

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ



**Μελέτη λειτουργικής πλευρίωσης σε παιδιά
υψηλής, μέσης και χαμηλής νοημοσύνης με
τη χρήση συμπεριφορικών δεικτών και
απεικόνισης εγκεφάλου**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΕΚΠΟΝΗΘΕΙΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ
ΤΟΜΠΡΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ ΜΑΡΙΑ

Π.Μ.Σ. Β' ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ-ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ Α.Μ. 576

ΑΘΗΝΑ 2013

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ, ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΜΠΟΥΦΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΑΘΗΝΩΝ, ΜΕΛΟΣ

ΓΑΛΑΝΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ, ΜΕΛΟΣ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΜΠΟΥΦΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΑΘΗΝΩΝ

ΠΑΠΑΔΑΤΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΟΛΥΧΡΟΝΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΧΑΛΚΙΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΑ, ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΑΘΗΝΩΝ

ΓΑΛΑΝΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΑΓΟΥΛΑ ΕΥΓΕΝΙΑ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Π.Τ.Δ.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ
ΑΘΗΝΩΝ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ ΣΤΑΜΑΤΙΟΣ-ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ Π.Τ.Δ.Ε.
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

Ευχαριστίες

Η παρούσα διδακτορική διατριβή είναι το αποτέλεσμα πολυετούς προσπάθειας. Με την περάτωση της συνειδητοποιείς τη συνολική σου πορεία, την ακαδημαϊκή και προσωπική σου εξέλιξη, καθώς και τους ανθρώπους που σε εμπιστεύθηκαν και σε υποστήριξαν όλα αυτά τα χρόνια. Σε αυτούς τους ανθρώπους θέλω να αναφερθώ και να ευχαριστήσω μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου για την ανεκτίμητη βοήθειά τους. Οι ακόλουθες ευχαριστίες είναι μια ελάχιστη ένδειξη ευγνωμοσύνης για την ανεκτίμητη προσφορά τους.

Αρχικά, θέλω να εκφράσω ξεχωριστά τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή της διδακτορικής διατριβής, κ. Γιάννη Παπαδάτο, ομότιμο καθηγητή του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, ο οποίος υπήρξε πολύτιμος σύμβουλος και καθοδηγητής όχι μόνο κατά τη διάρκεια της διατριβής, αλλά σε ολόκληρη την πορεία μου, η οποία ξεκίνησε το 2005 ούσα τότε μεταπτυχιακή φοιτήτρια. Η ευρύτητα των γνώσεων του τόσο στο πεδίο της Ψυχοφυσιολογίας, όσο και της Ειδικής Αγωγής, έχουν αποτυπωθεί στη διατριβή αυτή. Τον ευχαριστώ ολόψυχα για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και για όλες τις πολύτιμες υποδείξεις και συμβουλές του, όχι μόνο σε ακαδημαϊκό επίπεδο, αλλά και σε επίπεδο ανθρωπίνων σχέσεων.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες ανήκουν και στα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής, κα Μπούφη Ανδρονίκη, καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, και κα Γαλανάκη Ευαγγελία, αναπληρώτρια καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, για τη συνεργασία και την υποστήριξη τους κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής. Ευχαριστώ, επίσης, και τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, την κα Πολυχρονοπούλου Σταυρούλα, καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, την κα Χαλκιά Κρυσταλλία, καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών, την κ. Μαγουλά Ευγενία, επίκουρη καθηγήτρια του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών και τον κ. Αντωνίου Σταμάτιο-Αλέξανδρο, λέκτορα του Π.Τ.Δ.Ε. Αθηνών για την τιμή που μου έκαναν. Οφείλω, ακόμη, να ευχαριστήσω τον κ. Βλάχο Φίλιππο, Αναπληρωτή Καθηγητή και Πρόεδρο του

Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την εξ αποστάσεως πολύτιμη βοήθειά του.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω δύο σημαντικά πρόσωπα του στενού ακαδημαϊκού μου περιβάλλοντος των οποίων η στήριξη και αρωγή ήταν καθοριστικής σημασίας για τη ολοκλήρωση της παρούσας έρευνας. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στη Δρ Μαριέττα Παπαδάτου-Παστού, η οποία ήταν πάντα διαθέσιμη και ιδιαίτερα γενναιόδωρη να μου προσφέρει τις γνώσεις και την εμπειρία της στο ευρύ πεδίο της νευροψυχολογίας. Την ευχαριστώ για το σημαντικό μέρος του χρόνου της που αφιέρωσε τα τελευταία χρόνια παρέχοντας μου καίριες επισημάνσεις και γόνιμες υποδείξεις, καθώς και για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε και ελπίζω να συνεχίσουμε να έχουμε και στο μέλλον. Ευχαριστώ, επίσης, την υποψήφια διδάκτορα Αγγελική Κουφάκη με την οποία είχαμε παράλληλη ακαδημαϊκή πορεία και μια εποικοδομητική ανταλλαγή γνώσεων, ιδεών και ερευνητικών προβληματισμών. Κυρίως, όμως, την ευχαριστώ ολόψυχα για την ψυχολογική της στήριξη και υποστήριξη σε κρίσιμες στιγμές.

Δεν θα ήθελα να παραλείψω τον κ. Γιάννη Τυρλή, εκπαιδευτικό και μέλος της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας, τον υποψήφιο διδάκτορα Γιάννη Καραγιαννάκη, και τη Δρ Άννα Τουλουμάκου για την ουσιαστική βοήθεια τους στη διεξαγωγή της έρευνας και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της. Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στην αγαπημένη μου φίλη Ζωή όχι μόνο για την αμέριστη ψυχολογική υποστήριξη, αλλά και για την έμπρακτη βοήθειά της και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε. Οφείλω, επίσης, να ευχαριστήσω τους ίδιους τους μαθητές και τους γονείς τους χωρίς την πρόθυμη συμμετοχή των οποίων δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί η παρούσα μελέτη.

Ξεχωριστά, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου και την αγάπη μου στην οικογένειά μου, και ιδίως στη μητέρα μου Νίκη, που όλα αυτά τα χρόνια μου συμπαραστέκεται και που πάντα υποστηρίζει ποικιλοτρόπως τους στόχους και τις επιδιώξεις μου. Κυρίως, όμως, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Βαγγέλη, στήριγμα και ανεκτίμητο σύντροφο, ο οποίος υπήρξε συνοδοιπόρος κατά τη διάρκεια αυτής της διαδρομής που μας διαμόρφωσε, μας πλούτισε, μας ολοκλήρωσε και τους δύο.

*Στη Δρ Μαριέττα Παπαδάτου-Παστού για
την επιστημονική γενναιοδωρία και το
σπάνιο ήθος της...*

*Στο σύντροφο μου Βαγγέλη για την
αληθινή αγάπη του και την όμορφη κοινή
μας ζωή...*

Περίληψη

Η μελέτη των διαφορών αναφορικά με την πλευρίωση της γλώσσας σε παιδιά με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης είναι ιδιαίτερα σημαντική στη νευροψυχολογική έρευνα και πράξη, καθώς συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου των παιδιών με υψηλή νοημοσύνη και νοητική υστέρηση, τα οποία αναγνωρίζονται στη χώρα μας ως παιδιά με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες και χρήζουν ειδικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Η παρούσα διατριβή ερευνά αυτές τις διαφορές στην πλευρίωση της γλώσσας σε 102 παιδιά, ηλικίας 13-17 ετών, με διαφορετικά νοητικά επίπεδα μέσα από μία μετα-αναλυτική μέθοδο, καθώς και μέσα από πειραματικές μεθόδους, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς, συμπεριφορικές δοκιμασίες, έμμεσους ορμονικούς δείκτες και μια σύγχρονη νευροαπεικονιστική τεχνική, το λειτουργικό διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Τόσο τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης, όσο και τα ερευνητικά ευρήματα, κατέδειξαν παρόμοια αποτελέσματα, καθώς μεταξύ των παιδιών με νοητική υστέρηση εντοπίστηκαν τα υψηλότερα ποσοστά μη τυπικής πλευρίωσης, ενώ τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη παρουσίαζαν συχνότερα ήπια τυπική πλευρίωση. Τα ευρήματα αυτά συμβαδίζουν σε μεγάλο βαθμό με τις γενετικές θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης της γλώσσας.

Abstract

The study of differences in language laterality among children with different levels of intelligence is particularly important in neuropsychological research and practice, as it contributes to a deeper understanding of the functional characteristics of intellectually deficient, as well as intellectually gifted children. These children in our country are thought to be children with special educational needs and require specific educational interventions. The present thesis explores these differences in language laterality in 102 children 13-17 years old with different levels of intelligence through a meta-analytic method and experimental methods, which include self-report questionnaires, behavioral tests, indirect hormonal indices and a new neuroimaging technique, functional transcranial Doppler ultrasound. Both the results of meta-analysis and research findings, were in agreement as intellectually deficient children seemed to have a greater tendency towards atypical handedness compared to control group, while intellectually gifted children seemed to have more often mild typical laterality. These findings are broadly in line with genetic theories for the relationship between intelligence and language laterality.

Εκτενής περίληψη

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εστιάζει στη μελέτη της λειτουργικής πλευρίωσης της γλώσσας σε παιδιά με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Ειδικότερα, διερευνά τις διαφορές αναφορικά με την πλευρίωση της γλώσσας σε παιδιά με υψηλή, μέση και χαμηλή νοημοσύνη με τη χρήση συμπεριφορικών δεικτών, καθώς και μέσω της λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου με την τεχνική του διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο και την επισκόπηση μελετών που αφορούν στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης. Αρχικά, προσεγγίζεται εννοιολογικά η νοημοσύνη και παρουσιάζονται οι βασικότερες θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τη νοητική ικανότητα. Επίσης, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο ρόλο της κληρονομικότητας και του περιβάλλοντος στη νοημοσύνη, καθώς και στο νευροβιολογικό υπόστρωμα της νοημοσύνης μέσα από την παρουσίαση σύγχρονων ευρημάτων από μελέτες εγκεφαλικής απεικόνισης. Στη συνέχεια, περιγράφεται εννοιολογικά η πλευρίωση αναφορικά με τις γλωσσικές λειτουργίες, η οποία διακρίνεται σε εγκεφαλική και συμπεριφορική. Ακολουθεί η ανασκόπηση των μελετών για τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης της γλώσσας και καταγράφονται οι βασικές γενετικές και περιβαλλοντικές θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τη σχέση αυτή. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη χρησιμότητα της παρούσας μελέτης, η οποία έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου που σχετίζονται με τη γλωσσική λειτουργία σε παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες – παιδιά με νοητική υστέρηση και υψηλή νοημοσύνη – μέσα από συμπεριφορικές δοκιμασίες, καθώς και μια σύγχρονη νευροφυσιολογική και νευροψυχολογική τεχνική απεικόνισης εγκεφάλου, το διακρανιακό υπέρηχο Doppler.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μετα-ανάλυση ερευνών που έχουν διερευνήσει τις διαφορές στη συμπεριφορική πλευρίωση και συγκεκριμένα την προτίμηση χεριού μεταξύ παιδιών με νοητική υστέρηση και υψηλή νοημοσύνη και αντίστοιχες ομάδες παιδιών μέσης/φυσιολογικής νοημοσύνης. Η αρχική υπόθεση της μετα-ανάλυσης ήταν ότι τα παιδιά με νοητική υστέρηση και υψηλή νοημοσύνη θα

εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική προτίμηση χεριού συγκριτικά με τα παιδιά μέσης/φυσιολογικής νοημοσύνης. Στην παρούσα μετα-ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 15 έρευνες με σύνολο συμμετεχόντων 15.974 παιδιά. Από τη στατιστική ενοποίηση και ανάλυση των δεδομένων επιβεβαιώθηκε η αρχική υπόθεση, αλλά μόνο για τα παιδιά με νοητική υστέρηση, καθώς φάνηκε ότι τα παιδιά αυτά εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική προτίμηση χεριού (περιττός λόγος=2,68 και άρα σχεδόν τριπλάσιες πιθανότητες) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό ($p<0,01$). Αντίθετα, για την ομάδα των παιδιών με υψηλή νοημοσύνη η υπόθεση απορρίφθηκε, αφού προέκυψε ότι τα παιδιά αυτά εμφανίζουν λιγότερες πιθανότητες να εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού (περιττός λόγος= 0,96 και άρα 4% λιγότερες πιθανότητες), αλλά σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p=0,66$). Τα αποτελέσματα, καθώς και οι περιορισμοί της εν λόγω μετα-ανάλυσης έθεσαν τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δόμηση της κυρίως μελέτης για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης που ακολουθεί και τη διατύπωση των ερευνητικών υποθέσεων, οι οποίες παρατίθενται στο τέλος του κεφαλαίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία της μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης και συγκεκριμένα ο ερευνητικός σχεδιασμός, η περιγραφή του δείγματος, τα μέσα συλλογής των δεδομένων και τέλος η διαδικασία συλλογής. Στην έρευνα συμμετείχαν 102 παιδιά 13-17 ετών από γενικά και ειδικά σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του νομού Αττικής, τα οποία κατηγοριοποιήθηκαν σε τρεις ομάδες βάσει του δείκτη νοημοσύνης τους: (α) 30 παιδιά με υψηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N>120$), (β) 42 μαθητές με μέσο νοητικό πηλίκο ($80<\Delta N<120$) και (γ) 30 μαθητές με χαμηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N<80$). Οι τρεις αυτές ομάδες παιδιών αξιολογήθηκαν ως προς τη νοημοσύνη τους με το τεστ ρέουσας νοημοσύνης Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven και την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition (WISC-III). Η πλευρίωση της γλώσσας αξιολογήθηκε, αρχικά, με συμπεριφορικούς δείκτες μέσω του Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού, του Ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου και της Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, με ορμονικούς δείκτες μέσω μιας έμμεσης ορμονικής μέτρησης του επιπέδου της προγεννητικής τεστοστερόνης μέσω των δαχτύλων του δείκτη και του παράμεσου (λόγος 2D:4D) και νευροψυχολογικούς δείκτες μέσω του τεστ Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου, το οποίο διεξάγεται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Παράλληλα, χορηγήθηκαν και δύο ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών και το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων. Σε δεύτερη φάση, 51 παιδιά και από τις τρεις νοητικές ομάδες του συνολικού δείγματος δέχθηκαν να συμμετάσχουν σε περαιτέρω άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής τους πλευρίωσης μέσω της τεχνικής του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler. Η τεχνική αυτή αποτελεί μια σχετικά νέα μη παρεμβατική απεικονιστική τεχνική του εγκεφάλου σχετικά εύκολη στην εφαρμογή της και ιδανική για τη μελέτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας σε παιδιά. Η δοκιμασία που χορηγήθηκε μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler ήταν η δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται τα ευρήματα της έρευνας, όπως προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και εγκεφαλικών δεικτών ελέγχθηκαν τρεις εναλλακτικές υποθέσεις. Αναφορικά με την πρώτη εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική, τα αποτελέσματα δεν κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις, οπότε και η υπόθεση απορρίφθηκε (όλα τα $p > 0,06$). Ωστόσο, γραμμική σχέση φάνηκε να υπάρχει μεταξύ όλων των δεικτών νοημοσύνης και της ταχύτητας κάθε χεριού ξεχωριστά κατά την εκτέλεση της Δοκιμασίας Μετακίνησης Πασσάλων και συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερος ήταν ο δείκτης νοημοσύνης του παιδιού, τόσο μικρότερος ο μέσος όρος των δευτερολέπτων που χρειαζόταν για να ολοκληρώσει τη δοκιμασία (όλα τα $p < 0,01$). Όσον αφορά στη δεύτερη εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U με τα παιδιά των οποίων η νοητική ικανότητα βρίσκεται στα άκρα της κατανομής να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση, επιβεβαιώθηκε αλλά μόνο για τα παιδιά με νοητική υστέρηση, τα οποία φάνηκε να έχουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση ($p < 0,05$) – και συγκεκριμένα αριστερή δεξιότητα χεριού – συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικής και υψηλής νοημοσύνης. Τέλος, ελέγχθηκε η τρίτη εναλλακτική υπόθεση σύμφωνα με την οποία ο μέσος όρος των παιδιών των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής παρουσιάζει χαμηλότερες νοητικές ικανότητες συγκριτικά με τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση, τα οποία εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές ικανότητες. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την

ανωτέρω υπόθεση και ειδικότερα, φάνηκε ότι τα παιδιά με ήπια δεξιότητα χεριού έχουν υψηλότερη γενική, $F(3,98)=3,63$, $p=0,016$, λεκτική, $F(3,98)=3,81$, $p=0,012$ και πρακτική νοημοσύνη, $F(3,98)=3,17$, $p=0,028$ και μάλιστα οι στατιστικά σημαντικές αυτές διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση (ήπια τυπική πλευρίωση). Αναφορικά με το βαθμό πλευρίωσης βρέθηκε ότι τα παιδιά με ήπια πλευρίωση (είτε αριστερή, είτε δεξιά βάσει της δεξιότητας χεριού και των ορμονικών δεικτών) υπερέχουν νοητικά (βάσει γενικής, $t(100)=-2,286$, $p=0,024$, λεκτικής, $t(100)=-2,251$, $p=0,027$ και πρακτικής νοημοσύνης, $t(100)=-2,056$, $p=0,042$) συγκριτικά με τα παιδιά με ισχυρή δεξιότητα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Τέλος, για τους δεξιόχειρες υψηλής νοημοσύνης φάνηκε μια τάση να εμφανίζουν υψηλότερους δείκτες πλευρίωσης βάσει του υπερήχου Doppler, και άρα πιο αριστερή/τυπική πλευρίωση συγκριτικά με τους δεξιόχειρες μέσης/φυσιολογικής νοημοσύνης.

Το τελευταίο κεφάλαιο παρέχει μια επισκόπηση των ευρημάτων της παρούσας μελέτης και εξετάζει τη σχέση τους με τα ευρήματα άλλων ερευνών από τη διεθνή βιβλιογραφία διατυπώνοντας υποθετικές ερμηνείες. Στο κεφάλαιο αυτό, επιπλέον, επισημαίνονται οι περιορισμοί της συγκεκριμένης έρευνας και προτείνονται περαιτέρω ερευνητικές προσεγγίσεις της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και λειτουργικής πλευρίωσης της γλώσσας. Συμπερασματικά, η παρούσα έρευνα εστίασε στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης και από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα υψηλότερα ποσοστά μη τυπικής πλευρίωσης παρουσιάζονται στα παιδιά με νοητική υστέρηση, ενώ τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές επιδόσεις. Τα ευρήματα αυτά, τα οποία προέκυψαν κυρίως από συμπεριφορικούς και ορμονικούς δείκτες, συμβαδίζουν σε μεγάλο βαθμό με τις γενετικές θεωρητικές προσεγγίσεις για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης της γλώσσας και συμβάλλουν σημαντικά στη βαθύτερη κατανόηση λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης.

Αριθμός λέξεων 54.900 περίπου

Κατάλογος Περιεχομένων

<i>Κατάλογος Πινάκων</i>	<i>xvi</i>
<i>Κατάλογος Εικόνων</i>	<i>xviii</i>
<i>Συντομογραφίες</i>	<i>xxii</i>
<i>Κεφάλαιο 1ο</i>	
<i>Εισαγωγή.....</i>	<i>1</i>
1.1 Νοημοσύνη.....	2
1.1.1 Ορισμοί της νοημοσύνης.....	3
1.1.2 Θεωρίες για τη νοημοσύνη.....	4
1.1.2.1 Η Θεωρία των δύο παραγόντων του Spearman.....	5
1.1.2.2 Η Θεωρία των πρωταρχικών παραγόντων του Thurstone.....	7
1.1.2.3 Η δομή της νοημοσύνης κατά τον Guilford	8
1.1.2.4 Η ρέουσα και αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη του Cattell.....	11
1.1.2.5 Η Θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης του Gardner.....	12
1.1.2.6 Η τριαρχική θεωρία του Sternberg	15
1.1.3 Μέτρηση της νοημοσύνης.....	16
1.1.3.1 Η κλίμακα Binet-Simon.....	17
1.1.3.2 Η κλίμακα Stanford-Binet	18
1.1.3.3 Οι κλίμακες Wechsler.....	19
1.1.3.4 Το τεστ των Προοδευτικών Μητρών του Raven.....	20
1.1.4 Ταξινόμηση της νοημοσύνης βάσει του Δείκτη Νοημοσύνης.....	21
1.1.4.1 Παιδιά με υψηλή νοημοσύνη.....	23
1.1.4.2. Παιδιά με νοητική υστέρηση.....	25
1.1.5 Ο ρόλος της κληρονομικότητας και του περιβάλλοντος στη νοημοσύνη.....	28
1.1.5.1 Γενετικοί παράγοντες – κληρονομικότητα.....	29
1.1.5.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες	30
1.1.6 Το νευροβιολογικό υπόστρωμα της νοημοσύνης.....	34

1.1.6.1 Νοημοσύνη και δομικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου	35
1.1.6.2 Νοημοσύνη και λειτουργικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου ...	36
1.1.6.3 Σύγχρονες νευροβιολογικές θεωρίες της νοημοσύνης	40
1.2 Πλευρίωση	45
1.2.1 Εγκεφαλική Πλευρίωση	46
1.2.1.1 Νευροανατομική εγκεφαλική πλευρίωση.....	47
1.2.1.2 Λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση	49
1.2.2 Συμπεριφορική πλευρίωση.....	57
1.2.2.1 Γενετικές θεωρίες για την προτίμηση χεριού	61
1.2.2.2 Περιβαλλοντικές θεωρίες για την προτίμηση χεριού	63
1.2.3 Σχέση γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωση και προτίμησης χεριού	66
1.3 Νοημοσύνη και Πλευρίωση	69
1.3.1 Νοημοσύνη και εγκεφαλική πλευρίωση	72
1.3.2 Νοημοσύνη και προτίμηση χεριού	75
1.3.3 Θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης.....	84
1.3.3.1 Γενετικές θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης...	84
1.3.3.2 Περιβαλλοντικές θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης	86
1.3.3.3 Η θεωρία της κυμαινόμενης ασυμμετρίας.....	88
1.3.4 Η χρησιμότητα μελέτης της σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης	90
 Κεφάλαιο 2ο	
Μετα-ανάλυση: Νοημοσύνη και συμπεριφορική πλευρίωση	94
2.1. Εισαγωγή	94
2.2 Μέθοδος	95
2.2.1 Κριτήρια συμπερίληψης/αποκλεισμού.....	96
2.2.2 Στατιστική ανάλυση	97
2.3 Αποτελέσματα	98
2.3.1 Αποτελέσματα παιδιών με NK-ΦΝ.....	99
2.3.2 Αποτελέσματα παιδιών με YN-ΦΝ.....	101
2.4 Συζήτηση	102

