 301-324.
- Scarborough, H. S. (1990). Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61, 1728-1743.
- Scerri, T. S., Brandle, W. M., Paracchini, S., Morris, A. P., Ring, S. M., Richardson, A. J., Talcott, J. B., Stein, J., & Monaco, A. P. (2011). PCSK6 is associated with handedness in individuals with dyslexia. *Human Molecular Genetics*, 20 (3), 608-614.

- Schachter, S. C., Ransil, B. J., & Genchwind, N. (1987). *Associations of handedness with hair color and learning disabilities. Neuropsychologia, 25*, 269-276.
- *Schevill, H. S. (1980). Tactile learning, handedness and reading disability. In J. Herron (Ed.), *The neuropsychology of left-handedness* (pp. 331-351). New York: Academic Press.
- Schlaggar, B. L., Brown, T. T., Lugar, H. M., Visscher, K. M., Miezin, F. M., & Petersen, S. E. (2002). Functional neuroanatomical differences between adults and school-age children in the processing of single words. *Science, 24*, 1476-1479.
- Schlaug, G., Jancke, L., Huang, Y., Staiger, J. F., & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia, 33*, 1047-1055.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-Prime (Version 1.1.4.1) [Computer software] Pittsburgh, PA: Psychology Software Tools, Inc
- *Schonell, F. J. (1941). The relation of reading disability to handedness and certain ocular factors: Part II. *British Journal of Educational Psychology, 11*, 20-27.
- Schumacher, J., Anthoni, H., Dahdouh, F., König, I. R., Hillmer, A. M., Kluck, N., Manthey, M., Plume, E., Warnke, A., Remschmidt, H., Hulsmann, J., Cichon, S., Lindgren, C. M., Propping, P., Zucchelli, M., Ziegler, A., Peyrard-Janvid, M., Schulte-Körne, G., Nöthen, M. M., & Kere, J. (2006). Strong genetic evidence of DCDC2 as a susceptibility gene for dyslexia. *American Journal of Human Genetics, 78* (1), 52-62.
- Scott, R. B., Stoodley, C. J., Anslow, P., Paul, C., Stein, J. F., Sugden, E. M., Christopher, D., & Mitchell, F. (2001). Lateralized cognitive deficits in children following cerebellar lesions. *Developmental Medicine & Child Neurology, 43*, 685-691.
- Searleman, A., Cunningham, T. F., & Goodwin, W. (1988). Association between familial sinistrality and pathological left-handedness: A comparison of mentally retarded and nonretarded subjects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 10* (2), 132-138.
- Serrano, F., & Defior, S. (2008). Dyslexia speed problems in a transparent orthography. *Annals of Dyslexia, 58*, 81-89.
- Seymour, P. H. K. (1986). *Cognitive analysis of dyslexia*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Seymour, P. H. K. (1998). Beyond the phonological deficit hypothesis. *Child Psychology and Psychiatry Review, 3*, 22-23.
- Seymour, P. H. K., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology, 94* (2), 143-174.
- Shallice, T., & Warrington, E.K. (1980). Single and multiple component central dyslexic syndromes. In Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition, 47*, 149-180.

- Shankweiler, D., Crain, S., Katz, L., Fowler, A. E., Liberman, A. M., Brady, S. A., Thornton, R., Lundquist, E., Dreyer, L., Fletcher, J. M., Stuebing, K. K., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (1995). Cognitive profiles of reading-disabled children: comparison of language skills in phonology, morphology, and syntax. *Psychological Science, 6*, 149-156.
- Shapley, R., & Perry, V. H. (1986). Cat and monkey retinal ganglion cells and their visual functional roles. *Trends in Neuroscience, 9*, 229-235.
- Share, D. L., & Silva, P. A. (1987). Language deficits and specific reading retardation: Cause or effect? *British Journal of Disorders of Communication, 22*, 219-226.
- Shaywitz, B. A., Skudlarski, P., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Constable, R. T., Fulbright, R. K., Zelterman, D., Lacadie, C., & Shaywitz, S. E. (2007). Age-related changes in reading systems of dyslexic children, *Annals of Neurology, 61*, 363-370.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Mencl, W. E., Constable, R. T., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R., & Gore, J. C. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically based intervention. *Biological Psychiatry, 55*, 926-933.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Constable, T., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R., & Gore, J. C. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological Psychiatry, 52* (2), 101-110.
- Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., & Shaywitz, S., E. (1995). Defining and classifying learning disabilities and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Neurology, 10* (1), 50-57.
- Shaywitz, S. E. (2003). *Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: Alfred A. Knopf.
- Shaywitz, S. E. (1998). Dyslexia. *The New England Journal of Medicine (NEJM), 338*, 307-312.
- Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (Specific Reading Disability). *Biological psychiatry, 57*, 1301-1309.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., & Escobar, M. D. (1990). Prevalence of reading disability in boys and girls: results of the Connecticut Longitudinal Study. *The Journal of the American Medical Association, 264*, 998-1002.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., Shankweiler, D. P., Liberman, A. M., Skudlarski, P., Fletcher, J. M., Katz, L., Marchione, K. E., Lacadie, C., Gatenby, C., & Gore, J. C. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for

reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 2636-2641.

- Shaywitz, S., Fletcher, J. M., Holahan, J., Shneider, A., Marchione, K., Steubing, K., Francis, D., Pugh, K., & Shaywitz, B. (1999). Persistence of dyslexia: the Connecticut longitudinal study at adolescence. *Pediatrics*, 104, 1-9.
- Shaywitz, S., Morris, R., & Shaywitz, B. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annual Reviews of Psychology*, 59, 451-575.
- Shaywitz, S., Shaywitz, B., Fulbright, R., Skudlarski, P., Mencl, W., Constable, T., Pugh, K.R., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G.R., & Gore, J. C. (2003). Neural systems for compensation and persistence: young adult outcome of childhood reading disability. *Biological Psychiatry*, 54, 25-33.
- Silvestrini, M., Letizia, M., Matteis, M., Troisi, E., & Caltagirone, C. (1994). Bilateral simultaneous assessment of cerebral flow velocity during mental activity. *Journal of Cerebral Blood Flow Metabolism*, 14, 643-648.
- Silvestrini, M., Troisi, E., Matteis, M., Cupini, L. M., & Caltagirone, C. (1995). Involvement of the healthy hemisphere in recovery from aphasia and motor deficit in patients with cortical ischemic infarction: a transcranial Doppler study. *Neurology*, 45, 1815-1820.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Bergman, E., & Papanicolaou, A. C. (2000b). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children: A magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex*, 10, 809-816.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Mouzaki, A., & Papanicolaou, A. C. (2001). Age related changes in regional brain activation during phonological decoding and printed word recognition. *Developmental Neuropsychology*, 19, 191-210.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Bergman, E., Fishbeck, K., & Papanicolaou, A. C. (2000a). Brain activation profiles in dyslexic children during non-word reading: a magnetic source imaging study. *Neuroscience Letters*, 290, 61-65.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Fletcher, J. M., Foorman, B. R., Castillo, E. M., & Papanicolaou, A. C. (2002). Brain mechanisms for reading words and pseudowords: an integrated approach. *Cerebral Cortex*, 12, 297-305.
- Simos, P. G., Breier, J. I., Wheless, J. W., Maggio, W. W., Fletcher, J. M., Castillo, E. M., & Papanicolaou, A. C. (2000c). Brain mechanisms for reading: the role of the superior temporal gyrus in word and pseudoword naming. *NeuroReport*, 11, 2443-2447.
- Simos, P. G., Fletcher, J. M., Bergman, E., Breier, J. I., Foorman, B. R., Castillo, E. M., Davis, R. N., Fitzgerald, M., & Papanicolaou, A. C. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurology*, 58, 1203-1213.