Κεφάλαιο 3ο

Μεθοδολογία μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης 106

3.1 Συμμετέχοντες 107

3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων..... 108

3.2.1 Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (ΠΠΜ-R)..... 110

3.2.2 Το Ελληνικό WISC-III 111

3.2.3 Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου..... 114

3.2.4 Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού 115

3.2.5 Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων 117

3.2.6 Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων 119

3.2.7 Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών 120

3.2.8 Ορμονική αξιολόγηση 121

3.2.9 Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου 123

3.2.10 Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler 129

3.3 Διαδικασία συλλογής των δεδομένων 137

3.4 Στατιστική ανάλυση 139

Κεφάλαιο 4ο

Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης ... 141

4.1 Περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις 141

4.2 Αποτελέσματα διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ των εργαλείων της έρευνας 147

4.3 Έλεγχος στατιστικών υποθέσεων 151

4.3.1 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω έμμεσων συμπεριφορικών δεικτών..... 151

4.3.2 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω εγκεφαλικών δεικτών..... 163

4.3.3 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών 168

Κεφάλαιο 5ο

<i>Συζήτηση των αποτελεσμάτων της μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης.....</i>	<i>171</i>
<i>5.1 Περιορισμοί της έρευνας</i>	<i>189</i>
<i>5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα</i>	<i>191</i>
<i>5.3 Επίλογος.....</i>	<i>193</i>
<i>Ελληνική Βιβλιογραφία.....</i>	<i>195</i>
<i>Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία</i>	<i>197</i>
<i>Παραρτήματα</i>	<i>253</i>

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1. Ταξινόμηση ΔΝ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.	22
Πίνακας 1.2. Αντιστοιχία νοητικών ικανοτήτων και εγκεφαλικών περιοχών.	38
Πίνακας 1.3. Συνοπτική παρουσίαση σημαντικών νευροανατομικών ασυμμετριών του ανθρώπινου εγκεφάλου.	48
Πίνακας 2.1. Έλεγχος της ταξινόμησης χεριού ως ενδιάμεσης μεταβλητής.	101
Πίνακας 3.1. Κατηγοριοποίηση της νοημοσύνης βάσει των ΠΠΜ-R.	110
Πίνακας 4.1. Συχνότητες και ποσοστά % των παιδιών βάσει της Λεκτικής και Πρακτικής Νοημοσύνης.	142
Πίνακας 4.2. Συχνότητες και ποσοστά % των παιδιών βάσει της 7θμιας κατηγοριοποίησης του ΓΔΝ _{WISC} .	142
Πίνακας 4.3. Συχνότητες των παιδιών σε κάθε νοητική ομάδα – ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ - βάσει της προτίμησης/δεξιότητας χεριού στα τεστ ΕΕ, ΠΠΧ και ΔΜΠ.	144
Πίνακας 4.4. Διαφορές στους Μέσους Όρους και τις Τυπικές Αποκλίσεις των ορμονικών δεικτών μεταξύ των δύο φύλων.	145
Πίνακας 4.5. Συχνότητες και ποσοστά των παιδιών βάσει της εγκεφαλικής πλευρίωσης βάσει των ερωτηματολογίων ΕΔΗΤ και ΕΠΗΣ, της δοκιμασίας ΛΑΟΗ μέσω Η/Υ και της δοκιμασίας ΠΚΣ μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler.	147
Πίνακας 4.6. Συσχετίσεις, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των δεικτών νοημοσύνης στα τεστ των ΠΠΜ-R και WISC-III.	148
Πίνακας 4.7. Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των τεστ προτίμησης και δεξιότητας χεριού, ΕΕ ₁₀ , ΕΕ ₁₂ , ΠΠΧ και της ΔΜΠ.	149
Πίνακας 4.8. Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των τεσσάρων ΔΝ και του μέσου όρου της ταχύτητας του κάθε χεριού στη ΔΜΠ.	152

Πίνακας 4.9. Ανάλυση παλινδρόμησης για τη στατιστική πρόβλεψη της επίδοσης στη ΔΜΠ (βάσει του Μ.Ο. της ταχύτητας κάθε χεριού) από το ΔΝ στις ΠΠΜ-R και τους ΛΔΝ και ΠΔΝ του WISC-III.	153
Πίνακας 4.10. Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του $\Gamma\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την προτίμηση χεριού στις δοκιμασίες EE_{10} και ΠΠΧ με το κριτήριο χ^2 .	155
Πίνακας 4.11. Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει των $\Delta N_{ΠΠΜ-R}$ και $\Pi\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ με το κριτήριο χ^2 .	155
Πίνακας 4.12. Μέσοι όροι των παιδιών με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ ως προς τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.	158
Πίνακας 4.13. Μέσοι όροι των παιδιών με αριστερή, μικτή δεξιότητα με αριστερή τάση, μικτή δεξιότητα με δεξιά τάση και δεξιά δεξιότητα στη ΔΜΠ ως προς τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.	159
Πίνακας 4.14. Μέσοι βαθμοί (mean ranks) για την ταχύτητα του κάθε χεριού στη ΔΜΠ των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει όλων των ΔΝ.	161
Πίνακας 4.15. Διαφορές στους μέσους όρους των παιδιών με ισχυρή και ήπια δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ αναφορικά με τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.	162
Πίνακας 4.16. Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΦΝ και ΥΝ βάσει του $\Gamma\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει της δοκιμασίας ΛΑΟΗ με το κριτήριο χ^2 .	164
Πίνακας 4.17. Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του $\Gamma\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει της δοκιμασίας ΠΚΣ στο διακρανιακό υπέρηχο Doppler με το κριτήριο χ^2 .	165
Πίνακας 4.18. Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Λεκτικής και Πρακτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α.	169

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας των δύο παραγόντων του Spearman.	6
Εικόνα 1.2. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας των πρωταρχικών παραγόντων του Thurstone.	8
Εικόνα 1.3. Σχηματική αναπαράσταση της δομής της νοημοσύνης κατά το Guilford.	10
Εικόνα 1.4. Σχηματική αναπαράσταση της διπαραγοντικής θεωρίας της νοημοσύνης του Cattell.	11
Εικόνα 1.5. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας της πολλαπλής νοημοσύνης του Gardner.	14
Εικόνα 1.6. Σχηματική αναπαράσταση της τριαρχικής θεωρίας του Sternberg.	16
Εικόνα 1.7. Κατανομή της νοημοσύνης βάσει της καμπύλης του Gauss. Στην πρώτη σειρά αναγράφονται οι τυπικές αποκλίσεις από το μέσο όρο 100, ενώ στη δεύτερη και τρίτη σειρά η ταξινόμηση των ΔΝ σύμφωνα με τη νοομετρική κλίμακα του Wechsler και Stanford-Binet αντίστοιχα.	22
Εικόνα 1.8. Περιοχές Brodmann του εγκεφάλου που καθορίζουν τη θεωρία P-FIT της νοημοσύνης. Ο μαύροι κύκλοι δηλώνουν κυρίαρχες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, οι ανοιχτόχρωμοι κύκλοι περιοχές και στα δύο ημισφαίρια, ενώ το λευκό βέλος την τοξοειδή δεσμίδα.	43
Εικόνα 1.9. Λειτουργική εξειδίκευση των δύο ημισφαιρίων.	51
Εικόνα 1.10. Απεικόνιση περιοχών Broca (αριστερός μετωπιαίος λοβός) και Wernicke (αριστερός κροταφικός λοβός), οι οποίες συνδέονται με τη γλώσσα.	53
Εικόνα 1.11. Απεικόνιση των επτά περιοχών του αριστερού εγκεφαλικού φλοιού που σχετίζονται με το λόγο, βάσει του μοντέλου Wernicke-Geschwind.	54

Εικόνα 1.12. Σχηματική αναπαράσταση των τρόπων με τους οποίους η τεστοστερόνη μπορεί να επηρεάσει την προτίμηση χεριού, την ημισφαιρική επικράτηση του λόγου και άλλα βιολογικά χαρακτηριστικά.	64
Εικόνα 1.13. Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, σύμφωνα με την οποία έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U με τα άτομα των οποίων η νοημοσύνη βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική προτίμηση χεριού (Hicks & Dusek, 1980).	79
Εικόνα 1.14. Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, σύμφωνα με τη θεωρία της Annett (1992, 1993α, 1993β, 2002). Βάσει της θεωρίας αυτής, η σχέση νοημοσύνης και προτίμησης χεριού έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U με τα άτομα των οποίων η προτίμηση χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα χαμηλές νοητικές ικανότητες, ενώ τα άτομα με ήπια δεξιοχειρία την υψηλότερη νοημοσύνη.	80
Εικόνα 2.1. Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους παιδιών με ΝΚ και ομάδας ελέγχου ΦΝ στην αριστεροχειρία. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε μελέτη αναπαρίσταται από μία οριζόντια γραμμή και το σημείο εκτίμησης από ένα τετράγωνο σημείο. Τα διαστήματα εμπιστοσύνης του συνόλου των μελετών αναπαρίσταται από ένα σημείο σχήματος διαμαντιού στο κάτω μέρος του δενδρογράμματος.	100
Εικόνα 2.2. Κωνοειδές διάγραμμα (funnel plot) για τον έλεγχο σφάλματος δημοσίευσης.	100
Εικόνα 2.3. Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους παιδιών με ΥΝ και ομάδας ελέγχου στην αριστεροχειρία.	102
Εικόνα 3.1. Σχηματική αναπαράσταση του τεστ ΠΠΧ. Πηγή: Bishop και συν., 1996. Οι θέσεις 1-3 αντιστοιχούν στο αριστερό ημιπεδίο, η θέση 4 δηλώνει συμμετρία, ενώ οι θέσεις 5-7 αντιστοιχούν στο δεξί ημιπεδίο (Bryden & συν., 2000).	116

Εικόνα 3.2. Το τεστ ΠΠΧ που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα. Το παιδί στεκόταν όρθιο στο κέντρο του χάρτινου πίνακα και τοποθετούσε τις κάρτες που του ζητούσε η ερευνήτρια μέσα στο κουτί με το προτιμώμενο χέρι.	117
Εικόνα 3.3. Ο διάτρητος πίνακας με τους δέκα πασσάλους. Η απόσταση μεταξύ των δύο σειρών του διάτρητου πίνακα ήταν 20,32 εκ. (από το κέντρο της κάθε τρύπας). Κάθε σειρά αποτελούταν από 10 τρύπες διαμέτρου 1,27 εκ. και βάθους 2,2 εκ. η καθεμία, ενώ η κάθε τρύπα απείχε από την άλλη 3,8 εκ. Κάθε πάσσαλος είχε μήκος 8,1 εκ. και διάμετρο 0,9 εκ. (Annett, 2002).	118
Εικόνα 3.4. Απεικόνιση χεριού με το δείκτη να είναι μικρότερος από τον παράμεσο. Στο παράδειγμα αυτό, το αποτέλεσμα είναι ένας μικρός λόγος 2D: 4D δηλωτικός των υψηλών επιπέδων εμβρυικής τεστοστερόνης.	122
Εικόνα 3.5. Μέτρηση μήκους δαχτύλων με το ψηφιακό παχύμετρο.	123
Εικόνα 3.6. Παράδειγμα εμφάνισης των λέξεων-ψευδολέξεων στη δοκιμασία ΛΑΟΗ.	126
Εικόνα 3.7. Οι οδηγίες που δόθηκαν στους συμμετέχοντες προφορικά, αλλά και γραπτά στην οθόνη του υπολογιστή, πριν την έναρξη της δοκιμασίας ΛΑΟΗ.	128
Εικόνα 3.8. Συσκευή μέτρησης διακρανιακού υπερήχου Doppler.	132
Εικόνα 3.9. Αισθητήρες/ηχοβολείς 2 MHz του διακρανιακού υπερήχου Doppler.	132
Εικόνα 3.10. Εφαρμογή του διακρανιακού υπερήχου Doppler σε ανήλικο συμμετέχοντα.	133
Εικόνα 3.11. Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου.	134
Εικόνα 3.12. Πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ για ένα συμμετέχοντα (29 πειραματικοί κύκλοι).	136
Εικόνα 3.13. Μέση τιμή της αιματικής ροής στους πειραματικούς κύκλους με καθαρές καταγραφές για την αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.	136
Εικόνα 3.14. Διαφορά στην ταχύτητας αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.	137

Εικόνα 4.1. Γραφική αναπαράσταση της προτίμησης/δεξιότητας χεριού των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα βάσει των συμπεριφορικών εργαλείων EE ₁₀ , EE ₁₂ , ΠΠΧ και ΔΜΠ.	144
Εικόνα 4.2. Ιστόγραμμα συχνότητων ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου, στο οποίο φαίνεται ότι ακολουθεί ασύμμετρη δεξιά κατανομή.	148
Εικόνα 4.3. Ανάλυση παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης μεταξύ γενικής νοημοσύνης και προτίμησης χεριού βάσει του τεστ ΠΠΧ.	154
Εικόνα 4.4. Γραφική αναπαράσταση της δεξιότητας χεριού των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει των ΠΠΜ-R.	156
Εικόνα 4.5. Γραφική αναπαράσταση της δεξιότητας χεριού των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του ΠΔΝ _{WISC} .	156
Εικόνα 4.6. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.	158
Εικόνα 4.7. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με αριστερή, μικτή δεξιότητα με αριστερή τάση, μικτή δεξιότητα με δεξιά τάση και δεξιά δεξιότητα στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.	160
Εικόνα 4.8. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με ήπια και ισχυρή δεξιότητα στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.	163
Εικόνα 4.9. Θηκόγραμμα της κατανομής των Δεικτών Πλευρίωσης στα παιδιά με Φυσιολογική και Υψηλή Νοημοσύνη.	167
Εικόνα 4.10. Γραφική αναπαράσταση των διαφορών στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Λεκτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α (διαφορά των λόγων 2D:4D των δύο χεριών).	169
Εικόνα 4.11. Γραφική αναπαράσταση των διαφορών στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Πρακτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α (διαφορά των λόγων 2D:4D των δύο χεριών).	170

Συντομογραφίες

Ελληνικές

ΑΗ	Αριστερό Ημισφαίριο
ΑΟΗ	Αριστερό Οπτικό Ημιπεδίο
ΓΔΝ	Γενικός Δείκτης Νοημοσύνης
ΔΗ	Δεξί Ημισφαίριο
ΔΜΠ	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (peg-moving test)
ΔΝ	Δείκτης Νοημοσύνης
ΔΟΗ	Δεξί Οπτικό Ημιπεδίο
ΔΠ	Δείκτης Πλευρίωσης
ΕΔΗΤ	Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων
ΕΕ	Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου (EHI, Edinburgh Handedness Inventory)
ΕΠΗΣ	Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών
ΚΑ	Κυμαινόμενη Ασυμμετρία
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
ΛΑΟΗ	Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (Visual Half-Field Lexical Decision Test)
ΛΔΝ	Λεκτικός Δείκτης Νοημοσύνης
ΜΕΑ	Μέση Εγκεφαλική Αρτηρία
Μ.Ο.	Μέσος Όρος
ΝΚ	Νοητική Υστέρηση/Καθυστέρηση
ΝΠ	Νοητικό Πηλίο (IQ, Intelligence Quotient)
ΠΔΝ	Πρακτικός Δείκτης Νοημοσύνης
ΠΚΣ	Περιγραφή Κινουμένου Σχεδίου (Animation Description Task)
ΠΠΜ-R	Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven
ΠΠΧ	Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (QHPT, Quantification of Hand Preference Test)

T.A.	Τυπική Απόκλιση
YN	Υψηλή Νοημοσύνη
ΦN	Φυσιολογική/μέση Νοημοσύνη

Ξερόγλωσσες

2D:4Dδ	Ορμονικός δείκτης, λόγος του μήκους των δαχτύλων του δείκτη και του παράμεσου για το δεξί χέρι (λόγος 2D:4D, Second to Fourth Digit Length Ratio)
2D:4Dα	Ορμονικός δείκτης, λόγος του μήκους των δαχτύλων του δείκτη και του παράμεσου για το αριστερό χέρι (λόγος 2D:4D, Second to Fourth Digit Length Ratio)
BAs	Περιοχές Brodmann (Brodmann areas)
Dδ-α	Η διαφορά των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού (λόγος 2D:4D, Second to Fourth Digit Length Ratio)
EEG	Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (Electroencephalography)
ERP	Προκλητά Δυναμικά (Event-related Potentials)
fMRI	Λειτουργική τομογραφία μαγνητικού συντονισμού (Functional magnetic resonance imaging)
FTCD	Διακρανιακός υπέρηχος Doppler (Functional Transcranial Doppler Ultrasound)
g	Γενικός νοητικός παράγοντας
LRRTM1	Γονίδιο Leucine-Rich Repeat Transmembrane Neuronal Protein 1
OR	Περιττός λόγος (Odds Ratio)
PET	Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron emission tomography)
P-FIT	Θεωρία της βρεγματο-μετωπιαίας ενσωμάτωσης της νοημοσύνης (Parieto-frontal integration theory of intelligence)
RS	Γονίδιο δεξιάς μετατόπισης (Right Shift gene)
SEM	Τυπικό σφάλμα του μέσου όρου (Standard Error of Mean)
SPSS	Πακέτο στατιστικής ανάλυσης Statistical Package for the Social Sciences
WAIS	Τεστ νοημοσύνης Wechsler Adult Intelligence Scale Revised
WISC-III	Τεστ νοημοσύνης Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition

Κεφάλαιο 1ο

Εισαγωγή

Οι άνθρωποι εμφανίζουν σημαντικές φυσικές συμμετρίες, καθώς όλοι έχουν δύο άνω και κάτω άκρα, δύο οφθαλμούς, δύο ότα, δύο ρώθωνες, δύο μαστούς. Αυτή η συμμετρία παρουσιάζεται και στην εσωτερική μας ανατομία, καθώς έχουμε για παράδειγμα δύο πνεύμονες, δύο νεφρά, δύο ωοθήκες, δύο όρχεις και δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια. Όμως, είναι επίσης γεγονός ότι οι άνθρωποι παρουσιάζουν και αρκετές σημαντικές σωματικές, νευροανατομικές και λειτουργικές ασυμμετρίες (Martin, 2003).

Γενικότερα, η ασυμμετρία είναι μάλλον ο κανόνας παρά η εξαίρεση στη φύση και αποτελεί βασική αρχή για τον έλεγχο της φυσικής ισορροπίας. Αποτελεί μια έννοια που δεν ταυτίζεται καθόλου με τη δυσαρμονία, αλλά αντίθετα σχετίζεται με την ομαλή ανάπτυξη και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη σε όλους τους οργανισμούς. Μάλιστα, σε έναν ανθρώπινο οργανισμό η ύπαρξη της ασυμμετρίας είναι ίσως το στοιχείο που μας κάνει φυσιολογικούς (Martin, 2003). Για παράδειγμα, ο αριστερός πνεύμονας είναι μικρότερος από τον δεξί, ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί χώρος για την ασύμμετρη καρδιά μας. Επίσης, η ασυμμετρία σχετίζεται ως ένα βαθμό και με τη φυσική ελκυστικότητα, καθώς σε ένα πρόσωπο για παράδειγμα η πλήρης συμμετρία είναι αδύνατη, αλλά και για πολλούς μη ελκυστική (Zaidel, Clarke, & Suyenobu, 1990). Ασυμμετρία, όμως, παρατηρείται και στον ανθρώπινο εγκέφαλο, όπου κάθε ημισφαίριο επιτελεί διαφορετικό λειτουργικό ρόλο (Bisazza, Rogers & Vallortigara, 1998), ενώ σε επίπεδο συμπεριφοράς η πιο εμφανής ασυμμετρία είναι η προτίμηση χεριού (handedness), η οποία αναφέρεται στην ικανότητα να διεκπεραιώνονται κάποιες δραστηριότητες πιο αποτελεσματικά με τη χρήση του ενός χεριού έναντι του άλλου (Corey, Hurley, & Foundas, 2001).

Η ασύμμετρη λειτουργία ενός οργανισμού συχνά περιγράφεται με τον όρο πλευρίωση (laterality) και αναφέρεται στην επιλεκτική λειτουργία ενός τμήματος του σώματος (Touwen, 1972). Πλήθος ερευνών έχουν μελετήσει τη σχέση μεταξύ πλευρίωσης και διαφόρων γνωστικών, συμπεριφορικών και νευροψυχολογικών λειτουργιών (Grimshaw, & Wilson, 2012). Με την παρούσα έρευνα γίνεται μια προσπάθεια διερεύνησης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται μέσα από συμπεριφορικούς, ορμονικούς και εγκεφαλικούς δείκτες, με κύριο στόχο τη βαθύτερη κατανόηση της εγκεφαλικής οργάνωσης παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Ειδικότερα, η μελέτη της λειτουργικής πλευρίωσης του εγκεφάλου παιδιών με υψηλή νοημοσύνη και νοητική υστέρηση συγκριτικά με συνομηλίκους τους φυσιολογικής/μέσης νοημοσύνης συμβάλλει στην βαθύτερη κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων τους, καθώς τα παιδιά αυτά είναι άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Νόμος 3699/2008 – ΦΕΚ 199/Α΄/2.10.2008, Άρθρο 3).

1.1 Νοημοσύνη

Ο όρος «νοημοσύνη» χρησιμοποιείται σήμερα πολύ συχνά στις επιστήμες της Παιδαγωγικής, της Ψυχολογίας και της Ιατρικής και έχει μελετηθεί εκτενώς ιδίως αφότου ξεκίνησε η χορήγηση των ψυχομετρικών τεστ νοημοσύνης. Ο επιστημονικός όρος νοημοσύνη απαντάται σπάνια στη βιβλιογραφία του 19^{ου} αιώνα και μάλιστα σχεδόν αποκλειστικά για την ερμηνεία νοητικών επιδόσεων των ζώων. Στην ψυχολογία του ανθρώπου, η ψυχομετρική έννοια του όρου «νοημοσύνη» εισάγεται μετά το 1900 από τους Alfred Binet και Charles Edward Spearman και απέκτησε σταδιακά τη σημερινή της σημασία (Binet, 1905. Spearman, 1927).

Στην καθημερινή μας ζωή ο όρος νοημοσύνη χρησιμοποιείται ως συνώνυμο πολλών άλλων εννοιών, όπως εξυπνάδα, ευφυΐα, χάρισμα, διάνοια κ.α., όμως συχνά παρατηρείται ασυμφωνία ακόμη και μεταξύ των ειδικών, οι οποίοι προσεγγίζουν από διαφορετική σκοπιά τη φύση της νοημοσύνης. Απότοκος αυτού είναι η διατύπωση πλήθος ορισμών και προσεγγίσεων κατά το πέρασμα των ετών, οι οποίοι θα πρέπει να αξιολογούνται υπό το πρίσμα τόσο των κοινωνικών αξιών κάθε εποχής, όσο και των επιστημονικών της ιδεών (Kagan, & Gall, 1998).