- Simos, P. G., Fletcher, J. M., Sarkari, S., Billingsley-Marshall, R., Denton, C. A., & Papanicolaou A.C. (2007). Intensive instruction affects brain magnetic activity associated with oral word reading in children with persistent reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 40* (1), 37-48.
- Sitzer, M., Knorr, U., Seitz, R. (1994). Cerebral hemodynamics during sensorimotor activation in humans. *Journal of Applied Physiology, 77*, 2804-2811.
- **Siviero, M. O., Rysovas, E. O., Juliano, Y., Del Porto, J. A., & Bertolucci, P. H. (2002). Eye-hand preference dissociation in obsessive-compulsive disorder and dyslexia. *Arquivos Neuro-Psiquiatria, 60*, 242-245.
- Skoyles, J., & Skottun, B. C. (2004). On the prevalence of magnocellular deficits in the visual system of non-dyslexic individuals. *Brain and Language, 88*, 79-82.
- *Smith, L. (1950). A study of laterality characteristics of retarded readers and reading achievers. *Journal of Experimental Education, 18*, 321-329.
- Smythe, P., & Annett, M. (2006). Phonology and handedness in primary school: prediction of the right shift theory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47*, 205-212.
- Snowling, M. J. (1995). Phonological processing and developmental dyslexia. *Journal of Research in Reading, 18* (2), 132-138.
- Snowling, M., J., & Hulme, C. (2012). Annual Research Review: The nature and classification of reading disorders-a commentary on proposals for DSM-5. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 53* (5), 593-607.
- Snowling, M. (2000). *Dyslexia: A cognitive developmental perspective*. (2nd ed.) Oxford, UK: Blackwell.
- Somers, M., Neggers, S. F., Diederer, K. M., Boks, M. P., Kahn, R. S., & Sommer, I. E. (2011). The measurement of language lateralization with Functional Transcranial Doppler and Functional MRI: A critical evaluation. *Frontiers in Human Neuroscience, 5*, 31.
- Sommer, I. E., Aleman, A. Bouma, A., & Kahn, R. S. (2004). Do women really have more bilateral language representation than men? A meta-analysis of functional imaging studies. *Brain, 127*, 1845-1852.
- Sommer, I. E., Aleman, A. Somers, M. Boks, M. P., & Kahn R. S. (2008). Sex differences in handedness, asymmetry of the planum temporal and functional language lateralization. *Brain Research, 1206*, 76-88.
- Spenneman, D. R. (1984). Handedness data on the European Neolithic. *Neuropsychologia, 22*, 613-615.
- Sperry, R. (1968). A brain of two halves. Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. *American Psychology, 23*, 723-733.

- Spironelli, C., Penolazzi, B., Vio, C., & Angrilli, A. (2010). Cortical reorganization in dyslexic children after phonological training: evidence from early evoked potentials. *Brain*, *133* (11), 3385-3395.
- Springer, J. A., Binder, J. R., Hammeke, T. A., Swanson, S. J., Frost, J. A., Bellgowan, P. S. F., Brewer, C., Perry, H. M., Morris, G. L., & Mueller, W. M. (1999). Language dominance in neurologically normal and epilepsy subjects: a functional MRI study. *Brain*, *122* (11), 2033-2046.
- Springer, S. P., & Deutsch, G. (1989). *Left brain, right brain*. New York: W. H. Freeman & Company.
- Stanley, G., Smith, G. A., & Howell, G. A. (1983). Eye movements and sequential tracking in dyslexic and control children. *British Journal of Psychology*, *74*, 181-187.
- Stanovich, K. (1986). "Matthew effects" in reading: Some Consequences of individual differences in acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, *4*, 460-407.
- Stanovich, K. E. (1980). Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, *16*, 32-71.
- Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. (1994). Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: a regression-based test of the phonological-core variable-difference model. *Journal of Educational Psychology*, *86*, 24-53.
- Steenhuis, R. E. & Bryden, M. P. (1989). Different dimensions of hand preference that relate to skilled and unskilled activities. *Cortex*, *25*, 289-304.
- Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, *7*, 12-36.
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; The magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neuroscience*, *20*, 147-152.
- Stein, J., Talcott, J., & Witton, C. (2001). *The sensorimotor basis of developmental dyslexia* (pp. 65-88). In: Fawcett, A. J. (Ed.). *Dyslexia: theory and good practice*. London: Whurr.
- Stein, M., & Lounsbury, B. (2004). A child with a learning disability. Navigating school-based services. *Pediatrics*, *114*, 1432-1436.
- Stephan, K. E., Fink, G. R., & Marshall, J. C. (2007). Mechanisms of hemispheric specialization: Insights from analyses of connectivity. *Neuropsychologia*, *45*, 209-228.
- Stern, E. (2005). Pedagogy meets neuroscience. *Science*, *310*, 745.
- Stevenson, H., Stigler, J., Lucker, G., Lee, S., Hsu, C., & Kitamura, S. (1982). Reading disabilities: the case of Chinese, Japanese, and English. *Child Development*, *53*, 1164-1181.