1.1.1 Ορισμοί της νοημοσύνης

Παρόλο που έχουν εκφραστεί αμφιβολίες για την ίδια την ύπαρξη της νοημοσύνης, τη δυνατότητα μέτρησής της, καθώς και τη σπουδαιότητα των δεδομένων ενός τεστ νοημοσύνης, ο ορισμός της έχει αποτελέσει το έναυσμα ζωντών επιστημονικών συζητήσεων. Το 1921 στις ΗΠΑ πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά ένα συμπόσιο με θέμα «Η νοημοσύνη και η μέτρησή της», στο οποίο ζητήθηκε από ειδικούς νευρολόγους και ψυχολόγους να δώσουν έναν ορισμό για τη νοημοσύνη. Μετά το πέρας του συμποσίου παρατηρήθηκε ασυμφωνία μεταξύ των ειδικών, καθώς δόθηκαν πλήθος ορισμών και προσεγγίσεων (Thorndike, 1921). Σε παρόμοια άκαρπα αποτελέσματα οδηγήθηκε 65 χρόνια αργότερα ένα αντίστοιχο συμπόσιο (Stemberg, & Detterman, 1986), ώσπου το 2000, ο Brody σημείωσε ότι παρότι ξέρουμε πώς να μετρήσουμε τη νοημοσύνη στην πραγματικότητα δεν γνωρίζουμε τι τελικά έχει μετρηθεί.

Ωστόσο, όλα αυτά τα χρόνια έχουν προταθεί κάποιοι αρκετά σαφείς ορισμοί, όπως αυτός του Alfred Binet (1905, όπ.αν. Μόττη-Στεφανίδη, 1999, σελ. 26): «Η έννοια της νοημοσύνης αναφέρεται στην ικανότητα του ανθρώπου για λογική κρίση, κατανόηση, ολοκλήρωση στόχων, αυτοκριτική, καθώς και για προσαρμογή στις διάφορες καταστάσεις της ζωής», ενώ ο David Wechsler (1958, σελ.7) όρισε τη νοημοσύνη ως «τη γενική νοητική ικανότητα του ανθρώπου να δρα σκόπιμα, να σκέπτεται λογικά και να αντιμετωπίζει με αποτελεσματικότητα το περιβάλλον του». Σε μια πιο πρόσφατη προσπάθεια ταξινόμησης ορισμένων στοιχείων σημαντικών για τον ορισμό της νοημοσύνης όλοι σχεδόν οι ειδικοί συνέκλιναν στην άποψη ότι πολύ σημαντικά στοιχεία της νοημοσύνης αποτελούν η ικανότητα για αφηρημένη σκέψη, μάθηση και επίλυση προβλημάτων, ενώ η πλειοψηφία αυτών πρόσθεσε την ικανότητα για προσαρμογή στο περιβάλλον, τη δημιουργικότητα, τις γενικές εγκυκλοπαιδικές γνώσεις, τη γλωσσική και μαθηματική ικανότητα, τη μνήμη και την ταχύτητα επεξεργασίας των πληροφοριών (Snyderman, & Rothman, 1987). Σημαντική, επίσης, υπήρξε και η συμβολή του Jean Piaget, ο οποίος θεωρούσε τη νοημοσύνη ως μια δυναμική διαδικασία προσαρμογής του ατόμου στο περιβάλλον μέσω των μηχανισμών της αφομοίωσης και της συμμόρφωσης (Γαλανάκη, 2000).

Ένας αρκετά πλήρης ορισμός έχει δοθεί από την Αμερικάνικη Ψυχολογική Εταιρία (Neisser, Boodoo, Bouchard, Boykin, Brody, & συν., 1996) σύμφωνα με τον οποίο:

«Τα άτομα διαφέρουν μεταξύ τους στην ικανότητά τους να κατανοούν σύνθετες ιδέες, να προσαρμόζονται αποτελεσματικά στο περιβάλλον, να μαθαίνουν μέσα από τις εμπειρίες τους, να χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές της συλλογιστικής τους ικανότητας, να ξεπερνούν τα εμπόδια μέσα από τη λογική σκέψη. Αν και αυτές οι ατομικές διαφορές είναι σημαντικές, δεν είναι ποτέ απόλυτα συνεπείς, καθώς η πνευματική απόδοση κάθε ατόμου ποικίλλει σε διαφορετικές περιπτώσεις, διαφορετικούς τομείς και βάσει διαφορετικών κριτηρίων. Οι πολλές και διαφορετικές έννοιες της νοημοσύνης αποτελούν προσπάθειες αποσαφήνισης και οργάνωσης αυτού του πολύπλοκου συνόλου φαινομένων».

Συνοψίζοντας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ειδικοί συγκλίνουν σε κάποιες γενικές αρχές, σύμφωνα με τις οποίες:

- α) Η νοημοσύνη δεν μπορεί να μελετηθεί και να κατανοηθεί έξω από ένα συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο. Διαφορετικές κοινωνίες έχουν διαφορετικές αντιλήψεις για το ποιες δεξιότητες επιτρέπουν την προσαρμογή του ατόμου στο περιβάλλον και προσδιορίζουν το νοήμον άτομο (Sternberg, & Kaufman, 1998).
- β) Η νοημοσύνη είναι μια σκόπιμη και κατευθυνόμενη συμπεριφορά που συνίσταται στην ικανότητα του ατόμου να αντιμετωπίζει νέες καταστάσεις και να επιλύει καινούρια προβλήματα. Επομένως, η νοημοσύνη είναι μια γενική ικανότητα που σχετίζεται με την ικανότητα του ατόμου για μάθηση (Weinberg, 1989).
- γ) Η νοημοσύνη είναι μια ικανότητα που βοηθάει το άτομο να αποκτά δεξιότητες και τεχνικές άντλησης και επεξεργασίας των πληροφοριών (Καυάλης, 2007).

1.1.2 Θεωρίες για τη νοημοσύνη

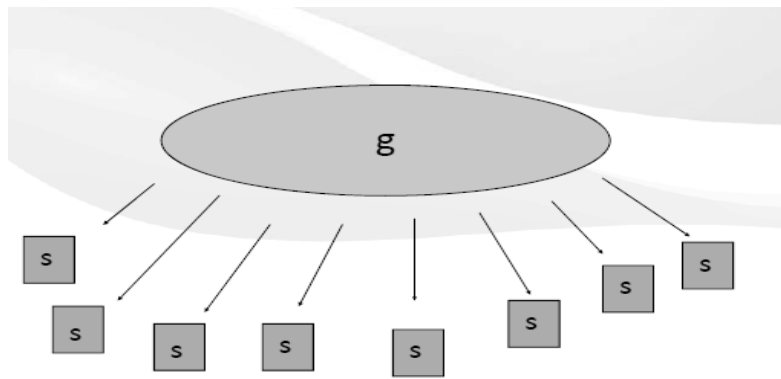
Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι τη νοημοσύνη δεν μπορούμε να την ορίσουμε απόλυτα, ούτε και να την παρατηρήσουμε άμεσα. Για το λόγο αυτό μπορούμε να την προσεγγίσουμε μόνο διαμέσου της συμπεριφοράς ενός ατόμου (Gray, & Thompson, 2004). Ο David Wechsler μάλιστα αναφέρει ότι η νοημοσύνη

είναι σαν μια μορφή ενέργειας, όπως ο ηλεκτρισμός, καθώς αναγνωρίζουμε τα αποτελέσματά της, χωρίς να γνωρίζουμε καλά τη φύση της (Mietzel, 1975). Η δυσκολία προσδιορισμού και αποσαφήνισης της έννοιας της νοημοσύνης οδήγησε πλήθος ειδικών στη διατύπωση διαφόρων θεωριών για τη φύση και τη δομή της. Συνοπτικά, οι θεωρίες αυτές πρεσβεύουν είτε ότι υπάρχει ένας γενικός νοητικός παράγοντας, ο οποίος βρίσκεται στη βάση διαφορετικών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη νοημοσύνη (θεωρία του Spearman, θεωρία του Catell), είτε ότι η νοημοσύνη αποτελείται από έναν αριθμό διαφορετικών και ανεξάρτητων νοητικών ικανοτήτων (θεωρίες των Thurstone, Guilford, Sternberg και Gardner) (Παπαδάτος, & Μπαστιά, 2011). Κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν παρακάτω εν συντομία ορισμένες από τις πιο βασικές θεωρίες νοημοσύνης που αναπτύχθηκαν τον 20ό αιώνα.

1.1.2.1 Η Θεωρία των δύο παραγόντων του Spearman

Το 1904 ο Βρετανός ψυχολόγος Charles Edward Spearman ανέπτυξε την πρώτη ψυχομετρική θεωρία νοημοσύνης. Στο άρθρο του ο Spearman έκανε για πρώτη φορά χρήση του όρου γενική νοημοσύνη (general intelligence), εισήγαγε τη μέθοδο της παραγοντικής ανάλυσης, καθώς επίσης και τη θεωρία των αντίστοιχων νοητικών τεστ (Spearman, 1904. Berk, 1989).

Πιο συγκεκριμένα, ο Spearman μέσα από στατιστικές μεθόδους προσπάθησε να διευκρινίσει τους παράγοντες που μετρούν τα τεστ νοημοσύνης (Williams, & συν., 2003). Σύμφωνα με τη «θεωρία των δύο παραγόντων της νοημοσύνης» του Spearman τα τεστ νοημοσύνης αξιολογούν ένα γενικό παράγοντα κοινό σε όλα τα τεστ και έναν ειδικό παράγοντα μοναδικό σε κάθε τεστ. Ο γενικός νοητικός παράγοντας ονομάζεται «g» από την αγγλική ονομασία του «general» ενώ αντίστοιχα, ο ειδικός «s» από την αγγλική λέξη «specific» (Spearman, 1927. Carroll, 1982) (βλ. Εικ. 1.1).



Εικόνα 1.1. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας των δύο παραγόντων του Spearman.

Η νοημοσύνη αποτελείται λοιπόν, κατά τον Spearman από ένα γενικό νοητικό παράγοντα g , ο οποίος υπεισέρχεται σε όλα τα είδη νοητικής ενέργειας και επηρεάζει τις επιδόσεις σε όλα τα τεστ νοημοσύνης και από ένα πλήθος συγκεκριμένων νοητικών παραγόντων s , οι οποίοι σχετίζονται με ειδικές νοητικές ικανότητες, όπως η λεκτική, η μαθηματική, η χωρική ή η μνήμη που επηρεάζουν διαφορετικά κάθε μία από τις επιδόσεις στα επιμέρους τεστ (Shaffer, 1989. Carroll, 1993. Deary, 2001). Σε κάθε δραστηριότητα παίρνουν μέρος ο γενικός παράγοντας g και κάποιοι από τους ειδικούς s και μάλιστα όσο πιο σύνθετο είναι το έργο που το άτομο πρέπει να διαχειριστεί, τόσο σημαντικότερος και ο ρόλος του παράγοντα g έναντι των ειδικών παραγόντων (Jensen, 1998). Επομένως, ένα έργο που απαιτεί σύνθετη νοητική προσπάθεια (λογική σκέψη, κατανόηση σύνθετων εννοιών κ.ά.) στηρίζεται περισσότερο στο γενικό νοητικό παραγοντα g , από ότι ένα λιγότερο σύνθετο έργο που απαιτεί, για παράδειγμα, αναγνώριση και ανάκληση ερεθισμάτων ή οπτικο-κινητικές δεξιότητες. Ο Spearman, μάλιστα, θεωρούσε πως ο παράγοντας g μεταφράζεται σε νοητική ενέργεια που διαχέεται από μια άγνωστη φυσική πηγή. Μια αδύναμη ροή αυτής της νοητικής δύναμης οδηγεί σε νοητική υστέρηση, η σταθερή ροή σε μέση νοητική ικανότητα, ενώ η ανεξέλεγκτη διάχυση αυτής της δύναμης στην ευφυΐα ή ιδιοφυΐα (Bower, 2003).

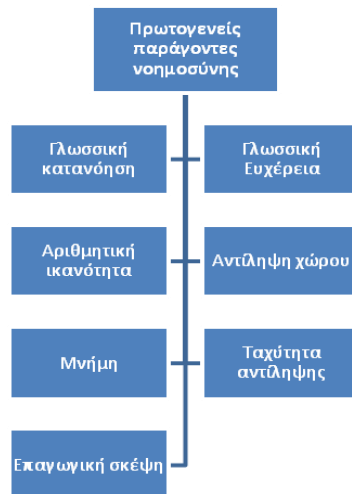
Η συμβολή του Spearman ήταν καταλυτική για την ανάπτυξη των περισσότερων θεωριών νοημοσύνης που αναπτύχθηκαν τον 20ό αιώνα. Το 2000, ο Dr Jan Strelau, εκδότης του περιοδικού *European Psychologist*, υποστήριξε πως δύσκολα θα μπορούσε να φανταστεί κανείς την ανάπτυξη των θεωριών νοημοσύνης χωρίς τα ευρήματα του Spearman (Williams, Zimmerman, Zumbo, & Ross, 2003). Επιπλέον,

τόνισε τη συμβολή του Spearman στην κατασκευή των νοητικών τεστ, καθώς μερικά από τα πιο γνωστά τεστ νοημοσύνης είναι κατασκευασμένα για να μετρούν το γενικό παράγοντα g. Κάθε ψυχομετρική αξιολόγηση της νοημοσύνης προσδιορίζει σχεδόν πάντα μια κοινή υποκείμενη συνιστώσα της γενικής νοημοσύνης, καθώς και κάποιες επιμέρους ειδικές νοητικές ικανότητες, συνήθως λεκτικές και πρακτικές (Kaufman, 1994). Η ύπαρξη του γενικού νοητικού παράγοντα g, ο οποίος εγγενώς αποτελεί μια έννοια ανώτερης τάξεως έχει επιβεβαιωθεί από μελέτες που αναδεικνύουν την υψηλή συσχέτιση μεταξύ νοομετρικών τεστ (Johnson, Bouchard, Krueger, McGue & Gottesman, 2004. Johnson, te Nijenhuis & Bouchard, 2008).

1.1.2.2 Η Θεωρία των πρωταρχικών παραγόντων του Thurstone

Ο Αμερικανός ψυχολόγος Louis Leon Thurstone (1938), αντιτιθέμενος στη θεωρία του Spearman, επεχείρησε μια διαφορετική προσέγγιση της έννοιας και της δομής της νοημοσύνης. Πιο συγκεκριμένα, υποστήριξε πως η νοημοσύνη στηρίζεται σε έναν αριθμό διαφορετικών και πρωταρχικών νοητικών ικανοτήτων, ανεξάρτητες μεταξύ τους και ότι είναι δυνατόν ένα άτομο να ξεχωρίζει σε ένα «τύπο» νοημοσύνης και να είναι μέτριο στους υπόλοιπους. Από αυτές τις νοητικές ικανότητες ο Thurstone απομόνωσε και προσδιόρισε επτά πρωτογενείς νοητικούς παράγοντες (Strickland, 2001) (βλ. Εικ. 1.2):

1. Τη *γλωσσική κατανόηση* (ευκολία στην κατανόηση λέξεων). Η ικανότητα αυτή επηρεάζει την επίδοση στα τεστ ανάγνωσης, γλωσσικών αναλογιών κ.ά.
2. Τη *γλωσσική ευχέρεια* (ικανότητα συνειρμικής παραγωγής λέξεων).
3. Την *αριθμητική ικανότητα* (ευχέρεια στη λύση απλών αριθμητικών πράξεων).
4. Την *αντίληψη του χώρου* (ικανότητα σύλληψης χωρικών σχέσεων, ευχέρεια προσδιορισμού της θέσης και προσανατολισμού στον χώρο).
5. Τη *μνήμη* (ευχέρεια εντύπωσης και ανάπλασης γραμμάτων, αριθμών κ.ά.).
6. Την *ταχύτητα αντίληψης* (ικανότητα γρήγορης και ακριβής σύλληψης οπτικών λεπτομερειών, ομοιοτήτων και διαφορών κ.ά.).
7. Την *επαγωγική σκέψη* (συλλογιστική ικανότητα, ικανότητα να συλλαμβάνει κανείς σχέσεις, να σχηματίζει γενικές έννοιες και να διατυπώνει κανόνες που διέπουν τη νομοτέλεια διαφόρων καταστάσεων).



Εικόνα 1.2. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας των πρωταρχικών παραγόντων του Thurstone.

Κατά τον Thurstone σε κάθε πνευματική δραστηριότητα συμμετέχουν συνδυαστικά και με διαφορετικό μέτρο διάφοροι πρωταρχικοί παράγοντες της νοημοσύνης, ενώ θα πρέπει να διευκρινιστεί πως ο καθένας από τους επτά πρωτογενείς παράγοντες αποτελεί και μια θεμελιακή νοητική ικανότητα ανεξάρτητη από τις άλλες (Thurstone, 1940. Berk, 1989). Ωστόσο, ερευνητικά αποτελέσματα έδειξαν πως οι πρωταρχικοί παράγοντες δεν είναι εντελώς ανεξάρτητοι, όπως οι ειδικοί παράγοντες *s* του Spearman, αλλά έχουν μια μέτρια συσχέτιση μεταξύ τους (Sattler, 1992). Αυτό σημαίνει ότι κάποια νοητικά τεστ που είναι σχεδιασμένα να αξιολογούν συγκεκριμένους γνωστικούς τομείς, στην πραγματικότητα μετρούν εκτός από τις ειδικές γνωστικές ικανότητες και τη γενικότερη νοητική ικανότητα, δηλαδή το γενικό νοητικό παράγοντα *g* (Gottfredson, 1999).

1.1.2.3 Η δομή της νοημοσύνης κατά τον Guilford

Ο Αμερικανός ψυχολόγος Joy Paul Guilford (1967) διετύπωσε μία από τις σημαντικότερες πολυπαραγοντικές θεωρίες για τη δομή της νοημοσύνης. Σύμφωνα με τη θεωρία του, η νοητική επίδοση ενός ατόμου μπορεί να αναχθεί στις βασικές νοητικές ικανότητες ή τους παράγοντες της νοημοσύνης. Υποστήριξε μάλιστα ότι η νοημοσύνη αποτελείται από διαφορετικές και ανεξάρτητες νοητικές ικανότητες οργανωμένες σε τρεις διαστάσεις: τη *διεργασία – λειτουργία*, η οποία εμπλέκεται στην επεξεργασία των πληροφοριών που συνδέονται με ένα νοητικό έργο, το *περιεχόμενο*

πάνω στο οποίο συντελείται αυτή η διεργασία και την *παραγωγή – προϊόν* που προκύπτει από αυτήν την προσπάθεια.

Περαιτέρω, ο Guilford περιέγραψε έξι νοητικές διεργασίες (γνώση, μνήμη, μνήμη διατήρησης, αποκλίνουσα παραγωγή, συγκλίνουσα παραγωγή και αξιολόγηση),¹ πέντε είδη περιεχομένου, στα οποία η ανθρώπινη νόηση εφαρμόζει τις έξι διεργασίες (οπτικο-ακουστικό, κιναισθητικό, συμβολικό, σημασιολογικό και συμπεριφορικό)² και έξι προϊόντα, δηλαδή τα αποτελέσματα από την εφαρμογή συγκεκριμένων διεργασιών με συγκεκριμένο περιεχόμενο (μονάδες, τάξεις, σχέσεις, συστήματα, μετασχηματισμοί, συνεπαγωγές).³ Επομένως, υπάρχουν $6 \times 5 \times 6 = 180$ διαφορετικές νοητικές ικανότητες ή παράγοντες (βλ. Εικ. 1.3). Κάθε ικανότητα αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη διεργασία σε μια συγκεκριμένη περιοχή του περιεχομένου και τα αποτελέσματα σε ένα συγκεκριμένο προϊόν (Guilford, 1988).

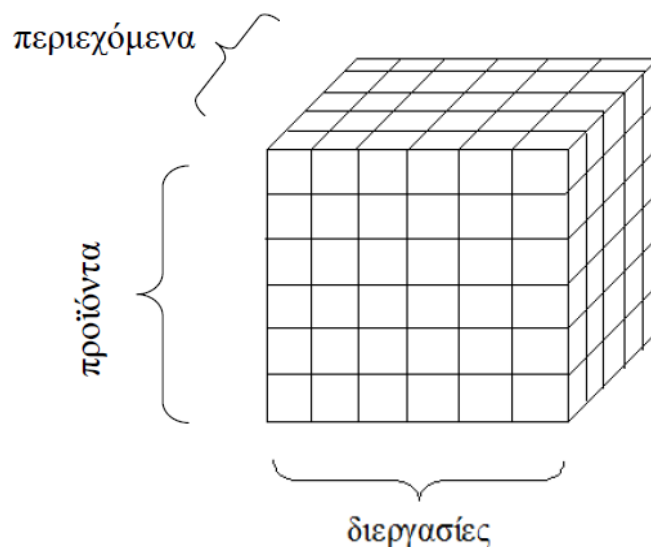
Μέσα από τα παραδείγματα που ακολουθούν φαίνεται η διαφορά μεταξύ στενά συνδεδεμένων ικανοτήτων ως προς τις τρεις διαστάσεις της νοημοσύνης που επεσήμανε ο Guilford. Αρχικά, η ικανότητα αξιολόγησης των σημασιολογικών μονάδων θα μπορούσε να μετρηθεί μέσω μιας δοκιμασίας, στην οποία τα άτομα θα καλούνται να προβούν σε κρίσεις σχετικά με κάποιες έννοιες, όπως για παράδειγμα: «Ποιο από τα παρακάτω αντικείμενα πληροί καλύτερα τα κριτήρια, σκληρό και στρογγυλό: ένα σίδερο, ένα κουμπί, μία μπάλα του τένις ή μια λάμπα;» (Meeker, 1969). Από την άλλη πλευρά, η ικανότητα αποκλίνουσας παραγωγής σημασιολογικών μονάδων θα απαιτούσε από το άτομο να απαριθμήσει όλα τα αντικείμενα που μπορεί να σκεφτεί ότι είναι στρογγυλά και σκληρά σε μια δεδομένη

¹ Τους έξι τύπους νοητικών διεργασιών αποτελούν: η γνώση (ικανότητα του ατόμου να κατανοεί και να αφομοιώνει πληροφορίες), η μνήμη (δυνατότητα κωδικοποίησης πληροφοριών), η μνήμη διατήρησης (ικανότητα ανάκλησης πληροφοριών), η αποκλίνουσα παραγωγή (ικανότητα του ατόμου να παράγει πολλαπλές λύσεις σε ένα πρόβλημα), η συγκλίνουσα παραγωγή (δυνατότητα του ατόμου να συναγάγει μια ενιαία λύση σε ένα πρόβλημα) και η αξιολόγηση (ικανότητα του ατόμου να κρίνει κατά πόσο ή όχι οι πληροφορίες είναι ακριβείς, συνεπείς ή έγκυρες).