- Strauss, E., & Wada, J. (1983). Lateral preferences and cerebral speech dominance. *Cortex*, *19*, 165-177.
- Stroobant, N., Buijs, D., & Vingerhoets, G. (2009). Variation in brain lateralization during various language tasks: A functional transcranial Doppler study. *Behavioural Brain Research*, *199*, 190-196.
- Stroobant, N., Van Boxtael, J., & Vingerhoets, G. (2011). Language lateralization in children: a functional transcranial Doppler reliability study. *Journal of Neurolinguistics*, *24* (1), 14-24.
- Stuart, M. (1990). Processing strategies in a phonemic deletion task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *42A*, 305-327.
- Szaflarski, J. P., Schmithorst, V. J., Altaye, M., Byars, A. W., Ret, J., Plante, E., & Holland, S. K. (2006). A longitudinal functional magnetic resonance imaging study of language development in children 5 to 11 years old. *Annals of Neurology*, *59*, 796-907.
- Szaflarski, M. D., Binder, M. D., Possing, E. T., McKiernan, K. A., Ward, M. S., & Hammeke, T. A. (2002). Language lateralization in left-handed and ambidextrous people. *Neurology*, *59*, 238-244.
- Σίμος, Π., Μουζάκη, Α. & Παπανικολάου, Α. (2004). Η λειτουργία της ανάγνωσης και οι διαταραχές της: Η συμβολή μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. *Hellenic Journal of Psychology*, *1*, 56-79.
- Σκαλούμπακας, Χ., Πρωτόπαπας, Α. & Νικολόπουλος, Δ. (2003). Παρουσίαση μιας κλίμακας μαθησιακής αξιολόγησης για την εξέταση των μαθησιακών δυσκολιών και στοιχεία από την χορήγησή της σε μαθητές πρώτης γυμνασίου. Στο Μ. Γλύκας & Γ. Καλομοίρης (επιμ.) *Διαταραχές Επικοινωνίας και Λόγου: Πρόληψη, Έρευνα, Παρέμβαση και Νέες Τεχνολογίες στην Υγεία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Στασινός, Δ. (1999). *Δυσλεξία και Σχολείο, η εμπειρία ενός αιώνα*. Αθήνα: Gutenberg.
- Taipale, M., Kaminen, N., Nopola-Hemmi, J., Haltia, T., Myllyluoma, B., Lyytinen, H., Muller, K., Kaaranen, M., Lindsberg, P. J., Hannula-Jouppi, K., & Kere, J. (2003). A candidate gene for developmental dyslexia encodes a nuclear tetratricopeptide repeat domain protein dynamically regulated in brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*, 11553-11558.
- Talcott, J. B., Hansen, P. C., Willis-Owen, C., McKinnell, I. W., Richardson, A. J., & Stein, J. F. (1998). Visual magnocellular impairment in adult developmental dyslexics. *Neuroophthalmology*, *20*, 187-201.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, *9*, 182-198.
- Tallal, P., & Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience, and language development. *Trends in Neurosciences*, *29*, 382-390.
- Tallal, P., & Piercy, M. (1973). Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*, *241*, 468-469.