² Τα πέντε είδη περιεχομένου αποτελούν: το οπτικό-ακουστικό (πληροφορίες αντιληπτές μέσω της όρασης και της ακοής), το κιναισθητικό (πληροφορίες αντιληπτές μέσω κιναισθητικών και μυϊκών αισθήσεων), το συμβολικό (πληροφορίες αντιληπτές ως σύμβολα ή ενδείξεις, που δεν έχουν νόημα από μόνες τους π.χ. αραβικοί αριθμοί ή τα γράμματα της αλφαβήτου), το σημασιολογικό (αφορά λεκτικές έννοιες και ιδέες) και το συμπεριφορικό (αφορά πληροφορίες που θεωρούνται πράξεις-συμπεριφορές των ανθρώπων).

³ Τα έξι είδη των προϊόντων της νόησης είναι: οι μονάδες (μοναδικά κομμάτια της γνώσης), οι τάξεις (ομάδες μονάδων με κοινά χαρακτηριστικά), οι σχέσεις (μονάδες που συνδέονται ως αντίθετες ή συσχετιζόμενες, ακολουθίες ή αναλογίες), τα συστήματα (πολλαπλές σχέσεις που περιέχουν δομές ή δίκτυα), οι μετασχηματισμοί (αλλαγές, μετατροπές ή μεταλλάξεις της γνώσης) και οι συνεπαγωγές (συμπεράσματα, συνέπειες λόγω αλλαγών στις προσδοκίες των γνώσεων).

χρονική περίοδο. Επίσης, η ικανότητα αποκλίνουσας παραγωγής συμβολικών μονάδων θα μπορούσε να περιλαμβάνει μια διαφορετική κατηγορία περιεχομένου, όπως για παράδειγμα μια λίστα με όλες τις λέξεις που τελειώνουν σε «-ισμός», ενώ η ικανότητα αποκλίνουσας παραγωγής σημασιολογικών σχέσεων θα περιελάμβανε την παραγωγή ιδεών που βασίζονται σε συσχετίσεις, όπως για παράδειγμα η ακόλουθη δοκιμασία κατά την οποία το άτομο καλείται να επιλέξει τη σωστή λέξη που λείπει από τη φράση: «Η ομίχλη είναι τόσο ... όσο το σφουγγάρι» (Meeker, 1969). Τέλος, η δομή της νοημοσύνης κατά το Guilford μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των νοητικών ικανοτήτων, στις οποίες στηρίζεται η επίδοση ενός ατόμου στα τεστ νοημοσύνης του Wechsler (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Για παράδειγμα, οι απαντήσεις στις ερωτήσεις της κλίμακας Πληροφορίες στηρίζονται στις διαστάσεις του μοντέλου του Guilford «μνήμη σημασιολογικών σχέσεων», όπου το άτομο καλείται να ανακαλέσει συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ λεκτικών πληροφοριών (Μόττη-Στεφανίδη, 1999).

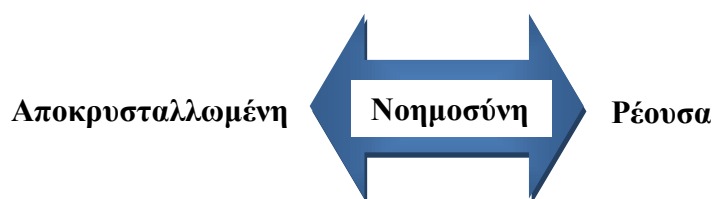


Εικόνα 1.3. Σχηματική αναπαράσταση της δομής της νοημοσύνης κατά το Guilford.

Η παρούσα θεωρία, παρόλο που προσπαθεί να περιγράψει αρκετά λεπτομερώς τη δομή της νοημοσύνης παρουσιάζει σημαντικές πρακτικές δυσκολίες, καθώς για την αξιόπιστη αξιολόγηση ενός τόσο μεγάλου αριθμού νοητικών παραγόντων θα απαιτούνταν τουλάχιστον 480 νοητικές κλίμακες (Paik, 1998).

1.1.2.4 Η ρέουσα και αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη του Cattell

Ο Raymond Bernard Cattell το 1963 προσέγγισε την έννοια της νοημοσύνης ακολουθώντας τη «διπαραγοντική» θεωρία του δασκάλου του Spearman αποδεχόμενος το γενικό παράγοντα g. Πιο συγκεκριμένα, αποδέχτηκε την έννοια του g και τον χώρισε σε δύο παράγοντες, την «αποκρυσταλλωμένη» νοημοσύνη (general crystallized ability factor) και τη «ρέουσα» νοημοσύνη (general fluid ability factor) (βλ. Εικ. 1.4).



Εικόνα 1.4. Σχηματική αναπαράσταση της διπαραγοντικής θεωρίας της νοημοσύνης του Cattell.

Η «αποκρυσταλλωμένη» νοημοσύνη στηρίζεται σε πληροφορίες που βασίζονται σε γεγονότα, δηλαδή σε γνώσεις και δεξιότητες που έχει αποκτήσει ο άνθρωπος από την επαφή του με το πολιτισμικό του περιβάλλον. Είναι το απόσταγμα της εμπειρίας και της γνώσης που έχει αποκτηθεί ή «συσσωρευτεί» κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου. Η αξιολόγησή της μπορεί αν γίνει μέσω νοητικών τεστ, τα οποία δεν θέτουν χρονικούς περιορισμούς στην απάντηση των ερωτήσεων και μετρούν ικανότητες που αφορούν το λεξιλόγιο, τις γενικές πληροφορίες και τα προβλήματα αριθμητικής. Η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη παραμένει πιο σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου εν αντιθέσει με τη ρέουσα, η οποία φθίνει με το πέρασμα του χρόνου (Cattell, 1971).

Από την άλλη πλευρά, η «ρέουσα» νοημοσύνη αποτελεί τη γενική νοητική ενέργεια που ρέει και μετασχηματίζεται ανάλογα με τις ανάγκες. Η ικανότητα αυτή καθορίζεται κυρίως από γενετικούς παράγοντες και θεωρείται σχεδόν ανεξάρτητη από τη σχολική μόρφωση και την εμπειρία, καθώς περιλαμβάνει την ικανότητα του ατόμου να προσαρμόζεται νοητικά, να κατανοεί σύνθετες σχέσεις και να επιλύει προβλήματα (Gray, 1991). Η αξιολόγησή της είναι σχετικά δύσκολη, διότι υπάρχουν

λίγα τεστ ουδέτερα απέναντι στο πολιτισμικό και σχολικό περιεχόμενο της μόρφωσης. Τα καταλληλότερα ψυχομετρικά εργαλεία για την αξιολόγηση της ρέουσας νοημοσύνης θεωρούνται τα Πολιτισμικά Δίκαια Τεστ (Culture Fair Tests) που κατασκεύασε ο ίδιος ο Cattell, καθώς και οι Προοδευτικές Μήτρες του Raven (βλ. υποκεφ. 1.1.3.4) (Καψάλης, 2007). Τέλος, εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι η ρέουσα νοημοσύνη σχετίζεται με τη μνήμη εργασίας (Deary, 2001. Kane, & Engle, 2002. Kyllonen, & Christal, 1990), καθώς και με το γενικό παράγοντα g (Snow, Kyllonen, & Marshalek, 1984).

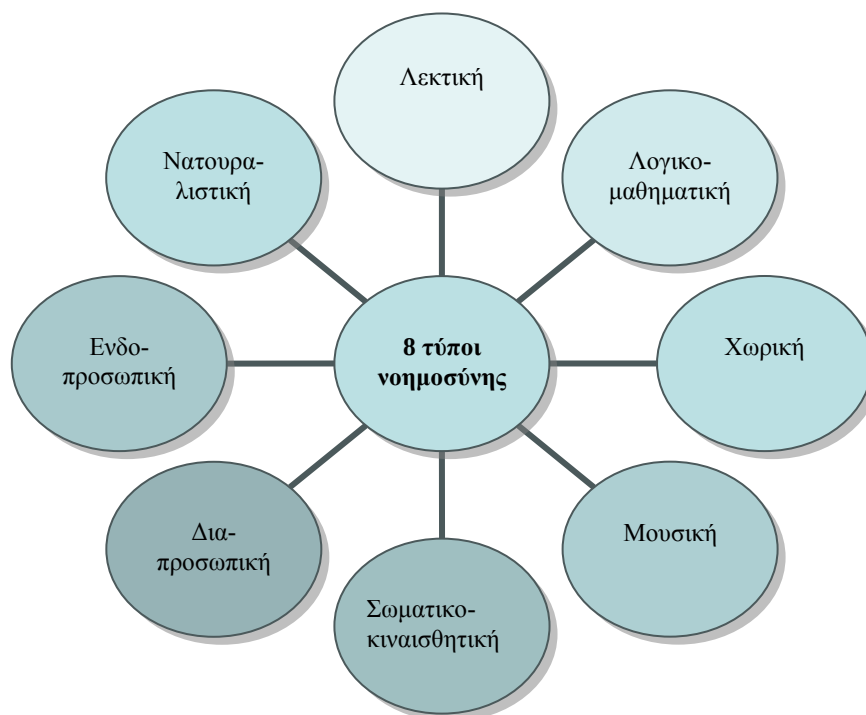
1.1.2.5 Η Θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης του Gardner

Μια άλλη γνωστή προσέγγιση της φύσης της νοημοσύνης αποτελεί η θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης (theory of multiple intelligence) του Howard Gardner (1983), ο οποίος βασισμένος σε μελέτες ανθρωπολογικού και ψυχολογικού περιεχομένου, προσπάθησε να δώσει το γενικό ορισμό της νοημοσύνης. Ο Gardner θεωρεί ότι η νοημοσύνη πρέπει να ορίζεται σε σχέση με συγκεκριμένες ομάδες επεξεργαστικών διαδικασιών, οι οποίες επιτρέπουν στα άτομα να λύνουν προβλήματα, να δημιουργούν προϊόντα και να ανακαλύπτουν νέες γνώσεις μέσα από διαφορετικές δραστηριότητες. Απέρριψε το γενικό παράγοντα g του Spearman και επηρεασμένος από τον Thurstone υποστήριξε ότι ο άνθρωπος λειτουργεί βάσει μιας ομάδας σχετικά αυτόνομων νοήσεων (Gray, 1991). Τη θέση του g αντικατέστησε με οκτώ διαφορετικούς και ανεξάρτητους τύπους νοημοσύνης (Gardner, 1983. 1998) (βλ. Εικ. 1.5):

1. Τη *γλωσσική (λεκτική) νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα χρήσης της προφορικής και γραπτής έκφρασης της γλώσσας και είναι απαραίτητη κατά την ανάγνωση και τη γραφή. Υψηλή γλωσσική νοημοσύνη θεωρείται ότι έχουν οι λογοτέχνες, οι γλωσσολόγοι, οι δικηγόροι κ.ά.
2. Τη *λογικο-μαθηματική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα χρήσης μαθηματικών συμβόλων και υπολογισμών και χρησιμοποιείται όταν προσπαθεί κάποιος να λύσει ένα μαθηματικό πρόβλημα ή να βρει μια λογική απόδειξη σε ένα πρόβλημα. Υψηλή λογικο-μαθηματική νοημοσύνη θεωρείται ότι έχουν οι μαθηματικοί, οι φυσικοί, οι επιστήμονες κ.ά.

3. Τη *χωρική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα αντίληψης του χώρου και είναι απαραίτητη για τον προσανατολισμό του ατόμου. Υψηλή χωρική νοημοσύνη έχουν οι αρχιτέκτονες, οι ζωγράφοι, οι γλύπτες κ.ά.
4. Τη *μουσική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα μουσικής αντίληψης, διάκρισης και παραγωγής και είναι σημαντική όταν κάποιος τραγουδά ή γράφει μουσική. Υψηλή μουσική νοημοσύνη έχουν οι μουσικοί συνθέτες, οι μαέστροι κ.ά.
5. Τη *σωματικο-κινησθητική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα κινητικού συντονισμού του σώματος και είναι σημαντική στην άθληση, το χορό κ.α. Υψηλή σωματικο-κινησθητική νοημοσύνη έχουν οι αθλητές, οι χορευτές, οι ηθοποιοί, κ.ά.
6. Τη *διαπροσωπική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα αλληλεπίδρασης με άλλα άτομα και στην κατανόηση κοινωνικών καταστάσεων. Υψηλή διαπροσωπική νοημοσύνη έχουν οι πολιτικοί, οι ψυχίατροι κ.ά.
7. Την *ενδοπροσωπική νοημοσύνη*, η οποία αναφέρεται στην κατανόηση και γνώση του εαυτού. Υψηλή ενδοπροσωπική νοημοσύνη θεωρείται ότι έχουν οι ψυχολόγοι, οι δραματοθεραπευτές κ.ά.
8. Τη *νατουραλιστική ή φυσιοκρατική νοημοσύνη*, η οποία αφορά στην ικανότητα αναγνώρισης των όντων και των φυσικών φαινομένων. Ο Gardner προσδιόρισε τον όγδοο αυτό τύπο νοημοσύνης περί το 1997 (Δράκος & Τσιναρέλης, 2011). Υψηλή νατουραλιστική νοημοσύνη έχουν οι βιολόγοι, οι μετεωρολόγοι κ.ά.

Αργότερα, ο Gardner πρόσθεσε άλλον ένα τύπο νοημοσύνης, την *υπαρξιστική νοημοσύνη*, η οποία συνδέεται με την ενασχόληση και το ενδιαφέρον ορισμένων ατόμων αναφορικά με υπαρξιακά ερωτήματα. Η ύπαρξη αυτού του ένατου είδους είναι πιθανή, αλλά ακόμη υπό διερεύνηση.



Εικόνα 1.5. Σχηματική αναπαράσταση της θεωρίας της πολλαπλής νοημοσύνης του Gardner.

Η θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης του Gardner έχει δεχθεί πολλές κριτικές, καθώς δεν είναι σαφές αν αυτοί οι τύποι νοημοσύνης αναφέρονται σε νοητικές ικανότητες ή αντίθετα σε παράγοντες της προσωπικότητας. Αυτό σημαίνει ότι τονίζει διαφορετικούς γνωστικούς τομείς κι όχι διαφορετικές γνωστικές διεργασίες (Morgan, 1992). Ωστόσο, παρά την κριτική που έχει δεχθεί, η συγκεκριμένη θεωρία είχε μεγάλη απήχηση στο χώρο της εκπαίδευσης, καθώς ολόκληρα εκπαιδευτικά προγράμματα καταρτίστηκαν βάσει αυτής (Klein, 1997. Μόττη-Στεφανίδη, 1999), ενώ παράλληλα μέσω της θεωρίας αυτής δόθηκε έμφαση και στους πολιτισμικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη νοημοσύνη (Gardner, 1999).

Η συμβολή του Gardner στην Εκπαίδευση είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η θεωρία της πολλαπλής νοημοσύνης συνέβαλε στη βελτίωση των σχολικών Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών μέσω της πολυθεματικής προσέγγισης των γνωστικών αντικειμένων, ώστε να καλλιεργούνται οι επιμέρους νοητικές ικανότητες των μαθητών (Δράκος & Τσιναρέλης, 2011).

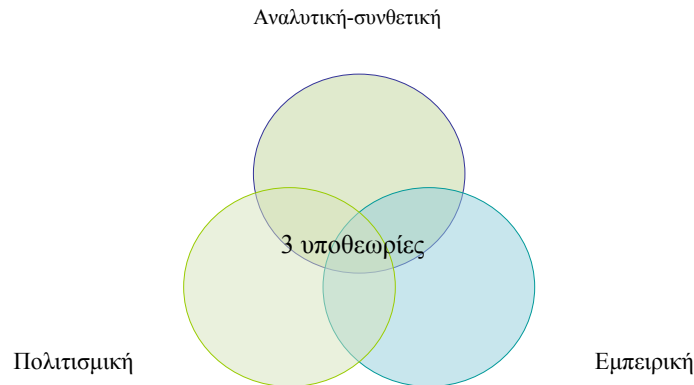
1.1.2.6 Η τριαρχική θεωρία του Sternberg

Ο ψυχολόγος Robert Sternberg ανέπτυξε την τριαρχική θεωρία της νοημοσύνης, η οποία αποτελούνταν από τρεις αλληλοσυνδεόμενες υποθεωρίες. Σύμφωνα με τη θεωρία του, η συμπεριφορά κάθε ανθρώπου πρέπει να αξιολογείται υπό το πρίσμα ενός συγκεκριμένου πολιτισμικού περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, ο Sternberg αναφέρεται όχι μόνο στις διαδικασίες της εσωτερικής σκέψης, αλλά επίσης εξερευνά πώς ένα άτομο τις χρησιμοποιεί προκειμένου να λύσει προβλήματα που αφορούν στο περιβάλλον του (Gray, 1991).

Αναλυτικότερα, η θεωρία του Sternberg απαρτίζεται από τις ακόλουθες υποθεωρίες:

- α) Την *αναλυτική-συνθετική υποθεωρία*, η οποία αφορά στις δεξιότητες που βοηθούν την επεξεργασία πληροφοριών και στις οποίες υπόκειται η ευφυής συμπεριφορά. Οι δεξιότητες αυτές είναι η μεταγνώση, η εφαρμογή στρατηγικών και η απόκτηση γνώσης.
- β) Την *εμπειρική υποθεωρία*, σύμφωνα με την οποία η χρήση των παραπάνω δεξιοτήτων δεν είναι αποτέλεσμα εσωτερικής ικανότητας, αλλά επηρεάζεται κυρίως από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύχθηκε το άτομο και τις εμπειρίες του.
- γ) Την *πολιτισμική υποθεωρία*, σύμφωνα με την οποία η ευφυής συμπεριφορά καθορίζεται από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο διαμορφώνεται και περιλαμβάνει την προσαρμογή του ατόμου στο περιβάλλον, τη δυνατότητα επιλογής καλύτερων περιβαλλόντων και τη μορφοποίηση του υπάρχοντος περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με τον Sternberg μια πλήρης εξήγηση της νοημοσύνης συνεπάγεται τη διάδραση αυτών των τριών υποθεωριών (βλ. Εικ. 1.6). Η αναλυτική υποθεωρία καθορίζει τη δυναμικότητα των νοητικών διαδικασιών, οι οποίες θεμελιώνουν τη συμπεριφορά, ενώ η βιωματική υποθεωρία συνδέει τη νοημοσύνη με τον εξωτερικό κόσμο. Η εμπειρική υποθεωρία παραπέμπει στη σχέση ανάμεσα στη συμπεριφορά προς ένα στόχο ή κατάσταση και στη συσσωρευμένη εμπειρία του ατόμου σε σχέση με το στόχο αυτόν ή την κατάσταση αυτή.



Εικόνα 1.6. Σχηματική αναπαράσταση της τριαρχικής θεωρίας του Sternberg.

Έπειτα από τη σύντομη αυτή αναφορά στις σημαντικότερες θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τη νοημοσύνη αξίζει να σημειωθεί πως τα τελευταία χρόνια η έρευνα για την ανθρώπινη νοημοσύνη έχει προαχθεί σε πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης - κοινωνικό, γνωστικό, νευροβιολογικό και γενετικό. Με τη γεφύρωση αυτών των επιπέδων και μέσω των νέων μεθόδων απεικόνισης του εγκεφάλου, το ερευνητικό πεδίο κατευθύνεται σε μια περισσότερο αξιόπιστη και βαθύτερη κατανόηση της νοημοσύνης. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να επισημανθούν, μετά την περιγραφή των δομικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου που συνδέονται με τη νοημοσύνη, και κάποιες σύγχρονες θεωρίες για τη νοημοσύνη, οι οποίες προσπαθούν να προσεγγίσουν τη φύση της μέσα από το νευροβιολογικό υπόστρωμα που την καθορίζει (βλ. υποκεφ. 1.1.6.3).

1.1.3 Μέτρηση της νοημοσύνης

Το ενδιαφέρον για τη μέτρηση της νοημοσύνης άρχισε να αναπτύσσεται το 19^ο αιώνα ως συνέπεια της ανάγκης διάγνωσης και εκπαίδευσης των νοητικώς καθυστερημένων ατόμων. Σύμφωνα με τους θεωρητικούς της ψυχομετρίας, η μέτρηση της νοημοσύνης θα είχε ως αποτέλεσμα να μπορούν να εντοπιστούν και να περιγραφούν οι πνευματικές διαφορές των ανθρώπων (Παπαδάτος, 2010). Όταν κατά το δεύτερο ήμισυ του 19^{ου} αιώνα η ψυχολογία διαχωρίστηκε από τη φιλοσοφία, οι ψυχολόγοι άρχισαν να χρησιμοποιούν μεθόδους δανειζόμενες είτε από τις φυσικές επιστήμες, είτε από τη στατιστική.

Καταλυτικός στη σύγχρονη αυτή προσπάθεια μέτρησης της νοημοσύνης υπήρξε ο ρόλος του Άγγλου βιολόγου, Sir Francis Galton – πρώτος ξάδελφος του Charles Robert Darwin – ο οποίος εισήγαγε τις στατιστικές έννοιες της παλινδρόμησης και του δείκτη συσχέτισης, έννοιες ιδιαίτερα σημαντικές για τη μελέτη των ατομικών διαφορών (Παπαδάτος, 2011). Σημαντική ήταν επίσης, και η συμβολή του Αμερικανού ψυχολόγου James McKeen Cattell (1890), ο οποίος χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο «νοητικό τεστ». Ωστόσο, έως τα τέλη του 19^{ου} αιώνα η πλειοψηφία των ειδικών επιστημόνων θεωρούσε ότι η νοητική λειτουργία δύναται να μετρηθεί μέσω τεστ που εξετάζουν τη διάκριση των αισθητηριακών ερεθισμάτων και το χρόνο αντίδρασης σε διάφορα ερεθίσματα.⁴ Από τις αρχές, όμως, του 20^{ου} αιώνα άρχισαν να αναπτύσσονται για πρώτη φορά μέθοδοι μέτρησης της νοημοσύνης, οι οποίες έδιναν έμφαση στις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες του ατόμου κι όχι στις απλούστερες αντιληπτικές ικανότητες που αξιολογούνταν έως τότε (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Ωστόσο, ας σημειωθεί ότι ο χρόνος αντίδρασης κατέχει πράγματι κεντρικό ρόλο στις δοκιμασίες γνωστικών ικανοτήτων και αποτελεί σημαντικό μέτρο της νοητικής ικανότητας (Bates, & Eysenck, 1993. Eysenck, 1988).