- Tapley, S. M. & Bryden, M. P. (1985). A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, *23*, 215-221.
- Taroyan, N. & Nicolson, R. (2009). Reading words and pseudowords in dyslexia: ERP and behavioural tests in English-speaking adolescents. *International Journal of Psychophysiology*, *74*, 199-208.
- Temple, E. (2002). Brain mechanisms in normal and dyslexic readers. *Current Opinion in Neurobiology*, *12*, 178-183.
- Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. E. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*, 2860-2865.
- Temple, E., Poldrack, R. A., Protopapas, A., Nagarajan, S., Salz, T., Tallal P., Merzenich, M. M., & Gabrieli (2000). Disruption of the neural response to rapid acoustic stimuli in dyslexia: evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *97*, 13907-13912.
- Temple, E., Poldrack, R. A., Salidis, J., Deutsch, G. K., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: an fMRI study. *NeuroReport*, *12*, 299-307.
- Thompson, P. M., Giedd, J. N., Woods, R.P., MacDonald, D., Evans, A. C., & Toga, A. W. (2000). Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature*, *9*, 190-193.
- Thomson, M. E. (1984). *Developmental dyslexia: Its nature, assessment and remediation*. London: Edward Arnold.
- Thomson, M. (1990). *Developmental Dyslexia* (3rd ed.). London: Whurr.
- Toga, W. A., & Thompson, M. P. (2003). Mapping Brain Asymmetry. *Nature Reviews, Neuroscience*, *4*, 37-48.
- Tonnessen, F., Lokken, A., Høien, T., & Lundberg, I. (1993). Dyslexia, left-handedness and immune disorders. *Archives of Neurology*, *50*, 411-416.
- Torgesen, J. K., Morgan, S. T., & Davis, C. (1992). Effects of two types of phonological awareness training on word learning in kindergarten children. *Journal of Educational Psychology*, *84*, 364-370.
- Tressoldi, P. E., Stella, G., & Faggella, M. (2001). The development of reading speed in Italians with dyslexia: A longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities*, *34* (5), 414-417.
- Turkeltaub, P., Eden, G., Jones, K., & Zeffiro, T. (2002). Metaanalysis of the functional neuroanatomy of single-word reading: method and validation. *NeuroImage*, *16*, 765-780.

- Tzourio, N., Crivello, F., Mellet, E., Nkanga-Ngila, B., & Mazoyer, B. (1998). Functional anatomy of dominance for speech comprehension in left handers vs right handers. *NeuroImage*, 8, 1-16.
- Uomini, N. T. (2011). *Handedness in Neanderthals*. In N. J. Conard & J. Richter (Eds.) *Neanderthal lifeways, subsistence and technology*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Uwer, R., Albrecht, R., & von Suchodoletz, W. (2002). Automatic processing of tones and speech stimuli in children with specific language impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44 (8), 527-532.
- Vallortigara, G., & Rogers, L. J. (2005). Survival with an asymmetrical brain: Advantages and disadvantages of cerebral lateralization. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 575-633.
- Vallortigara, G., Rogers, L. J., & Bisazza, A. (1999). Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization. *Brain Research Reviews*, 30, 164-175.
- van Daal, V., & van der Leij, A. (1999). Developmental dyslexia: Related to specific or general deficits? *Annals of Dyslexia*, 49, 71-104.
- van der Leij, A., & van Daal, V. H. P. (1999). Automatization aspects of dyslexia: Speed limitations in word identification, sensitivity to increasing task demands, and orthographic compensation. *Journal of Learning Disabilities*, 32, 417-428.
- van Gelder, M., Tijms, J., & Hoeks, J. (2005). Second to fourth digit ratio and dyslexia: no evidence for an association between reading abilities and the 2D: 4D ratio. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 718-719.
- Vander, A., Sherman, J., Luciano, D., & Τσακόπουλος, Μ. (2001). *Φυσιολογία του ανθρώπου. Μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδ. Π.Χ. Πασχαλίδης.
- **Velay, J. L., Daffaure, V., Giraud, K., & Habib, M. (2002). Interhemispheric sensorimotor integration in pointing movements: a study on dyslexic adults. *Neuropsychologia*, 40, 827-834.
- Vellutino, F. R. (1979). *Dyslexia: research and theory*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 2-40.
- Vigneau, M., Beaucousin, V., Herv, P., Duffau, H., Crivello, F., Lamberton, F., Delcroix, N., Houd, O., & Mazoyer, B. (2006). Meta-analysing left hemisphere language areas: phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, 30, 1414-1432.
- Vingerhoets, G., Acke, F., Alderweireldt, A-S., Nys, J., Vandemaele, P., & Achten, E. (2012). Cerebral Lateralization of Praxis in Right- and Left-Handedness: Same Pattern, Different Strength. *Human Brain Mapping*, 33, 763-777.