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στις σημαντικότερες ψυχομετρικές κλίμακες του 20^{ου} αιώνα μέσω των οποίων οι ψυχολόγοι προσπάθησαν να προσδιορίσουν τα δομικά στοιχεία της νοημοσύνης, καθώς και την αντικειμενική μέτρηση και αξιολόγησή τους.

1.1.3.1 Η κλίμακα Binet-Simon

Το 1905 οι Γάλλοι Alfred Binet και Theodore Simon κατασκεύασαν την πρώτη σύγχρονη νοομετρική κλίμακα με σκοπό τον εντοπισμό των νοητικά υστερημένων παιδιών στις σχολικές τάξεις, έπειτα από αίτημα του Γάλλου υπουργού Παιδείας. Η αρχική αυτή κλίμακα των Binet-Simon αποτελούνταν από 30 διαφορετικές δοκιμασίες προοδευτικής δυσκολίας, οι οποίες αξιολογούσαν την κρίση, την κατανόηση, τη λογική σκέψη του ατόμου, καθώς και κάποιες αντιληπτικές

⁴ Τέτοια τεστ κατασκεύασαν τόσο ο J. Cattell το 1879, όσο και ο F. Galton το 1884, οι οποίοι επεχείρησαν να αξιολογήσουν τη νοητική λειτουργία μέσω μεταβλητών όπως η οξύτητα τη όρασης και της ακοής, η μυϊκή δύναμη, η ταχύτητα αντίδρασης σε διάφορα ερεθίσματα κ.ά.

ικανότητες λεκτικού κυρίως περιεχομένου. Το 1908 οι δύο συνεργάτες κυκλοφόρησαν νέα βελτιωμένη έκδοση της κλίμακας, η οποία είχε κατασκευαστεί ανάλογα με την ηλικία των παιδιών. Τέλος, το 1911 δημοσιεύτηκε η τελευταία βελτιωμένη έκδοση της κλίμακας με διορθώσεις και επιπρόσθετες δοκιμασίες (Wicks-Nelson & Israel, 1999). Οι κλίμακες Binet-Simon θεωρούνται τα πρώτα τεστ νοημοσύνης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμβολή του Binet στη μέτρηση της νοημοσύνης θεωρείται καίριας σημασίας, καθώς εισήγαγε την έννοια της νοητικής ηλικίας. Σύμφωνα με τον Binet, η νοητική ηλικία αποδίδει το επίπεδο της γνωστικής ανάπτυξης του παιδιού και καθορίζεται από τους βαθμούς που παίρνει το παιδί στην κάθε δοκιμασία του τεστ νοημοσύνης. Συνεπώς, όταν ένα παιδί ανεξάρτητα από τη χρονολογική του ηλικία, ανταποκρινόταν για παράδειγμα στα τεστ της ηλικίας των 8 ετών, αυτό σήμαινε ότι έχει νοητική ηλικία 8 ετών. Αν η νοητική ηλικία ήταν ίδια με τη χρονολογική, το άτομο κατατασσόταν στην κατηγορία των «κανονικών». Αντίθετα, όταν η νοητική ηλικία ήταν μεγαλύτερη από τη χρονολογική, το άτομο χαρακτηριζόταν ως «ευφυές». Τέλος, αν η νοητική ηλικία ήταν μικρότερη από τη χρονολογική, τότε το άτομο χαρακτηριζόταν ως «καθυστερημένο» (Σταύρου, 2002. Wicks-Nelson & Israel, 1999).

1.1.3.2 Η κλίμακα Stanford-Binet

Το 1916 η γαλλική κλίμακα των Binet-Simon προσαρμόστηκε και σταθμίστηκε σε αμερικάνικο δείγμα από τον Lewis Terman, καθηγητή στο πανεπιστήμιο του Stanford των Η.Π.Α. Η προσαρμοσμένη αυτή αμερικάνικη έκδοση πήρε το όνομα Stanford-Binet.

Αρχικά, ο Terman διατήρησε την έννοια της νοητικής ηλικίας, αργότερα όμως, επειδή η νοητική ηλικία δεν έδειχνε τη νοημοσύνη του παιδιού συγκριτικά με τους συνομηλίκους του υιοθέτησε την έννοια του Δείκτη Νοημοσύνης (ΔΝ) ή Νοητικού Πηλίκου (ΝΠ), που είχε προταθεί από το Γερμανό ψυχολόγο William Stern (1912) και προέρχεται από τον αγγλικό όρο Intelligence Quotient (IQ). Με τον υπολογισμό του ΔΝ λύνεται το πρόβλημα της διαχρονικής αστάθειας της νοητικής ηλικίας, καθώς η νοητική ηλικία εκφράζει το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης του ατόμου σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ενώ ο ΔΝ φανερώνει το ρυθμό της πνευματικής ανάπτυξης του ατόμου και προσδιορίζεται από την αναλογία μεταξύ της

«νοητικής ηλικίας» και της «πραγματικής χρονολογικής ηλικίας» του ατόμου (αναφέρεται στο Γαλανάκη, 2000). Δηλαδή:

$$\text{Δείκτης Νοημοσύνης} = \frac{\text{Νοητική ηλικία}}{\text{Χρονολογική ηλικία}} \times 100$$

Το 1986 η κλίμακα Stanford-Binet αναπροσαρμόστηκε και σταθμίστηκε εκ νέου στις Η.Π.Α και μπορεί να χορηγηθεί σε άτομα ηλικίας 2 έως 23 ετών (Thorndike, Hagen, & Sattler, 1986).

1.1.3.3 Οι κλίμακες Wechsler

Κατά τη δεκαετία του 1930 ο Αμερικανός ψυχολόγος David Wechsler ξεκίνησε τις εργασίες για την κατασκευή μιας σειράς νοητικών κλιμάκων, οι οποίες είναι σήμερα ευρέως γνωστές και μαζί με την κλίμακα Stanford-Binet θεωρούνται ως οι πιο αξιόπιστες για την μέτρηση της νοημοσύνης παιδιών, εφήβων και ενηλίκων (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Οι κλίμακες Wechsler είναι τρεις: (α) η κλίμακα WAIS-R (Wechsler Adult Intelligence scale-Revised), η οποία αξιολογεί τη νοημοσύνη εφήβων άνω των 16 ετών και ενηλίκων, (β) η κλίμακα WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition) για την αξιολόγηση της νοημοσύνης παιδιών από 6 έως 16 ετών και (γ) η κλίμακα WPPSI (Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised) για την αξιολόγηση της νοημοσύνης σε παιδιά ηλικίας 2 έως 6 ετών. Η κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά WISC-III είναι η μόνη που έχει προσαρμοστεί στα ελληνικά δεδομένα και σταθμιστεί σε ελληνικό δείγμα (Γεώργας, Παρασκευόπουλος, Μπεζεβέγκης, & Γιαννίτσας, 1997) και αποσκοπεί σε μια πολυπαραγοντική μέτρηση της νοημοσύνης (Γαλανάκη, 2000).

Ο Wechsler εκκινεί από την άποψη ότι η νοημοσύνη δεν είναι μια μονόσημη έννοια, αλλά μια σύνθετη λειτουργία συναποτελούμενη από πολλές επιμέρους ικανότητες. Σύμφωνα με τη θεωρία του, η νοημοσύνη χαρακτηρίζεται από μια ενιαία δομή, η οποία όμως απαρτίζεται από ένα σύνολο ειδικών ικανοτήτων που είναι ποιοτικά διαφορετικές και δύναται να μετρηθεί καλύτερα μέσα από την εκτίμηση της επίδοσης ενός ατόμου σε ένα ευρύ φάσμα γνωστικών δοκιμασιών (Coalson, & Weiss, 2002). Για το λόγο αυτό, οι κλίμακες Wechsler αξιολογούν μία σειρά νοητικών

λειτουργιών, όπως η μνήμη, η αφαιρετική ικανότητα, η λεκτική κατανόηση, η αντίληψη κ.ά. Οι δοκιμασίες αυτές έχουν προοδευτική δυσκολία και ο εξεταζόμενος καλείται να συμπληρώσει όσες περισσότερες μπορεί (Wicks-Nelson, & Israel, 1999). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων στις επιμέρους αυτές δοκιμασίες καθορίζονται τρία νοητικά πηλικά: το *Πηλίο Λεκτικής Νοημοσύνης*, το οποίο αξιολογεί την ακουστικο-γλωσσική δίοδο, το *Πηλίο Πρακτικής Νοημοσύνης*, το οποίο αξιολογεί την οπτικο-κινητική δίοδο επικοινωνίας και ένα *Γενικό Νοητικό Πηλίο*, το οποίο εξάγεται από την αθροιστική-στατιστική αξιολόγηση των δύο προηγούμενων (Γεώργας, & συν., 1997).

1.1.3.4 Το τεστ των Προοδευτικών Μητρών του Raven

Ο Άγγλος ψυχολόγος John Carlyle Raven το 1936 κατασκεύασε το τεστ των Προοδευτικών Μητρών (Progressive Matrices), το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως από πολλούς ψυχολόγους. Πρόκειται για ένα μη λεκτικό τεστ γνωστικών ικανοτήτων (επαγωγικής λογικής) σε μορφή πολλαπλής επιλογής. Το τεστ του Raven εξετάζει την ικανότητα του ατόμου να συγκρίνει οπτικά ερεθίσματα, να αντιλαμβάνεται πολύπλοκες λογικές σχέσεις μεταξύ αντιληπτικών ερεθισμάτων και να τα οργανώνει χωρικά, καθώς και να χρησιμοποιεί την αναλογική σκέψη. Ουσιαστικά το Raven Test δεν εξετάζει σφαιρικά την ευφυΐα, αλλά ελέγχει ορισμένα μόνο στοιχεία της νοημοσύνης. Τα στοιχεία αυτά συνοψίζονται στην αναλυτική ικανότητα του ατόμου σε συνδυασμό με την αίσθηση της όρασης, της συμμετρίας και της ικανότητας του ατόμου να συσχετίζει σύμβολα και σχήματα μεταξύ τους (Μόττη-Στεφανίδη, 1999).

Υπάρχουν τρεις μορφές του εν λόγω τεστ (Raven, 2000):

- α) Οι *Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες* (Standard Progressive Matrices) αποτελούν τον αρχικό τύπο του τεστ που δημοσιεύτηκε το 1938. Αποτελούνται από 60 ασπρόμαυρες δοκιμασίες προοδευτικής δυσκολίας χωρισμένες σε πέντε ομάδες, που απαιτούν ολοένα και μεγαλύτερη γνωστική ικανότητα για την κωδικοποίηση και ανάλυση των πληροφοριών.
- β) Οι *Εγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες* (Colored Progressive Matrices), οι οποίες είναι σχεδιασμένες για μικρότερους μαθητές (5-11 ετών) ή για άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Περιλαμβάνουν 36 δοκιμασίες σχεδόν όλες σε πολύχρωμο φόντο, ώστε να διεγείρεται περισσότερο το οπτικό ενδιαφέρον του παιδιού.

γ) Οι *Σύνθετες Προοδευτικές Μήτρες* (Advanced Progressive Matrices), οι οποίες είναι κατάλληλες για άτομα με νοημοσύνη άνω του μέσου όρου. Αποτελούνται από δύο ομάδες που περιλαμβάνουν συνολικά 48 δοκιμασίες.

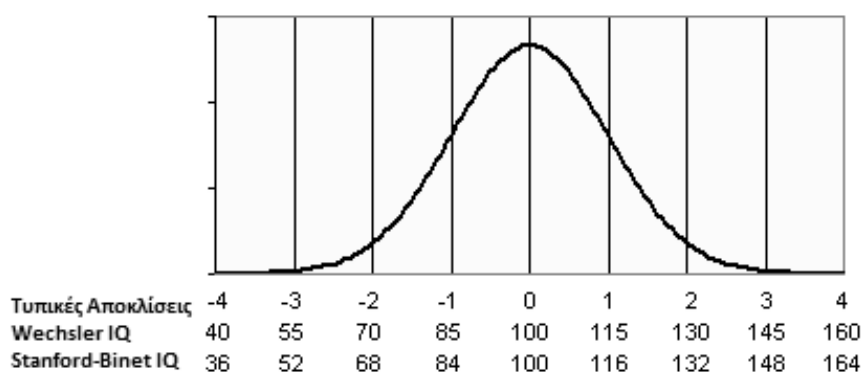
Το τεστ των Προοδευτικών Μητρών του Raven είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αξιολόγηση της νοημοσύνης παιδιών με σοβαρά προβλήματα λόγου, ακοής ή σωματικές αναπηρίες, αλλά και παιδιών που δεν μιλούν επαρκώς την ελληνική γλώσσα, καθώς η φύση των ερωτήσεων είναι τέτοια που φαίνεται να μην υπάρχει σημαντική επίδραση του πολιτισμικού παράγοντα (Raven, 2000). Ωστόσο, το Raven τεστ δεν θα μπορούσε να αντικαταστήσει κάποια από τις κλίμακες Wechsler, διότι μετρά μόνο συγκεκριμένες πρακτικές νοητικές λειτουργίες. Αντίθετα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί συμπληρωματικά με μία σταθμισμένη κλίμακα λεξιλογίου, ώστε να εξαχθεί μια πιο σφαιρική εικόνα της νοητικής ικανότητας του ατόμου (Sattler, 1992).

1.1.4 Ταξινόμηση της νοημοσύνης βάσει του Δείκτη Νοημοσύνης

Η ταξινόμηση της νοητικής ικανότητας με βάση το ΔΝ εξαρτάται από την επίδοση του ατόμου σε κάποια νοομετρική κλίμακα. Κάποιες κλίμακες νοημοσύνης χρησιμοποιούν ένα μόνο είδος δοκιμασιών ή ερωτήσεων, όπως οι Προοδευτικές Μήτρες του Raven (μη λεκτικές δοκιμασίες που απαιτούν επαγωγικό συλλογισμό), ενώ κάποιες άλλες, όπως του Wechsler και του Stanford-Binet, περιλαμβάνουν πολλούς διαφορετικούς τύπους δοκιμασιών, τόσο λεκτικών, όσο και πρακτικών (το άτομο καλείται να δώσει τις έννοιες κάποιων λέξεων, να βάλει σε ορθή χρονολογική σειρά κάποιες εικόνες κ.ά.). Ως εκ τούτου είναι αυτόδηλο πως ο διαχωρισμός σε επίπεδα νοητικής λειτουργίας διαφέρει ανάλογα με την επιλεγείσα κλίμακα μέτρησης της νοημοσύνης.

Κατά σύμβαση, ωστόσο, οι συνολικές βαθμολογίες των τεστ νοημοσύνης συνήθως μετατρέπονται σε μια κλίμακα, στην οποία ο μέσος όρος είναι 100 και η τυπική απόκλιση είναι 15 μονάδες. Μελέτες αντιπροσωπευτικών δειγμάτων του γενικού πληθυσμού έχουν δείξει ότι η κατανομή του ΔΝ στον πληθυσμό είναι κανονική και παίρνει το σχήμα καμπύλης ομαλής συμμετρικής κατανομής (καμπύλη του Gauss), γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχει μια συνέχεια από τη βαριά νοητική υστέρηση μέχρι την εξαιρετική ευφυΐα (βλ. Εικ. 1.7). Η πλειοψηφία των ανθρώπων,

σε ποσοστό περίπου 60% του πληθυσμού, έχει μέση νοημοσύνη (από 90 – 110). Το υπόλοιπο 30% κατανέμεται συμμετρικά προς τις δύο κατευθύνσεις (15% έχει ΔΝ από 90-70 και 15% από 110-130), ενώ και το τελευταίο 10% περίπου του πληθυσμού εμφανίζει συμμετρική κατανομή (5% εμφανίζει νοητική υστέρηση/καθυστέρηση με ΔΝ κάτω του 70 και 5% υψηλή νοημοσύνη/ευφυΐα με ΔΝ πάνω από 130) (Gottfredson, 1997. Neisser, & συν., 1996).



Εικόνα 1.7. Κατανομή της νοημοσύνης βάσει της καμπύλης του Gauss. Στην πρώτη σειρά αναγράφονται οι τυπικές αποκλίσεις από το μέσο όρο 100, ενώ στη δεύτερη και τρίτη σειρά η ταξινόμηση των ΔΝ σύμφωνα με τη νοομετρική κλίμακα του Wechsler και Stanford-Binet αντίστοιχα.

Τέλος, στον Πίνακα 1.1 παρατίθεται αναλυτικά η ταξινόμηση της νοητικής λειτουργίας των παιδιών βάσει της επίδοσης τους στο τεστ WISC-III (Μόττη-Στεφανίδη, 1999, σελ. 198). Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των ατόμων που βρίσκονται άνω και κάτω από το φυσιολογικό επίπεδο νοημοσύνης (παιδιά με υψηλή και χαμηλή νοημοσύνη αντίστοιχα).

Πίνακας 1.1.

Ταξινόμηση ΔΝ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.

Δείκτης Νοημοσύνης	Επίπεδο Νοημοσύνης
130 και άνω	ανώτατο επίπεδο νοητικής λειτουργίας
120-129	ανώτερο επίπεδο νοητικής λειτουργίας

Δείκτης Νοημοσύνης	Επίπεδο Νοημοσύνης
110-119	ανώτερο φυσιολογικό επίπεδο νοητικής λειτουργίας
90-109	μέσο φυσιολογικό επίπεδο νοητικής λειτουργίας
80-89	χαμηλό φυσιολογικό επίπεδο νοητικής λειτουργίας
70-79	οριακό επίπεδο νοητικής λειτουργίας
69 και κάτω	νοητική υστέρηση/καθυστέρηση

1.1.4.1 Παιδιά με υψηλή νοημοσύνη

Ήδη από το 1909, ο Alfred Binet παρατήρησε μαθητές που ενώ ήταν «πολύ έξυπνοι», δεν είχαν αποκομίσει κανένα όφελος από τη γενική εκπαίδευση. Το ενδιαφέρον κορυφώθηκε κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, όταν διάφοροι ψυχίατροι και ψυχολόγοι έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για αυτά τα εξαιρετικώς προικισμένα παιδιά (Terman, 1925). Τόσο στη διεθνή, όσο και την εγχώρια βιβλιογραφία γίνεται αναφορά μιας πληθώρας όρων για τα παιδιά με ιδιαίτερες νοητικές ικανότητες, άλλοτε ως «ταλαντούχα» ή «χαρισματικά», «εξαιρετικά ταλαντούχα», «πρώιμα διανοητικώς αναπτυγμένα», «μεγαλοφυή», «υψηλού νοητικού δυναμικού» κ.ά. Οι διάφοροι αυτοί όροι δεν θα πρέπει να εκλαμβάνονται ως συνώνυμοι, καθώς συχνά αναφέρονται σε παιδιά με υψηλές επιδόσεις όχι μόνο στη γενική νοητική ικανότητα, αλλά και στο δημιουργικό τρόπο σκέψης, την ηγετική ικανότητα, τις τέχνες κ.ά. (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2004). Η παρούσα μελέτη αναφέρεται σε παιδιά υψηλού νοητικού δυναμικού, ή πιο απλά παιδιά υψηλής νοημοσύνης (YN), έννοια η οποία ισοδυναμεί με τους ψυχομετρικούς ορισμούς της γενικής νοητικής υπεροχής.

Όσον αφορά στην ανίχνευση των παιδιών με YN οι εξαιρετικοί βαθμοί στα νοητικά τεστ είναι σχεδόν πάντα είτε τα μοναδικά κριτήρια, είτε τα πιο σημαντικά σε βαρύτητα κριτήρια (Φουστάνα, 2007). Παρόλο που συχνά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την ανίχνευση αυτών των παιδιών οι υψηλές ακαδημαϊκές επιδόσεις ή δηλώσεις των γονέων που αφορούν αναπτυξιακά και συμπεριφορικά χαρακτηριστικά του παιδιού, οι ειδικοί επιστήμονες έχουν καταλήξει ότι μόνο μια αυστηρή αξιολόγηση της νοημοσύνης μέσω ενός νοητικού τεστ αποτελεί

αξιόπιστο τρόπο ανίχνευσης των παιδιών με ΥΝ (Vaivre-Douret, 2011). Στην πλειοψηφία των νοητικών τεστ ο ΔΝ είναι είτε ανώτερος του 120, είτε δύο περίπου τυπικές αποκλίσεις πάνω από το μέρο όρο και αντιστοιχεί στο ανώτερο ή ανώτατο επίπεδο νοητικής λειτουργίας (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Ωστόσο, ορισμένες ομάδες παιδιών δεν αναγνωρίζονται συχνά ως παιδιά με ΥΝ, είτε γιατί είναι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και συχνά χαμηλή σχολική επίδοση, είτε γιατί ανήκουν σε φυλετικές ή μειονοτικές ομάδες (Slavin, 2007).

Πλήθος ερευνών που μελετούν τα παιδιά με ΥΝ έχουν επικεντρωθεί στην κατανόηση της γνωστικής λειτουργίας τους επισημαίνοντας ότι τα παιδιά αυτά αναπτύσσουν υψηλές μαθησιακές ικανότητες και έχουν ανεπτυγμένες αισθητηριακές ή και κινητικές δεξιότητες, μνημονικές, καθώς και αυξημένες ικανότητες προσοχής, οι οποίες φαίνεται να εξηγούν σε μεγάλο βαθμό την υψηλή τους επίδοση σε νοητικά τεστ (Geary, & Brown, 1991. Vaivre-Douret, 2004. 2011). Περαιτέρω, ένα παιδί με ΥΝ χρησιμοποιεί περισσότερο σύνθετες γνωστικές στρατηγικές (Luwel, Foustana, Papadatos, & Verschaffel, 2011), ενώ παράλληλα μπορεί να κατέχει μια συγκεκριμένη μορφή εγκεφαλικής λειτουργίας με μεγάλη ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών, η οποία του δίνει σημαντικά πλεονεκτήματα αναφορικά με τις μαθησιακές δεξιότητες, καθώς και μεγαλύτερη εγκεφαλική πλαστικότητα από το μέσο παιδί (Geary, & Brown, 1991). Πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες στον τομέα της αναπτυξιακής νευροψυχολογίας έχουν ανοίξει ενδιαφέρουσες προοπτικές, καθώς έχουν στρέψει το ενδιαφέρον στη μελέτη της βιολογικής βάσης των νοητικών διεργασιών σε άτομα με ΥΝ (Vaivre-Douret, 2011). Παρόλο που πολλές μελέτες έχουν υπογραμμίσει την ύπαρξη βιολογικών διαφορών στα παιδιά με ΥΝ (Baraduc, & Guigon, 2002. Benbow, 1986. Caryl, 1994. Deary, 2000. Eysenck, 1986. Geake, 2008. Haier, Siegel, Nuechterlein, Hazlett, Wu, & συν., 1988. Neisser, & συν., 1996. Neubauer, 2003. O'Boyle, 2005. Vernon, 1987) (βλ. αναλυτικότερα υποκεφ. 1.1.6), οι ευνοϊκές συνθήκες στο περιβάλλον του παιδιού (κοινωνικοπολιτισμικοί, εκπαιδευτικοί και οικογενειακοί παράγοντες), καθώς και η καλή σωματική και ψυχική υγεία οπωσδήποτε προωθεί τις υψηλές νοητικές δυνατότητες του (Ajuriaguerra, 1974. Vaivre-Douret, 2011).