- Vukovic, R. K., & Siegel, L. (2006). The double-deficit hypothesis: A comprehensive analysis of the evidence. *Journal of Learning Disabilities, 39*, 25-47.
- Waber, D. P., Weiler, M. D., Wolff, P. H., Bellinger, D., Marcus, D. J., Ariel, R., Forbes, P., & Wypij, D. (2001). Processing of rapid auditory stimuli in school-age children referred for evaluation of learning disorders. *Child Development, 72*, 37-57.
- Wada, J., & Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. *Journal of Neurosurgery, 17*, 266-282.
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin, 101*, 192-212.
- Wallentin, M. (2009). Putative sex differences in verbal abilities and language cortex: a critical review. *Brain and Language, 108*, 175-183.
- Watkins, K. E., Paus, T., Lerch, J. P., Zijdenbos, A., Collins, D. L., Neelin, P., Taylor, J., Worsley, K. J., & Evans, A. C. (2001). Structural asymmetries in the human brain: a voxel-based statistical analysis of 142 MRI scans. *Cerebral Cortex, 11*, 868-877.
- Watson G. S., Pusakulich, R. L., Hermann, B., Ward, J. P., & Wyler, A. (1993). Hand, foot and langugae laterality: Evidence from Wada testing [Abstract]. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 15*, 35.
- Watson, N. V., & Kimura, D. (1989). Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. *Neuropsychologia, 27*, 1399-1414.
- Weems, S. A & Zaidel, E. (2004). The relationship between reading ability and lateralized lexical decision. *Brain and Cognition, 55*, 507-515.
- Weems, S. A., & Reggia, J. A. (2004). Hemispheric specialization and independence for word recognition: A comparison of three computational models. *Brain and Language, 89*, 554-568.
- Wernicke, C. (1984). *Der Aphasische Symptome-komplex*. Breslau, M. Cohn and Weigert.
- Whitehouse, A. J. O., & Bishop, D. V. M. (2009). Hemispheric division of function is the result of independent probabilistic biases. *Neuropsychologia, 47*, 1938-1943.
- WHO (1999). *The international classification of diseases, vol. 10: Classification of mental and behavioural disorders*. Geneva: World Health Organization.
- Wilke M., Lidzba, K., Staudt, M., Buchenau, K., Grodd, W., & Krageloh-Mann, I. (2006). An fMRI task battery for assessing hemispheric language dominance in children *NeuroImage, 32*, 400-410.

- Willcutt, E., & Pennington, B. (2000). Psychiatric comorbidity in children and adolescents with reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 41*, 1039-1048.
- Williams, J. H. G., Greenhalgh, K. D., & Manning, J. T. (2003). Second to fourth finger ratio and possible precursors of developmental psychopathology in preschool children. *Early Human Development, 72*, 57-65.
- Wimmer, H. (1996). The early manifestation of developmental dyslexia: Evidence from German children. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 8*, 1-18.
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K. (1998). Poor reading: a deficit in skill-automatization or a phonological deficit? *Scientific Studies of Reading, 2*, 321-340.
- Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K. (2000). The double deficit hypothesis and difficulties in learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology, 92*, 668-680.
- Wimmer, H., & Schurz, M. (2010). Dyslexia in Regular Orthographies: Manifestation and causation. *Dyslexia, 16*, 283-299.
- Wise, B. W., & Olson, R. K. (1995). Computer-based phonological awareness and reading instruction. *Annals of Dyslexia, 45*, 99-122.
- Wise, B., Ring, J., & Olson, R. (2000). Individual differences in gains from computer-assisted remedial reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 77*, 197-235.
- Witelson, D. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. A postmortem morphological study. *Brain, 112*, 799-835.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology, 91*, 415-438.
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (2000). The question of naming-speed deficits in developmental reading disabilities: An introduction to the double-deficit hypothesis. *Journal of Learning Disabilities, 33*, 322-324.
- *Wolf, M., & Goodglass, H. (1986). Dyslexia, dysnomia, and lexical retrieval: a longitudinal investigation. *Brain and Language, 28*, 154-168.
- Wolf, M., & Obregon, M. (1997). The “double-deficit” hypothesis: Implications for diagnosis and practice in reading disabilities. In L. Putnam (Ed.), *Readings on language and literacy* (pp. 177–210). Boston: Brookline.
- Wolf, M., Bowers, P. G., & Biddle, K. (2000). Naming speed processes, timing and reading: A conceptual review. *Journal of Learning Disabilities, 33*, 387-407.