1.1.4.2. Παιδιά με νοητική υστέρηση

Το ενδιαφέρον για τα παιδιά με χαμηλή νοημοσύνη υφίσταται εδώ και αρκετούς αιώνες, αν και μέχρι το 17^ο αιώνα η νοητική υστέρηση/καθυστέρηση (NK)⁵ αποτελούσε έννοια συνώνυμη της ψυχικής ασθένειας (Hodapp, 1995. Πολυχρονοπούλου, 2001). Οι πρώτες συστηματικές προσπάθειες για τη βαθύτερη κατανόηση της φύσης της NK ξεκίνησαν το 19^ο αιώνα, η ουσιαστική όμως πρόοδος στην κατανόηση της αιτιολογίας της πραγματοποιήθηκε τα τελευταία 50 χρόνια εξαιτίας της προόδου στις επιστήμες της γενετικής, της βιοχημείας, της ψυχιατρικής και της αναπτυξιακής ψυχολογίας (Αλευριάδου, & Γκιαούρη, 2009).

Παρόλο που στη διεθνή βιβλιογραφία απαντάται ένα σημαντικό πρόβλημα ορισμού της NK, ο ορισμός που σήμερα παραμένει ευρέως αποδεκτός είναι ο ορισμός της Αμερικάνικης Εταιρείας Νοητικής Υστέρησης/Καθυστέρησης (American Association on Mental Retardation):

«Η νοητική καθυστέρηση αναφέρεται ως μία σημαντικά κάτω από το μέσο όρο γενική νοητική λειτουργία, που συνοδεύεται από ανεπάρκειες στην προσαρμοστική συμπεριφορά (αυτοεξυπηρέτηση, ζωή μέσα στο σπίτι, κοινωνικές δεξιότητες, αυτό-καθοδήγηση, λειτουργικές ακαδημαϊκές δεξιότητες, ψυχαγωγία, υγεία-ασφάλεια, χρήση κοινοτικών υπηρεσιών/πόρων, εργασία, επικοινωνία) και εκδηλώνεται κατά τη διάρκεια της αναπτυξιακής περιόδου ενός ατόμου» (Luckasson, Borthwick-Duffy, Buntinx, Coulter, Craig & συν., 2002, σελ.1).

Ωστόσο, σύμφωνα με τους Κάκουρος & Μανιαδάκη (2002, σελ. 284), επισημαίνεται ότι ο όρος *νοητική υστέρηση* είναι πιο ακριβής από τον όρο *νοητική καθυστέρηση*, γιατί:

«Ο όρος καθυστέρηση υπονοεί ότι τα άτομα αυτά παρουσιάζουν πιο αργούς ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με τα άτομα της ίδιας χρονολογικής ηλικίας και ότι τα άτομα αυτά μπορούν να ξεπεράσουν τη νοητική τους ανεπάρκεια. Δεν καθιστά όμως σαφές ότι τα άτομα αυτά δεν φτάνουν [ποτέ] στα ίδια επίπεδα νοητικής

⁵Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιείται ως συντομογραφία του όρου της νοητικής υστέρησης/καθυστέρησης η NK, όχι για να δηλωθεί συμφωνία με τον όρο νοητική καθυστέρηση, αλλά προς αποφυγή σύγχυσης με τη συντομογραφία του όρου της υψηλής νοημοσύνης, ήτοι YN.

ανάπτυξης με εκείνα των φυσιολογικών. Επομένως η νοητική ανάπτυξη τους δεν είναι απλώς βραδεία [καθυστέρηση], αλλά και ελλιπής [υστέρηση]».

Επιπλέον, και ο Νόμος 3699/2008 - ΦΕΚ 199/Α'/2.10.2008 για την «Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση ατόμων με αναπηρία ή με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες» κάνει χρήση του όρου *νοητική υστέρηση*, ενώ αντίθετα στην ελληνική μετάφραση του διαγνωστικού εγχειριδίου Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV, American Psychiatric Association-APA, 1994) έχει επιλεγεί ο όρος νοητική καθυστέρηση. Τέλος, στη νέα έκδοση του DSM-V (APA, υπό έκδοση) προτείνεται η αντικατάσταση του όρου NK από τον όρο *νοητική ανικανότητα/ανεπάρκεια* (intellectual disability).

Σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της NK αποτελούν τα τεστ νοημοσύνης και μέσω του ΔΝ που προκύπτει από τα τεστ αυτά γίνεται μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των ατόμων με NK, καθώς πρόκειται για έναν αρκετά ανομοιογενή πληθυσμό. Τα επίπεδα NK, όπως αυτά έχουν καθοριστεί από το DSM-IV (APA, 1994) είναι τα ακόλουθα:

- α. Οριακή νοημοσύνη ή υπολειπόμενη νοημοσύνη ή οριακή NK ή βραδυμαθή άτομα (ΔΝ 85-68). Τα άτομα αυτά μπορούν να εκπαιδεύονται σε κανονικά σχολεία στις συνήθεις σχολικές τάξεις, με εσωτερική διαφοροποίηση των προγραμμάτων διδασκαλίας σε ό, τι αφορά ειδικότερα τους στόχους, τη μεθοδολογία, τα μέσα και τα υλικά διδασκαλίας ή με πρόσθετη βοήθεια σε ατομική βάση ή μικροομαδική βάση.
- β. Ελαφρά NK ή ελαφρά υπολειπόμενη νοημοσύνη (ΔΝ 67-52). Τα παιδιά αυτά συχνά αναπτύσσουν κοινωνικές και επικοινωνιακές ικανότητες στην προσχολική ηλικία και με την πάροδο του χρόνου μπορούν να παρακολουθήσουν το σχολικό ακαδημαϊκό πρόγραμμα σε ειδικά σχολεία και τμήματα ένταξης και να μάθουν να αυτοεξυπηρετούνται. Μπορεί, ωστόσο, να χρειαστούν καθοδήγηση, βοήθεια και εποπτεία στη διαβίωσή τους. Το ποσοστό εμφάνισης του επιπέδου αυτού στα άτομα με NK είναι περίπου 85%.
- γ. Μέσου βαθμού NK (ΔΝ 51-36). Τα άτομα αυτά αναπτύσσουν επικοινωνιακές ικανότητες στην προσχολική ηλικία και με την πάροδο του χρόνου μπορούν να φτάσουν σε επίπεδο Β' Δημοτικού, αλλά συνήθως έχουν δυσκολίες στην αυτοεξυπηρέτηση. Μπορούν να εργαστούν σε προστατευόμενο ή ημιπροστατευόμενο περιβάλλον και ανταποκρίνονται καλά σε εποπτευόμενη αυτόνομη διαβίωση. Το ποσοστό εμφάνισης στα άτομα με NK είναι περίπου 10%.

δ. Σοβαρή NK (ΔΝ 35-20). Αρκετά από αυτά τα άτομα μπορούν να μάθουν να μιλούν και να αυτοεξυπηρετούνται στοιχειωδώς κατά τη διάρκεια των σχολικών τους χρόνων, αλλά όταν ενηλικιωθούν μπορούν να εκτελούν απλές εργασίες αν εποπτεύονται. Το ποσοστό εμφάνισης στα άτομα με NK είναι 3-4%.

ε. Βαριά NK (ΔΝ κάτω του 20). Τα περισσότερα άτομα αυτού του επιπέδου συνήθως πάσχουν από νευρολογικές ασθένειες, έχουν αναπηρίες του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και είναι πλήρως εξαρτώμενα άτομα. Μπορούν, ωστόσο, να αναπτύξουν κάποιες ικανότητες επικοινωνίας και αυτοεξυπηρέτησης. Το ποσοστό εμφάνισης στα άτομα με NK είναι 1-2%.

Όσον αφορά στα αίτια της NK μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κύριες ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα οργανικά αίτια (κληρονομικότητα, χρωμοσωμικές ανωμαλίες, ανωμαλίες μεταβολισμού, γαλακτοζαιμία,⁶ ασυμβατότητα του αίματος της μητέρας με του εμβρύου), τα οποία συνδέονται συχνότερα με βαρύτερες μορφές NK, ενώ η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα περιβαλλοντικά αίτια (προγεννητικά, περιγεννητικά, κατά την παιδική ηλικία), τα οποία προκαλούνται από εξωτερικούς παράγοντες και συνδέονται κυρίως με την ήπια NK (Κάκουρος, & Μανιαδάκη, 2002. Παρασκευόπουλος, 1980. Πολυχρονοπούλου, 2012). Σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα έχουν συμβάλλει στην αναγνώριση νέων οργανικών-γενετικών αιτιών της νοητικής καθυστέρησης και μάλιστα έχουν καθοριστεί περίπου 750 αίτια, τα οποία θεωρούνται υπεύθυνα για μορφές NK, όπως το σύνδρομο Down, το σύνδρομο του εύθραυστου X, το σύνδρομο Williams, το σύνδρομο Prader-Willi, το σύνδρομο Turner κ.α. (Moser, 1992. Opitz, 1996). Όσον αφορά στα περιβαλλοντικά αίτια της NK, τα πιο σημαντικά μπορεί να αποτελέσουν η έλλειψη διατροφής της μητέρας και ο υποσιτισμός κατά τη διάρκεια της κύησης, κάποια ασθένεια ή τραυματισμός της εγκύου μητέρας, η έλλειψη οξυγόνου στον τοκετό (εγκεφαλική ανοξία), δηλητηριάσεις από μόλυβδο,⁷ ο πρόωρος τοκετός, οι λοιμώξεις του ΚΝΣ (μηνιγγίτιδα ή εγκεφαλίτιδα) και τα εγκεφαλικά τραύματα κατά την παιδική ηλικία

⁶ Η γαλακτοζαιμία είναι μια μεταβολική διαταραχή, η οποία χαρακτηρίζεται από έλλειψη ενός ενζύμου απαραίτητο για το μεταβολισμό της γαλακτόζης γεγονός που οδηγεί σε βλάβες σε διάφορα όργανα του σώματος (Πολυχρονοπούλου, 2012).

⁷ Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας υπολογίζει ότι 12 εκατομμύρια παιδιά στις υποανάπτυκτες χώρες υποφέρουν από μόνιμη εγκεφαλική βλάβη που οφείλεται στον μόλυβδο. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η αιτία της NK στο 3,5% των ατόμων με ελαφριά NK οφείλεται στη δηλητηρίαση από μόλυβδο. Ο μόλυβδος διαπερνά τον πλακούντα με ευκολία και είναι πολύ επικίνδυνος για τον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο. Η έκθεση σε μόλυβδο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης μπορεί να προκαλέσει πρόωρο τοκετό και χαμηλό βάρος γέννησης.

(Slavin, 2007). Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, η αιτία της NK παραμένει άγνωστη (Πολυχρονοπούλου, 2012) και απλά περιγράφεται σαν νοητική καθυστέρηση άγνωστης ή ιδιοπαθούς φύσεως (Παπαδάτος, 2010).

1.1.5 Ο ρόλος της κληρονομικότητας και του περιβάλλοντος στη νοημοσύνη

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων ενός τεστ νοημοσύνης βοηθά τους επιστήμονες να ανιχνεύσουν τις ιδιαίτερες νοητικές ικανότητες ή αδυναμίες των ανθρώπων και να ταξινομήσουν το ΔΝ τους στο αντίστοιχο επίπεδο νοητικής λειτουργίας χωρίς, όμως, να δίνουν πληροφορίες για κάποιους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν και συνδέονται άρρηκτα με την ανάπτυξη της νοημοσύνης. Τέτοιους παράγοντες αποτελούν η διάδραση της κληρονομικότητας και του περιβάλλοντος που ζει το άτομο, οι οποίοι ορίζουν το νευροβιολογικό υπόστρωμα της νοημοσύνης κάθε ατόμου (βλ. υποκεφ.1.1.6). Επομένως, τα άτομα διαφέρουν νοητικά μεταξύ τους, καθώς δέχονται διαφορετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις, αλλά και εξαιτίας της διαφορετικής κληρονομικότητας (Lloyd, 1998. Neisser, & συν., 1996). Άλλωστε, σύμφωνα με τον Piaget η νοημοσύνη είναι μια δυναμική διαδικασία, η οποία έχοντας σαν βάση την κληρονομικότητα, οικοδομείται προοδευτικά και ακολουθεί την εξέλιξη που θα καθορίσει το περιβάλλον (Καλούρη-Αντωνοπούλου, 2007). Εφόσον, οι γενετικές και οι περιβαλλοντικές επιδράσεις στη νοημοσύνη δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, η κατανόηση των ιδιαίτερων αιτιωδών μονοπατιών της δράσης των γονιδίων και του περιβάλλοντος είναι ζωτικής σημασίας (Dickens, & Flynn, 2001. Garlick, 2002).

Για τη βαθύτερη κατανόηση του τρόπου που ο κάθε παράγοντας – κληρονομικότητα και περιβάλλον – επηρεάζει το νοητικό επίπεδο λειτουργίας του ατόμου καθιερώθηκε η έννοια του *εύρους αντίδρασης* (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Σύμφωνα με την έννοια αυτή, η κληρονομικότητα καθορίζει το εύρος του νοητικού δυναμικού που έχει το άτομο εν δυνάμει και ονομάζεται *γονότυπος*. Από την άλλη, το εύρος του νοητικού δυναμικού που τελικά εκδηλώνει το άτομο υπό τη μορφή επίδοσης σε κάποιο νοητικό τεστ διαφοροποιείται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που ζει και αποτελεί το *φαινότυπό* του (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Έτσι, τα γονίδια που έχει κληρονομήσει το άτομο δεν καθορίζουν το επίπεδο νοητικής

λειτουργίας του, αλλά θέτουν όρια στο εύρος του φαινοτύπου.⁸ Αξίζει να σημειωθεί ότι το επίπεδο κληρονομικότητας της νοημοσύνης φαίνεται να αυξάνει με το πέρας της ηλικίας, καθώς όσο μεγαλώνουμε, ο φαινότυπος μας αντανακλά περισσότερο το γονότυπο μας (Bouchard, 2009. Gray, & Thompson, 2004), ενώ κι εμείς ως άτομα επιλέγουμε ή δημιουργούμε περιβάλλοντα που προωθούν τις γενετικές μας προδιαθέσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μας (Plomin, 1999).

1.1.5.1 Γενετικοί παράγοντες – κληρονομικότητα

Σε μια προσπάθεια καθορισμού του βαθμού επιρροής των γονιδίων, οι ειδικοί επιστήμονες κατέληξαν ότι ο βαθμός επίδρασης της κληρονομικότητας κυμαίνεται από 0,4 έως 0,8 (σε κλίμακα από το 0 έως το 1) καταδεικνύοντας ότι τα γονίδια παίζουν σημαντικότερο ρόλο από το περιβάλλον στη δημιουργία ατομικών νοητικών διαφορών (Bouchard, Lykken, McGue, Segal, & Tellegen, 1990. Gottfredson, 1997). Σε παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταλήξει και μελέτες σε μονοζυγωτικούς διδύμους, οι οποίοι είχαν μεγαλώσει σε ξεχωριστά περιβάλλοντα με επίπεδο συσχέτισης 0,72 (Bouchard, & McGue, 1981).

Ωστόσο, οι εκτιμήσεις για το επίπεδο συσχέτισης νοημοσύνης και κληρονομικότητας διαφέρουν ανάλογα με τη νοομετρική κλίμακα που επιλέγουμε, καθώς κάθε τεστ νοημοσύνης προσλαμβάνει διαφορετικά βιολογικά συστήματα. Σύμφωνα με τον Jensen (1998), όσο περισσότερο μια νοομετρική δοκιμασία σχετίζεται θετικά με το γενικό παράγοντα *g*, τόσο υψηλότερο και το επίπεδο της κληρονομικότητας. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από άλλες μελέτες, όπου ο παράγοντας *g* έχει αποδειχθεί ότι είναι κληρονομικός σε ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο (Devlin, & συν., 1997. Feldman, & Otto, 1997. Finkel, Pedersen, Plomin, & McClearn, 1998. McClearn, Johansson, Berg, Pedersen, Ahern, & συν., 1997).

Αναφορικά με τη γενετική βάση της νοημοσύνης, ο εντοπισμός συγκεκριμένων γονιδίων θα μπορούσε να διευκρινίσει τη νευροφυσιολογία της νοημοσύνης. Όλα τα κληρονομικά γνωρίσματα της συμπεριφοράς προκύπτουν από τα αλληλόμορφα των γονιδίων, τα οποία καθορίζονται από μικρές ή μεγάλες αλλαγές

⁸ Η κληρονομικότητα αποτελεί την τετραγωνική συσχέτιση του φαινοτύπου με το γονότυπο. Εάν όλα τα περιβάλλοντα ήταν ίδια για όλους, ο βαθμός επιρροής της κληρονομικότητας θα έφτανε το 100%, καθώς όλες οι διαφορές στη νοημοσύνη θα ήταν κατ' ανάγκη γενετικής προελεύσεως.

της κωδικοποιημένης πληροφορίας του DNA και ονομάζονται γενετικοί πολυμορφισμοί. Για το λόγο αυτό έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές ερευνητικές προσπάθειες με σκοπό τη σύνδεση της νοητικής λειτουργίας σε υγιή άτομα με συγκεκριμένα γονίδια (Gray, & Thompson, 2004). Οι Chorney, Chorney, Seese, Owen, Daniels και συνεργάτες (1998) ανακάλυψαν μια αλληλόμορφη ποικιλία σε ένα γονίδιο στο χρωμόσωμα 6 (IGF2R) που συνδέεται με την υψηλή νοημοσύνη, ενώ μετέπειτα μελέτες κατέγραψαν και άλλες πολυμορφίες σε άλλα γονίδια (Comings, Wu, Rostamkhani, McGue, Burt, & συν., 2003. Fisher, Turic, Williams, McGuffin, Asherson, & συν., 1999. Payton, Holland, Diggle, Rabbitt, Horan, & συν., 2003). Ωστόσο, μεταγενέστερες ερευνητικές προσπάθειες για την αναπαραγωγή αυτών των αποτελεσμάτων δεν υπήρξαν θετικές (Gray, & Thompson, 2004). Τέλος, η πολυμορφία των γονιδίων επηρεάζει πτυχές της λειτουργίας του εγκεφάλου, οι οποίες σχετίζονται δυνητικά με τη νοημοσύνη, όπως για παράδειγμα η μνήμη εργασίας (Egan, Goldberg, Kolachana, Callicott, Mazzanti, & συν., 2001. Egan, Kojima, Callicott, Goldberg, Kolachana, & συν., 2003) ή η ενεργοποίηση του προμετωπιαίου λοβού (Diamond, Briand, Fossella, & Gehlbach, 2004).

1.1.5.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις στη νοημοσύνη μπορεί να ταυτιστούν με εκτιμήσεις υψηλής κληρονομικότητας, αν τα περιβάλλοντα των ατόμων ταιριάζουν όλο και περισσότερο με τις γονοτυπικές προτιμήσεις τους (Dickens, & Flynn, 2001). Για παράδειγμα, κάποια χαρισματικά άτομα μπορεί να δημιουργήσουν ή να προκαλέσουν καταστάσεις που βελτιώνουν περαιτέρω τη νοητική τους ικανότητα (Plomin, DeFries, & Loehlin, 1977). Η κληρονομικότητα, ωστόσο, δεν συνεπάγεται σταθερότητα, γιατί το περιβάλλον μπορεί να καθορίσει τη σχετική επίδραση της γενετικής ποικιλότητας (αλληλεπίδραση γονιδίων-περιβάλλοντος). Για παράδειγμα, η φαινυλκετονουρία⁹ - μια γενετική αιτία της ΝΚ - είναι σε μεγάλο βαθμό

⁹ Η φαινυλκετονουρία (phenylketonuria-PKU) ή φαινυλοπυροσταφυλική ιδιοτεία είναι ένα σχετικά σπάνιο κληρονομικό νόσημα με συχνότητα περίπου μια περίπτωση στα χίλια νεογνά. Είναι αποτέλεσμα έλλειψης ενός ενζύμου απαραίτητο για τη διάσπαση της φαινυλαλανίνης και έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση της φαινυλαλανίνης στο αίμα που ασκεί τοξική δράση, ιδίως στον εγκέφαλο (Πολυχρονοπούλου, 2012). Η κλινική εικόνα περιλαμβάνει βαριά νοητική υστέρηση, μικροκεφαλία, κινητικά προβλήματα και νευρολογικές αναπηρίες (Πολυχρονοπούλου, 2012).

κληρονομική, ωστόσο ακόμη και πάσχοντα άτομα μπορούν να αποφύγουν τις συνέπειές της καταργώντας τη φαινυλαλανίνη από την διατροφή τους (Gray, & Thompson, 2004).

Όσον αφορά στους περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζονται με το επίπεδο νοητικής λειτουργίας του ατόμου, οι σημαντικότεροι είναι οι ακόλουθοι:

α) *Οικογενειακοί παράγοντες*. Αρκετές μελέτες επισημαίνουν την ύπαρξη θετικής σχέσης μεταξύ νοημοσύνης, νοητικού επιπέδου και μορφωτικού επιπέδου των γονέων, ενώ παράλληλα ένα οικογενειακό περιβάλλον που προάγει τη μάθηση και δίνει ώθηση στο παιδί για επίτευξη υψηλών στόχων παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της νοημοσύνης (Παπαδάτος, & Φουστάνα, 2006. Robinson, & Noble, 1991. Rodgers, Cleveland, Van den Oord, & Rowe, 2000). Ένα ακόμη οικογενειακό χαρακτηριστικό που φαίνεται να σχετίζεται με τη νοημοσύνη αποτελεί η σειρά γέννησης του παιδιού, καθώς και το μέγεθος της οικογένειας. Έχει διατυπωθεί μάλιστα και η υπόθεση του «μοντέλου συρροής» (confluence model), σύμφωνα με το οποίο όσο αυξάνει το μέγεθος της οικογένειας και η σειρά γέννησης των παιδιών, τόσο μειώνεται ο δείκτης νοημοσύνης των παιδιών (Belmont, & Marolla, 1973. Feldman, & Goldsmith, 1991. Oakland, & Stern, 1989). Ωστόσο, υπάρχουν και ερευνητικά ευρήματα που τονίζουν την απουσία σχέσης των ανωτέρω μεταβλητών (Rodgers, & συν., 2000. Steelman, & Doby, 1983).