- Wolf, M., Miller, L., & Donnelly, K. (2000). Retrieval, Automaticity, Vocabulary, Elaboration, Orthography (RAVE-O): A comprehensive, fluency-based reading intervention program. *Journal of Learning Disabilities, 33*, 375-386.
- Wolf, M., O'Rourke, A. C., Gidney, C., Lovett, M., Cirino, P., & Morris, R. (2002). The second deficit: An investigation of the independence of phonological and naming-speed deficits in developmental dyslexia. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 15*, 43-72.
- *Wolfe, L. S. (1941). Differential factors in specific reading disability: 1. Laterality of function. *Journal of Genetic Psychology, 58*, 45-56.
- Wood, A. G., Harvey, A. S., Wellard, R. M., Abbott, D. F., Anderson, V., Kean, M., Saling, M. M., & Jackson, G. D. (2004). Language cortex activation in normal children. *Neurology, 63*, 1035-1044.
- World Federation of Neurology (1968). Report of research group on dyslexia and world illiteracy, WFN. Στο Αναστασίου, Δ. (1998). *Δυσλεξία: Θεωρία και Έρευνα, Όψεις Πρακτικής*. Τόμος 1, Θεωρητικά, Διαγνωστικά και Ερευνητικά ζητήματα. Αθήνα, Ατραπός.
- *Wussler, M., & Barclay, A. (1970). Cerebral dominance, psycholinguistic skills and reading disability. *Perceptual and Motor Skills, 31*, 45-56.
- Xenakis-Blonder, L., Bowers, D., & Heilman, K. M. (1991). The role of the right hemisphere in emotional communication. *Brain, 114* (3), 1115-1127.
- Yeni-Komshian, G. H., & Benson, D. A. (1976). Anatomical study of cerebral asymmetry in humans, chimpanzees and rhesus monkeys. *Science, 192*, 387-389.
- Young, A., & Bowers, P. G. (1995). Individual difference and text difficulty determinants of reading fluency and expressiveness. *Journal of Experimental Child Psychology, 60*, 428-454.
- Zadina, J., Corey, D., Casbergue, R., Lemen, L., Rouse, J., Knaus, T., & Foundas, A. (1996). Lobal asymmetries in Subtypes of Dyslexic and Control Subjects. *Journal of Child Neurology, 21* (11), 922-931.
- Zaidel, E., Clarke, J. M., & Suyenobu, N. (1990). *Hemispheric independence: A case paradigm for cognitive neuroscience*. In A. B. Scheibel & A. F. Wechsler (Eds.), *Neurobiology of Higher Cognitive Function*. (ECLA Forum in Medical Sciences, Number 29) (pp. 297-355). New York: Guildford Press.
- Zelege, S. (2004). Self-concepts of students with learning disabilities and their normally achieving peers: a review. *European Journal of Special Education, 19* (2), 161-165.
- Ziegler, J. C., Castel, C., Pech-Georgel, C., George, F., Alario, F. X., & Perry, C. (2008). Developmental dyslexia and the dual route model of reading: Simulating individual differences and subtypes. *Cognition, 107*, 151-178.

- Ziegler, J. C., Perry, C., & Coltheart, M. (2000). The DRC model of visual word recognition and reading aloud: An extension to German. *European Journal of Cognitive Psychology, 12*, 413-430.
- Ziegler, J. C., Perry, C., & Coltheart, M. (2003). Speed of lexical and nonlexical processing in French: The case of the regularity effect. *Psychonomic Bulletin & Review, 10*, 947-953.
- Ziegler, J., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin, 131*, 3-29.
- Zoccolotti, P., De Luca, M., Di Pace, E., Judica, A., Orlandi, M., & Spinelli, D. (1999). Markers of surface dyslexia in a language (Italian) with high grapheme–phoneme correspondence. *Applied Psycholinguistics, 20*, 191-216.

Ηλεκτρονικές πηγές

<http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/morris2/chapter2/medialib/summary/6.html>. Ανασύρθηκε, 22/4/2013.

http://en.wikipedia.org/wiki/Digit_ratio. Ανασύρθηκε 9/1/2012.

<http://www.jove.com/video/2161/assessment-of-cerebral-lateralization-in-children-using-functional-transcranial-doppler-ultrasound-ftcd>. Ανασύρθηκε 12/12/2011.