β) *Σχολική εκπαίδευση*. Η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και σχολείου είναι μια σχέση αλληλεπίδρασης. Η σχολική εκπαίδευση επηρεάζει, αλλά και επηρεάζεται από το επίπεδο νοημοσύνης του παιδιού (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Ο πλέον προφανής τρόπος επιρροής του σχολείου στη νοημοσύνη είναι η διαβίβαση πληροφοριών, καθώς και η εκμάθηση ορισμένων γενικών δεξιοτήτων και στάσεων, όπως η συστηματική επίλυση προβλημάτων, η αφηρημένη σκέψη, η κατηγοριοποίηση και η επαναλαμβανόμενη διαχείριση βασικών συμβόλων και διεργασιών (Neisser, & συν., 1996). Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι το σχολείο προωθεί την ανάπτυξη σημαντικών πνευματικών ικανοτήτων, οι οποίες βέβαια αναπτύσσονται σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε παιδί.

γ) *Πολιτισμικοί παράγοντες*. Αρκετές ερευνητικές προσπάθειες έχουν συγκρίνει τη νοημοσύνη μεταξύ διαφορετικών εθνικών ομάδων και έχουν επισημάνει σημαντικές διαφορές. Για παράδειγμα, στην κωδωνοειδή καμπύλη της νοημοσύνης των Εβραίων και των Ανατολικών Ασιατών παρατηρείται υψηλότερη συγκέντρωση

γύρω από το κέντρο, ενώ σε άλλες εθνικές ομάδες, όπως η μαύρη φυλή ή οι Ισπανόφωνοι, παρατηρείται χαμηλότερη συγκέντρωση γύρω από το κέντρο σε σχέση με αυτή των Καυκάσιων (Gottfredson, 1997). Μάλιστα, ερευνητικά ευρήματα έχουν δείξει πως για τους Καυκάσιους η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται γύρω από το δείκτη νοημοσύνης 100, ενώ για τους μαύρους Αμερικανούς γύρω από το 85, δηλαδή μία τυπική απόκλιση κάτω από το μέσο όρο των λευκών (Gottfredson, 1997).

Ορισμένοι ερευνητές απέδωσαν τις διαφορές αυτές σε γενετικούς παράγοντες, ενώ άλλοι στον αντίποδα αυτής της προσέγγισης, υποστήριξαν πως η νοημοσύνη δεν είναι ένα γενικευμένο χαρακτηριστικό που μπορεί να μετρηθεί μόνο με τα τεστ νοημοσύνης, αλλά σχετίζεται με πολιτισμικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες, καθώς και με την ευελιξία και προσαρμοστικότητα του ατόμου στα προβλήματα της καθημερινής ζωής (Μόττη-Στεφανίδη, 1999). Άλλωστε, έχει διαπιστωθεί ότι ακόμη και στα πλαίσια μιας δεδομένης κοινωνίας δίνεται έμφαση σε διαφορετικά γνωστικά χαρακτηριστικά ανάλογα με την κατάσταση, αλλά και τις διαφορετικές υποκειμενικές αυτίς της κοινωνίας (Super, 1983).

δ) *Υποσιτισμός*. Ο τρόπος που ο υποσιτισμός ή ένα φτωχό διαιτολόγιο επηρεάζει το επίπεδο νοημοσύνης δεν φαίνεται να είναι άμεσος. Σε έρευνα των Stein και συνεργατών (1975) δεν βρέθηκε σχέση μεταξύ του προγεννητικού υποσιτισμού (δηλαδή του υποσιτισμού της μητέρας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης) και της μακροπρόθεσμης νοητικής ανάπτυξης του παιδιού.¹⁰ Αντίθετα, ο εκτεταμένος υποσιτισμός κατά την παιδική ηλικία φαίνεται να έχει μακροπρόθεσμα αρνητικές επιδράσεις στη νοημοσύνη του παιδιού (Ricciuti, 1993. Sigman, 1995). Μάλιστα, σε μελέτες που στην πειραματική ομάδα χορηγήθηκαν θρεπτικά ιχνοστοιχεία, όπως συμπληρώματα βιταμινών και μετάλλων φάνηκε μεγαλύτερη βελτίωση σε νοητικά τεστ συγκριτικά με ομάδες ελέγχου (Schoenthaler, Amos, Eysenck, Peritz, & Yudkir, 1991). Περαιτέρω, οι Rush, Stein, Susser και Brody (1980) έδωσαν συμπληρώματα διατροφής σε μορφή υγρής πρωτεΐνης σε έγκυες γυναίκες με κίνδυνο γέννησης μωρών χαμηλού βάρους. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της ζωής τους, τα μωρά αυτά έδειξαν ταχύτερη εξοικείωση σε δραστηριότητες με οπτικά ερεθίσματα και μοτίβα σε σύγκριση με τα βρέφη της ομάδας ελέγχου. Παρά το γεγονός ότι αυτά τα

¹⁰ Ας σημειωθεί ότι ο υποσιτισμός διήρκεσε λίγους μήνες και μόνο κατά την προγεννητική περίοδο. Μετά τη γέννηση τους, τα παιδιά τρέφονταν κανονικά.

αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, δεν υπάρχει ακόμη καμία μακροπρόθεσμη επιβεβαίωση των ανωτέρω ευρημάτων (Neisser, & συν., 1996).

ε) *Έκθεση σε τοξικές ουσίες.* Όσον αφορά στην επίδραση των τοξικών ουσιών στη νοημοσύνη, όπως ο μόλυβδος, έρευνες καταδεικνύουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις και μάλιστα οι επιπτώσεις αυτές στο δείκτη νοημοσύνης των παιδιών, φαίνεται να έχουν μόνιμο χαρακτήρα και να είναι μη ανατρέψιμες (Rogan, Dietrich, Ware, Dockery, Salganik, & συν., 2001). Μακροχρόνιες έρευνες έχουν δείξει ότι τα επίπεδα μολύβδου στο αίμα των παιδιών που μεγαλώνουν κοντά σε βιομηχανικές περιοχές και εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα μολύβδου σχετίζονται αρνητικά σε σημαντικό βαθμό με τις επιδόσεις τους σε τεστ νοημοσύνης σε όλη την παιδική τους ηλικία (McMichael, Gotch, Santos-Aguado, & Strominger, 1988). Ας σημειωθεί, ότι αν και τα επίπεδα μολύβδου στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια, τα παιδιά που ζουν ειδικά στα κέντρα των μεγαλουπόλεων, μπορεί να διατρέχουν ακόμη κίνδυνο εξαιτίας αυτής της επιβλαβούς έκθεσης (Needleman, Adams, Cole, Currie, Geller, & συν., 1985).

στ) *Προγεννητικοί και περιγεννητικοί παράγοντες.* Αρκετές μελέτες έχουν επισημάνει ότι προγεννητικοί παράγοντες, όπως η εκτεταμένη κατανάλωση αλκοόλ από την έγκυο μητέρα και περιγεννητικοί παράγοντες, όπως επιπλοκές στον τοκετό μπορεί να έχουν σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στη νοητική ανάπτυξη του παιδιού (Larkby, & Day, 1997. Neisser, & συν., 1996. Streissguth, Barr, Sampson, Darby, & Martin, 1989). Ειδικότερα, η εκτεταμένη προγεννητική έκθεση της μητέρας στο αλκοόλ μπορεί να προκαλέσει εμβρυϊκό αλκοολικό σύνδρομο, το οποίο περιλαμβάνει νοητική υστέρηση, καθώς και μια σειρά από άλλα οργανικά συμπτώματα, ενώ η υπερβολική κατανάλωση ασπιρίνης, αντιβιοτικών και καπνίσματος έχει παρόμοια αρνητικά αποτελέσματα (Streissguth, & συν., 1989). Υπάρχουν επίσης στοιχεία ότι οι επιπλοκές κατά τη διάρκεια του τοκετού, καθώς και άλλοι παράγοντες που λαμβάνουν χώρα γύρω από τη στιγμή της γέννησης (περιγεννητικοί) μπορεί να έχουν σοβαρές συνέπειες στην πνευματική ανάπτυξη του παιδιού. Για παράδειγμα, μια παρατεταμένη χρονική περίοδος, χωρίς οξυγόνο κατά τη διάρκεια του τοκετού μπορεί να οδηγήσει σε εγκεφαλική βλάβη και νοητική υστέρηση (Johnson, & Swank, 1996). Επίσης, το χαμηλό βάρος γέννησης έχει συνδεθεί με χαμηλότερα επίπεδα νοημοσύνης (Lubchenko, 1976. Neisser, & συν., 1996). Ωστόσο, οι συσχετισμοί αυτοί αφορούν κυρίως νεογνά με εξαιρετικά χαμηλό βάρος (λιγότερο από 1.500

γραμμάρια), όπου οι επιπτώσεις στην πνευματική τους ανάπτυξη είναι αρκετά σοβαρές και συχνά οδηγούν σε νοητική υστέρηση (Broman, Nichols, & Kennedy, 1975. Rosetti, 1986).

1.1.6 Το νευροβιολογικό υπόστρωμα της νοημοσύνης

Οι σύγχρονες νευροαπεικονιστικές μελέτες έχουν στρέψει το ενδιαφέρον στη διερεύνηση του νευροβιολογικού υποστρώματος της νοημοσύνης για τη βαθύτερη κατανόηση των ατομικών νοητικών διαφορών (Neisser, & συν., 1996). Η πρόοδος στις ερευνητικές μεθόδους και τεχνικές, συμπεριλαμβανομένων των νέων μορφών απεικόνισης του εγκεφάλου, όπως η λειτουργική τομογραφία μαγνητικού συντονισμού (fMRI) ή το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) έχουν συμβάλει καθοριστικά στη διερεύνηση της νευροβιολογικής βάσης της νοημοσύνης, καθώς αποκαλύπτουν πτυχές της δομής και λειτουργίας του εγκεφάλου με μεγάλη χωρική ακρίβεια.

Πολλές πτυχές της ανατομίας και της φυσιολογίας του εγκεφάλου έχουν προταθεί ως δυνητικά σχετιζόμενες με τη νοημοσύνη: η αναλογία του βάρους του εγκεφάλου με το σωματικό βάρος (McHenry, 1975. Skullerud, 1985), ο όγκος και το πάχος του εγκεφάλου (Narr, Woods, Thompson, Szeszkó, Robinson, & συν., 2007. Witelson, Beresh, & Kigar, 2006), ο βαθμός ενεργοποίησης του προμετωπιαίου λοβού (Duncan, Seitz, Kolodny, Bor, Herzog, & συν., 2000), η ποσότητα λευκής και φαιάς ουσίας¹¹ στον εγκέφαλο (Colom, Jung, & Haier, 2006. Frangou, Chitins, & Williams, 2004. Gignac, Vernon, & Wickett, 2003. Narr, & συν., 2007. Posthuma, Geus, de Baaré, Hulshoff Pol, Kahn, & συν., 2002), η μορφολογία του μεσολοβίου (Atkinson, Abou-Khalil, Charles, & Welch, 1996. Luders, Narr, Bilder, Thompson, Szeszkó, & συν., 2007. Luders, Narr, Thompson, Rex, Jancke, & συν., 2006. Schatz, & Buzan, 2006. Spencer, Gibson, Moorhead, Keston, Hoare, & συν., 2005), η δένδροειδής μορφή των εγκεφαλικών νευρώνων (Ceci, 1990), ο βαθμός

¹¹ Η φαιά ουσία (gray matter) του εγκεφάλου περιέχει τους πυρήνες των νευρικών κυττάρων και σχετίζεται με την ικανότητα επεξεργασίας των πληροφοριών, ενώ η λευκή ουσία (white matter) περιέχει εμυέλους άξονες (νευράξονες που έχουν υποβληθεί σε διαδικασία μυελίνωσης) και πιθανότατα αντανακλά την αποδοτικότητα της ενδο-νευρωνικής επικοινωνίας. Η χρωματική τους διαφορά οφείλεται κυρίως στη λευκότητα της μυελίνης, μιας λιποειδούς ουσίας που περιβάλλει το νευράξονα και βελτιώνει την αποδοτικότητα του (Luders, Narr, Thompson, & Toga, 2009α).

μεταβολισμού της γλυκόζης στον εγκέφαλο (Haier, 1993. Haier, Siegel, Tang, Abel, & Buchsbaum, 1992β), η ταχύτητα της νευρωνικής αγωγιμότητας (Caryl, 1994. Reed, & Jensen, 1992) κ.ά.

Απεικονιστικές μελέτες, καθώς και έρευνες ασθενών με εγκεφαλικές βλάβες, χρησιμοποιώντας ποικίλες μεθόδους εστιάζουν άλλοτε στη δομική (Colom, & συν., 2006. Gong, Sluming, Mayes, Keller, Barrick, & συν., 2005. Haier, Jung, Yeo, Head, & Alkire, 2004. Shaw, Greenstein, Lerch, Clasen, Lenroot, & συν., 2006) και άλλοτε στη λειτουργική απεικόνιση του εγκεφάλου (Boivin, Giordani, Berent, Amato, Lehtinen, & συν., 1992. Esposito, Kirby, Van Horn, Ellmore, & Berman, 1999. Fangmeier, Knauff, Ruff, & Sloutsky, 2006. Gray, Chabris, & Braver, 2003. Haier, White, & Alkire, 2003. Lee, Choi, Gray, Cho, Chae, & συν., 2006. Prabhakaran, Smith, Desmond, Glover, & Gabrieli, 1997). Ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στις σημαντικότερες απεικονιστικές μελέτες που έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ δομικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου και νοημοσύνης.

1.1.6.1 Νοημοσύνη και δομικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου

Αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και μεγέθους του ανθρώπινου εγκεφάλου και εκτιμούν μια μέτρια συσχέτιση 0,40-0,51 μεταξύ του μεγέθους του εγκεφάλου και της νοημοσύνης (Andreasen, Flaum, Swayze, O'Leary, Alliger, & συν., 1993. Flashman, Andreasen, Flaum, & Swayze, 1998. McDaniel, & Nguyen, 2002. Rushton, & Ankney, 2009), καθώς και θετική συσχέτιση μεταξύ νοημοσύνης και όγκου του εγκεφάλου (Narr, & συν., 2007. Nguyen, & McDaniel's, 2000. Witelson, & συν., 2006). Σε μετα-ανάλυση του McDaniel (2005) που βασίστηκε σε 37 μελέτες συνολικού δείγματος 1530 ατόμων βρέθηκε θετική συσχέτιση 0,33 μεταξύ νοημοσύνης και όγκου του εγκεφάλου. Θετικές συσχετίσεις, όμως, έχουν βρεθεί και μεταξύ νοημοσύνης και πάχους του εγκεφάλου, οι οποίες κυμαίνονταν από 0,20 έως 0,44 (Karama, Ad-Dab'bagh, Haier, Deary, Lyttelton, & συν., 2009. Narr, & συν., 2007), αν και οι Shaw και συνεργάτες (2006) σημειώνουν πως η αλλαγή του πάχους του φλοιού κατά την αναπτυξιακή ηλικία κι όχι το ίδιο το πάχος συνδέεται στενά με τη νοημοσύνη καταδεικνύοντας ότι η νευροανατομική ανάπτυξη της νοημοσύνης στα παιδιά είναι μια πορεία δυναμική.

Πλήθος ερευνών συνδέουν σε αρκετά μεγάλο βαθμό, επίσης, την YN με τη νευρωνική περιπλοκότητα αναφορικά με την πυκνότητα (density) κυρίως σε φαιά

ουσία (Colom, & συν., 2006. Frangou, Chitins, & Williams, 2004. Haier, & συν., 2004. Luders, Toga, Lepore, & Gaser, 2009β. Narr, & συν., 2007), αλλά και σε λευκή ουσία στον εγκέφαλο (Gignac, & συν., 2003. Haier, Colom, Schroeder, Condon, Tang, & συν., 2009. Narr, & συν., 2007. Posthuma, & συν., 2002. Yu, Li, Liu, Qin, Li, & συν., 2008). Σε μια σημαντική απεικονιστική μελέτη διαπιστώθηκε ότι ο γενικός νοητικός παράγοντας g σχετίζεται σημαντικά με διαφορές στον όγκο της φαιάς ουσίας στο μετωπιαίο λοβό και μάλιστα ότι το γεγονός αυτό προσδιορίζεται κυρίως από γενετικούς παράγοντες (Thompson, Cannon, Narr, van Erp, Poutanen, & συν., 2001). Οι Posthuma και συνεργάτες (2002) επέκτειναν τα ευρήματα αυτά και διαπίστωσαν ότι η νοημοσύνη εξαρτάται από τις διαρθρωτικές διαφορές του εγκεφάλου, οι οποίες είναι κάτω από γενετικό έλεγχο, γεγονός που οδηγεί εν μέρει σε μια νευροανατομική εξήγηση για τον υψηλό βαθμό κληρονομικότητας της νοημοσύνης. Ωστόσο, η δομή του εγκεφάλου δεν καθορίζεται μόνο από τα γονίδια, αφού η εκμάθηση, για παράδειγμα, δύσκολων αντιληπτικών-κινητικών δεξιοτήτων προκαλεί αύξηση του όγκου της φαιάς ουσίας σε περιοχές του εγκεφάλου που συνδέονται με την οπτική προσοχή σε επίπεδο 3% (Draganski, Gaser, Busch, Schuierer, Bogdahn, & συν., 2004). Βέβαια, τέτοια πλαστικότητα δεν έχει βρεθεί σε όλες τις περιοχές του εγκεφάλου. Για το λόγο αυτό, είναι πιθανό ο όγκος της φαιάς ουσίας να σχετίζεται με τη νοημοσύνη εν μέρει λόγω γενετικών παραγόντων, επειδή τα πιο έξυπνα άτομα αναζητούν πνευματικά απαιτητικές δραστηριότητες, οι οποίες αυξάνουν τον όγκο της φαιάς ουσίας τους (Gray, & Thompson, 2004).

1.1.6.2 Νοημοσύνη και λειτουργικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου

Η μέτρηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας και των περιοχών που εμφανίζουν εγκεφαλική ενεργοποίηση, ενώ οι συμμετέχοντες εκτελούν ένα τεστ νοημοσύνης, έχει προξενήσει εξίσου το ενδιαφέρον αρκετών νευροαπεικονιστικών μελετών. Οι μελέτες αυτές συνήθως καταλήγουν σε δύο βασικές διαπιστώσεις, οι οποίες συνδέονται με τις δύο βασικές διακρίσεις των θεωριών της νοημοσύνης (βλ. υποκεφάλαιο 1.1.2). Από τη μία πλευρά, υπάρχουν εκείνες οι μελέτες που καταδεικνύουν ενεργοποίηση μιας κοινής περιοχής του εγκεφάλου, όπου το θεωρητικό τους υπόβαθρο συνάδει με τις θεωρίες για το γενικό νοητικό παράγοντα g της νοημοσύνης και από την άλλη, μελέτες στις οποίες έχει βρεθεί μια εκτενής

ενεργοποίηση διαφορετικών εγκεφαλικών περιοχών και αντανακλούν τις θεωρίες πολλαπλών παραγόντων της νοημοσύνης (Gray, & Thompson, 2004).

Ειδικότερα, σε μελέτη των Duncan και συνεργατών (2000) που χρησιμοποιήθηκε η απεικονιστική τεχνική της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET) βρέθηκε πλευρική ενεργοποίηση του προμετωπιαίου λοβού κατά τη διάρκεια τριών γενικών νοητικών δοκιμασιών (δοκιμασίες υψηλής συσχέτισης με το νοητικό παράγοντα g), εύρημα που συμφωνεί με την ενεργοποίηση μιας κοινής περιοχής του εγκεφάλου. Ωστόσο, τρεις διαφορετικές μελέτες χρησιμοποιώντας λειτουργική τομογραφία μαγνητικού συντονισμού (fMRI) βρήκαν εκτεταμένη εγκεφαλική δραστηριότητα κατά την εκτέλεση νοητικών δοκιμασιών όχι μόνο στον μετωπιαίο λοβό, αλλά και σε οπίσθιες περιοχές του εγκεφάλου (Esposito, & συν., 1999. Prabhakaran, & συν., 1997. Prabhakaran, Rypma, & Gabrieli, 2001). Η εμφανής αυτή διαφορά, ωστόσο, ενδέχεται να προκύπτει από τη διαφορετική προβλεπτική ικανότητα του παράγοντα g που είχαν οι νοητικές δοκιμασίες που επιλέχθηκαν (Gray, & Thompson, 2004).

Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί πως τα απεικονιστικά δεδομένα των φαινομενικά αντίθετων αυτών ευρημάτων συμφωνούν ότι η νοημοσύνη είναι σταθερά συνδεδεμένη με την ακεραιότητα, τη δομή και τη λειτουργία των μετωπιαίων και ειδικότερα προμετωπιαίων περιοχών του εγκεφάλου (Gray, & Thompson, 2004), ενώ και άλλες μελέτες αναδεικνύουν ως σημαντικές περιοχές ενεργοποίησης τις πρόσθιες περιοχές του πλευρικού προμετωπιαίου λοβού κατά τη διάρκεια της συλλογιστικής διαδικασίας (Braver, & Bongiolatti, 2002. Christoff, Prabhakaran, Dorfman, Zhao, Kroger, & συν., 2001. Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer, & Grafman, 1999). Περαιτέρω, κάποιοι ερευνητές συνδέουν το μετωπιαίο λοβό κυρίως με τη ρέουσα νοημοσύνη (Duncan, Burgess, & Emslie, 1995. Duncan, Emslie, Williams, Johnson, & Freer, 1996. Finger, 1994. Piercy, 1964). Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι ο ρόλος του μετωπιαίου λοβού είναι ζωτικής σημασίας στον εντοπισμό αφηρημένων σχέσεων, βασική ικανότητα για την επίλυση προβλημάτων (Waltz, Knowlton, Holyoak, Boone, Mishkin, & συν, 1999) και ότι υποστηρίζει τον εκτελεστικό έλεγχο μιας δράσης και την προσοχή (Miller, & Cohen, 2001).

Βέβαια, υπάρχει κι ένας σημαντικός αριθμός ερευνών που έχει καταλήξει σε θετικές συσχετίσεις μεταξύ νοημοσύνης και διαφόρων άλλων περιοχών του εγκεφάλου, όπως του κροταφικού και βρεγματικού λοβού, καθώς και του ιππόκαμπου

και της παρεγκεφαλίδας (Flashman, & συν., 1998. Gray, & συν., 2003. MacLulich, Ferguson, Deary, Seckl, Starr, & συν., 2002). Σε έρευνα των Lee και συνεργατών (2006) βρέθηκε ότι η νοητική υπεροχή κάποιων εφήβων σχετιζόταν και με τη συμμετοχή των οπίσθιων περιοχών του εγκεφάλου, αλλά και το βρεγματικο-μετωπιαίο δίκτυο (θεωρία P-FIT) (βλ. αναλυτικά στο επόμενο υποκεφάλαιο). Πάντως, στις έρευνες αυτές κοινό τόπο αποτελεί η άποψη ότι η νοημοσύνη αντανakλά διαφορετικές δεξιότητες και άρα οι «λειτουργικές μονάδες» της ανώτερης νοητικής λειτουργίας αποτελούν δίκτυα περιοχών του εγκεφάλου και όχι μεμονωμένες περιοχές (βλ. Πίν. 1.2) (Andreasen, & συν., 1993. Haier, & συν., 2003. 2004).

Πίνακας 1.2.

Αντιστοιχία νοητικών ικανοτήτων και εγκεφαλικών περιοχών.

Νοητικές Ικανότητες	Εγκεφαλική Περιοχή
Λεκτικές	αριστερός κατώτερος μετωπιαίος & οπίσθιος κροταφικός λοβός
οπτικοχωρικές	βρεγματικός λοβός
κωδικοποίηση & ανάκτηση πληροφοριών	ιππόκαμπος
εκτέλεση εργασιών (επίλυση προβλημάτων, σχεδιασμός, συλλογιστική)	μετωπιαίος λοβός

Ένα ακόμη λειτουργικό χαρακτηριστικό του ανθρώπινου εγκεφάλου που φαίνεται να επιτελεί σημαντικό ρόλο στις νοητικές διεργασίες είναι η επικοινωνία μεταξύ των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου, η οποία επιτυγχάνεται διαμέσου του μεσολοβίου (Luders, & συν., 2009α). Το μεσολόβιο αποτελεί τη μεγαλύτερη δέσμη νευρικών ινών (περίπου 200 εκατομμύρια) που συνδέει τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου και αποτελείται από λευκή ουσία (Βλάχος, 1998). Από τη στιγμή που αυτές οι ίνες συμμετέχουν στη μεταφορά γνωστικών πληροφοριών, η μορφολογία του μεσολοβίου μπορεί να αντανakλά την ικανότητα για δια-ημισφαιρικές διαδικασίες που διαμορφώνουν τις νοητικές ικανότητες (Aboitiz, 1992). Μάλιστα, αρκετές έρευνες έχουν βρει θετική συσχέτιση μεταξύ νοημοσύνης και μεγαλύτερης περιοχής

του μεσολοβίου (Atkinson, & συν., 1996. Schatz, & Buzan, 2006. Spencer, & συν., 2005), αλλά και του πάχους του μεσολοβίου (Luders, & συν., 2006. 2007. Luders, Thompson, Narr, Zamanyan, Chou, & συν., 2010). Από τα ευρήματα αυτά συμπεραίνουμε ότι τα καλύτερα «μυελινωμένα μονοπάτια» του μεσολοβίου μπορεί να διευκολύνουν τη δια-ημισφαιρική μεταφορά των πληροφοριών, η οποία με τη σειρά της μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη επεξεργασία των πληροφοριών και να επηρεάσει θετικά τις νοητικές επιδόσεις (Luders, & συν., 2007). Σε άλλες έρευνες έχει βρεθεί ότι τα παιδιά με YN χαρακτηρίζονται από ενισχυμένη δια-ημισφαιρική επικοινωνία, αφού έχει παρατηρηθεί ενεργοποίηση νευρωνικών δικτύων και στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου (Baraduc, & Guigon, 2002. Benbow, 1986. O'Boyle, 2005). Επιπλέον, η δια-ημισφαιρική επικοινωνία στις οπίσθιες βρεγματικές, καθώς και ινιακές περιοχές φαίνεται να είναι θεμελιώδους σημασίας για τον καθορισμό των ατομικών νοητικών διαφορών (Hofer, & Frahm, 2006. Zarei, Johansen-Berg, Smith, Ciccarelli, Thompson, & συν., 2006).

Επιπλέον, σύγχρονες μελέτες ηλεκτροφυσιολογικής απεικόνισης του εγκεφάλου, έχουν επισημάνει ότι η ταχύτητα και η αξιοπιστία της νευρωνικής μετάδοσης σχετίζονται με υψηλότερη νοημοσύνη (Deary, 2000. Neisser, & συν., 1996). Η ταχύτητα της νευρωνικής αγωγιμότητας (nerve conduction velocity) είναι η ταχύτητα με την οποία ένα ηλεκτροχημικό σήμα μεταφέρεται μέσα από ένα νευρωνικό μονοπάτι και η οποία φαίνεται να συνδέεται με υψηλές επιδόσεις σε τεστ νοημοσύνη (Caryl, 1994. Eysenck, 1982. Eysenck, 1986. Vernon, 1987). Αυτή η γρήγορη ταχύτητα μετάδοσης του νευρωνικού ερεθίσματος οδηγεί κατά συνέπεια σε μεγαλύτερες ταχύτητες επεξεργασίας (Bates, & Rock, 2004. Bjorklund, Schneider, Cassel, & Ashley, 1994. Cohn, Carlson, & Jensen, 1985. Planche, 1985) και μπορεί να σχετίζεται με την ειδική αγωγιμότητα που προσφέρει η μυελίνη που περιβάλλει τους άξονες των νευρώνων, αποφεύγοντας την απώλεια του νευρικού ερεθίσματος και επιτρέποντας κατανάλωση λιγότερης ενέργειας (Gray, & Thompson, 2004). Το γεγονός αυτό ίσως να εξηγεί και τη χαμηλότερη κατανάλωση της γλυκόζης που έχει παρατηρηθεί σε άτομα με YN, ενώ παράλληλα στα άτομα αυτά φαίνεται πως η δραστηριότητα του εγκεφάλου είναι περισσότερο στοχευμένη επιστρατεύοντας μόνο εκείνες τις περιοχές που απαιτούνται για τη διεκπεραίωση μιας εργασίας (Neubauer, 2003). Άλλωστε, από τις πρώτες κιόλας μελέτες νευροαπεικόνισης έχει διαπιστωθεί ότι η νοημοσύνη σχετίζεται αρνητικά με το μεταβολισμό της γλυκόζης στον

εγκέφαλο κατά τη διάρκεια μιας πνευματικής δραστηριότητας (Haier, & συν., 1988. Haier, Siegel, MacLachlan, Soderling, Lottenberg, & συν., 1992α. Haier, & συν., 1992β.), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα πιο ευφυή άτομα δαπανούν λιγότερη ενέργεια για να εκτελέσουν ένα πνευματικό έργο (θεωρία νευρωνικής αποτελεσματικότητας, βλ. αναλυτικά στο επόμενο υποκεφάλαιο).

1.1.6.3 Σύγχρονες νευροβιολογικές θεωρίες της νοημοσύνης

Οι σύγχρονες μελέτες νευροαπεικόνισης του εγκεφάλου έχουν κατευθύνει το ερευνητικό πεδίο σε μια περισσότερο αξιόπιστη και βαθύτερη κατανόηση της νοημοσύνης μέσα από τη χαρτογράφηση των δομικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου που συνδέονται με τις νοητικές λειτουργίες. Παρακάτω κρίνεται σκόπιμη μια σύντομη αναφορά στις σύγχρονες νευροβιολογικές θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τη νοημοσύνη κι αποτελούν ουσιαστικά το απόσταγμα όλης αυτής της σημαντικής ερευνητικής προσπάθειας.

1.1.6.3.1 Η θεωρία της νευρωνικής αποτελεσματικότητας

Το 1988, οι Haier και συνεργάτες σηματοδότησαν την αφετηρία για την απεικονιστική προσέγγιση της νοημοσύνης στον εγκέφαλο. Σε ένα μικρό δείγμα 8 συμμετεχόντων με χρήση PET παρατήρησαν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ μεταβολισμού της γλυκόζης στον εγκέφαλο και της επίδοσης τους σε ένα νοητικό τεστ (Προοδευτικές Μήτρες του Raven). Από το ανωτέρω εύρημα εξήχθη το συμπέρασμα ότι οι συμμετέχοντες με τις υψηλότερες επιδόσεις δαπάνησαν λιγότερη ενέργεια κατά τη διάρκεια αυτής της γνωστικής δοκιμασίας, εφόσον μέσω του μεταβολισμού της γλυκόζης παράγεται ενέργεια για την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Εξαιτίας αυτού οι ερευνητές διετύπωσαν τη θεωρία της νευρωνικής αποτελεσματικότητας (neural efficiency hypothesis of intelligence) με κύριο θεματικό άξονα την άποψη ότι: «Η νοημοσύνη δεν είναι μια λειτουργία που αντανakλά πόσο σκληρά λειτουργεί ο εγκέφαλος, αλλά το πόσο αποτελεσματικά [...]. Αυτή η απόδοση μπορεί να προέλθει από την απουσία λειτουργίας περιοχών του εγκεφάλου που δεν σχετίζονται με μια συγκεκριμένη δοκιμασία, καθώς και την εστιασμένη ενεργοποίηση περιοχών σχετικών και συγκεκριμένων με τη δοκιμασία» (Haier, & συν., 1992β, σελ. 416). Η έννοια, επομένως, της «νευρωνικής αποτελεσματικότητας»

σημαίνει ότι ο εγκέφαλος των ατόμων με ΥΝ χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια για να ανταποκριθεί στις πνευματικές δοκιμασίες εστιάζοντας σε εκείνες τις περιοχές του εγκεφάλου, που απαιτούνται για να ολοκληρώσει με επιτυχία τη συγκεκριμένη εργασία.

Ωστόσο, έχει υπάρξει ένας μεγάλος αριθμός μελετών που έχουν καταλήξει σε θετική συσχέτιση μεταξύ μεταβολισμού της γλυκόζης και νοημοσύνης (Geake, & Hansen, 2005. Gray, & συν., 2003. Haier, & συν., 2003. Larson, Haier, Lacasse, & Hazen, 1995. Lee, & συν., 2006). Από την αξιολόγηση αυτών των ευρημάτων προέκυψε το συμπέρασμα πως όταν οι άνθρωποι έρχονται αντιμέτωποι με δοκιμασίες χαμηλής ή μέτριας δυσκολίας παρατηρείται μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ μεταβολισμού της γλυκόζης και νοημοσύνης κυρίως στις μετωπιαίες περιοχές του εγκεφάλου και άρα καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια. Σε πιο σύνθετες, όμως, δοκιμασίες με αυξημένο βαθμό δυσκολίας η ανωτέρω συσχέτιση γίνεται θετική, καθώς τα άτομα χρειάζονται περισσότερη ενέργεια για την ανεύρεση κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης της γνωστικής δοκιμασίας. Η ποικιλοότητα των ανωτέρω ευρημάτων, βέβαια, υπογραμμίζει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης της θεωρίας αυτής (Neubauer, & Fink, 2009).

1.1.6.3.2 Η Θεωρία της βρεγματο-μετωπιαίας ενσωμάτωσης της νοημοσύνης

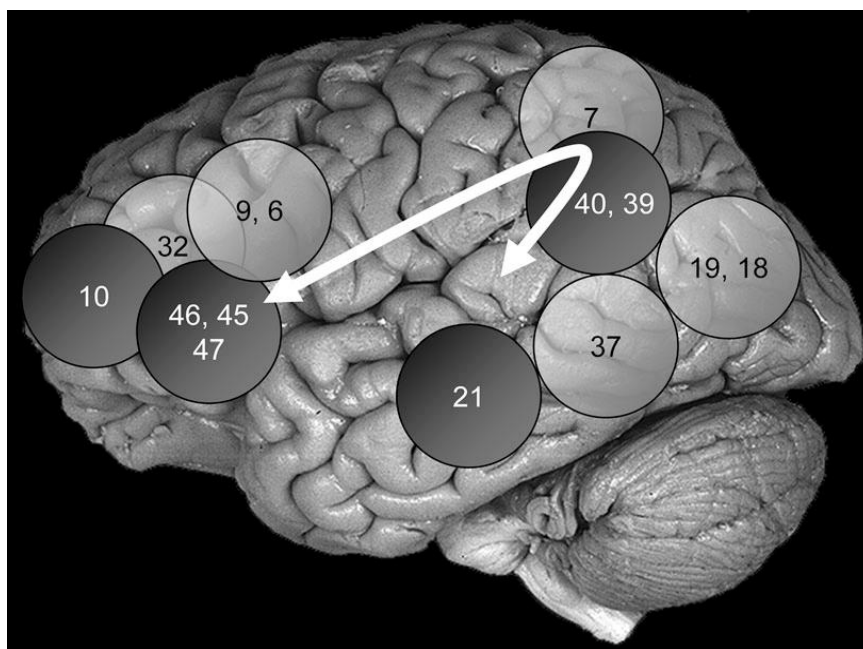
Το 2007 διατυπώθηκε από τους Jung και Haier μια νέα νευροβιολογική θεωρίας της νοημοσύνης που βασίστηκε σε 37 μελέτες νευροαπεικόνισης και ονομάστηκε θεωρία της «βρεγματο-μετωπιαίας ενσωμάτωσης της νοημοσύνης» (parieto-frontal integration theory of intelligence/P-FIT). Από μια πληθώρα δεδομένων δομικής και λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου φάνηκε ότι η ανθρώπινη νοημοσύνη προέρχεται από ένα ενοποιημένο νευρωνικό δίκτυο, το οποίο περιλαμβάνει περιοχές του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού του εγκεφάλου (Jung, & Haier, 2007. Xiang, 2012). Ειδικότερα, τα άτομα στα οποία παρατηρήθηκε υψηλότερη περιεκτικότητα φαιάς ουσίας (στους νευρώνες, τις συνάψεις και τους δένδριτες) και λευκής ουσίας (εμμύελους νευράξονες) στις περιοχές του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού συνήθως εμφάνιζαν υψηλότερα σκορ νοημοσύνης. Ως εκ τούτου, κατέληξαν, ότι αυτές οι περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως δομές του εγκεφάλου που εμπλέκονται σε σημαντικό βαθμό στην ανθρώπινη νοημοσύνη (Jung, & Haier, 2007).

Αναλυτικότερα, το μοντέλο P-FIT περιλαμβάνει τις ακόλουθες περιοχές Brodmann (BAs) του εγκεφάλου, οι οποίες συνδέονται με διαφορετικά στάδια επεξεργασίας των πληροφοριών (Colom, Haier, Head, Alvarez-Linera, Quiroga, & συν., 2009) (βλ. Εικ. 1.8):

- 1) Αρχικά, οι περιοχές του κροταφικού και ινιακού λοβού (BAs 18, 19 και 37) επεξεργάζονται τις αισθητηριακές πληροφορίες, καθώς και η περιοχή Wernicke (BA 22) που είναι υπεύθυνη για την ανάλυση και επεξεργασία της σύνταξης των ακουστικών πληροφοριών.
- 2) Σε δεύτερο στάδιο, περιοχές από τον κατώτερο (BAs 39, 40) και ανώτερο (BA 7) βρεγματικό λοβό συνδέονται με τη σύνθεση και αφαίρεση αυτών των πληροφοριών.
- 3) Στη συνέχεια, οι προαναφερθείσες περιοχές του βρεγματικού λοβού αλληλεπιδρούν με τις περιοχές εντός του προμετωπιαίου λοβού (dorsolateral prefrontal lobe) (BAs 6, 9, 10, 45, 46, 47) με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος και την αξιολόγηση μιας υπόθεσης.
- 4) Τέλος, η περιοχή της πρόσθιας αύλακας του προσαγωγίου (BA 32) συνδέεται με την επιλογή της καλύτερης απόκρισης και την αναστολή των εναλλακτικών αποκρίσεων, από τη στιγμή που η καλύτερη λύση έχει καθοριστεί στο προηγούμενο στάδιο.

Σε όλα τα ανωτέρω στάδια επεξεργασίας μιας πληροφορίας πολύ σημαντικό ρόλο στην αξιόπιστη διαβίβαση των πληροφοριών σε αυτές τις μονάδες επεξεργασίας του εγκεφάλου παίζει η λευκή ουσία, και ιδίως η τοξοειδής δεσμίδα (Xiang, 2012). Αναφορικά με την τοξοειδή δεσμίδα (arcuate fasciculus) έχει τονιστεί η σημαντικότητα της, καθώς συνδέει την περιοχή του Broca με την περιοχή του Wernicke μέσω του κροταφικού, βρεγματικού και μετωπιαίου λοβού και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο τόσο στη λειτουργία της γλώσσας (Ashtari, Cervellione, Hasan, Wu, McIlree, & συν., 2007. Breier, Hasan, Zhang, Men, & Papanicolaou, 2008), όσο και στη νοημοσύνη (Jung, & Haier, 2007. Schmithorst, Wilke, Dardzinski, & Holland, 2005). Μάλιστα, σε μελέτη των Lebel και Beaulieu (2009) βρέθηκε ότι παιδιά με μεγαλύτερο αριθμό ινών της τοξοειδούς δεσμίδας στον αριστερό φλοιό είχαν υψηλότερες επιδόσεις σε γνωστικές δοκιμασίες. Ωστόσο, οι Jung και Haier (2007) διευκρίνισαν ότι όλες αυτές οι περιοχές του εγκεφάλου δεν

είναι εξίσου σημαντικές και απαραίτητες για τη νοημοσύνη σε όλα τα άτομα. Εκείνες οι περιοχές που μπορεί να αποτελέσουν τον πυρήνα της γενικής νοημοσύνης είναι οι περιοχές του πλευρικού προμετωπιαίου φλοιού (BAs 9, 45, 46 και 47) και του βρεγματικού φλοιού (BAs 7 και 40).



Εικόνα 1.8. Περιοχές Brodmann του εγκεφάλου που καθορίζουν τη θεωρία P-FIT της νοημοσύνης. Ο μαύροι κύκλοι δηλώνουν κυρίαρχες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, οι ανοιχτόχρωμοι κύκλοι περιοχές και στα δύο ημισφαίρια, ενώ το λευκό βέλος την τοξοειδή δεσμίδα. Πηγή: Jung, & Haier, 2007.

Το 2009 οι Li, Liu, Li, Qin, Li και συνεργάτες συνέδεσαν την ΥΝ με υψηλότερη απόδοση ολόκληρου του ανατομικού δικτύου του εγκεφάλου και με πιο αποτελεσματική μεταφορά πληροφοριών. Σε έρευνα τους με δείγμα 79 υγιή άτομα βρήκαν ότι στα άτομα με ΥΝ το εγκεφαλικό τους δίκτυο ήταν περισσότερο αποτελεσματικό από τα άτομα μέσης νοημοσύνης. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη αποδοτικότητα κατά την επεξεργασία των πληροφοριών μέσω της φαιάς ουσίας σε ολόκληρο το φλοιό και τις υποφλοιώδεις δομές, καθώς και πιο αποτελεσματική και σύντομη μεταφορά των πληροφοριών εξαιτίας της λευκής ουσίας. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν τόσο με τη θεωρία της νευρωνικής

αποτελεσματικότητας, όσο και με τη θεωρία της βρεγματο-μετωπιαίας ενσωμάτωσης της νοημοσύνης.

1.1.6.3.3 Η υπόθεση των γενικών γονιδίων

Η υπόθεση των γενικών γονιδίων διατυπώθηκε από τους Plomin και Kovas (2007) με σκοπό αρχικά να εξηγήσει τη γενετική βάση των μαθησιακών δυσκολιών. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή τα περισσότερα γονίδια που σχετίζονται με κοινές μαθησιακές δυσκολίες και ικανότητες είναι γενικού περιεχομένου με τρεις τρόπους. Πρώτον, τα ίδια γονίδια που επηρεάζουν κοινές ικανότητες μάθησης (π.χ., υψηλή ικανότητα ανάγνωσης) είναι επίσης υπεύθυνα και για τις κοινές μαθησιακές δυσκολίες (π.χ., αναγνωστική δυσκολία). Δεύτερον, πολλά από τα γονίδια που σχετίζονται με μια πτυχή της μαθησιακής δυσκολίας (π.χ., δυσκολίες στο λεξιλόγιο) επηρεάζουν επίσης και άλλες πτυχές αυτής της μαθησιακής δυσκολίας (π.χ., δυσκολίες στη γραμματική). Τρίτον, τα γονίδια που επηρεάζουν μία μαθησιακή δυσκολία (π.χ., ανάγνωστική δυσκολία) είναι σε μεγάλο βαθμό τα ίδια με εκείνα που επηρεάζουν άλλες μαθησιακές δυσκολίες (π.χ., δυσκολίες στα μαθηματικά, δυσαριθμησία) (Kovas, & Plomin, 2007).

Οι Kovas και Plomin (2006) διεύρυναν την υπόθεση αυτή και κατέληξαν ότι τα ίδια γονίδια που επηρεάζουν τις γνωστικές ικανότητες, επηρεάζουν και τις γνωστικές δυσκολίες. Η υπόθεση αυτή βασίζεται σε μια σημαντική πολυπαραγοντική γενετική έρευνα που δείχνει ότι υπάρχει σημαντική γενετική επικάλυψη σε ευρείς γνωστικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης και της γενικής γνωστικής ικανότητας. Σύμφωνα με τους ανωτέρω ερευνητές, οι δύο βασικές έννοιες της γενετικής πλειοτροπίας (pleiotropy) (κατά την οποία ένα γονίδιο επηρεάζει πολλά χαρακτηριστικά) και πολυγένεσης (polygenicity) (στην οποία πολλά γονίδια επηρεάζουν ένα γνώρισμα) που βρίσκονται πίσω από την υπόθεση αυτή υπογραμμίζουν την ύπαρξη ενός «γενικού εγκεφάλου» (Plomin, & συν., 2007). Επομένως, όσον αφορά στη νοημοσύνη δεν μπορεί να υπάρχει μια συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου που να θεωρείται έδρα της, αντίθετα οι νοητικές λειτουργίες σχετίζονται με πολλές περιοχές του εγκεφάλου (Colom, & συν., 2009).

1.2 Πλευριώση

Ο όρος πλευριώση (laterality) περιγράφει την ασύμμετρη λειτουργία ενός οργανισμού, η οποία αναφέρεται στην επιλεκτική χρήση ή λειτουργία ενός τμήματος του σώματος (Martin, 2003. Touwen, 1972). Θεωρείται ταυτόσημη έννοια με τους όρους ασυμμετρία ή πλευρική ασυμμετρία ή πλευρικότητα ή πλευρική κυριαρχία ή πλευρική επικράτηση (Βλάχος, 1998).

Η πλευριώση φαίνεται να είναι ο κανόνας παρά η εξαίρεση στη φύση, αφού ακόμα και μονοκύτταροι οργανισμοί παρουσιάζουν ασυμμετρίες (Nelson, 2003). Παρατηρείται όχι μόνο σε ανθρώπους αλλά και σε πλήθος σπονδυλωτών ζώων, όπως τα ψάρια, τα ερπετά, τα πουλιά και τα θηλαστικά, το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου να εξειδικεύεται στην κατηγοριοποίηση των πληροφοριών και τον έλεγχο της καθημερινής, συνηθισμένης συμπεριφοράς, όπως οι διατροφικές συνήθειες, και το δεξί ημισφαίριο να είναι υπεύθυνο για συμπεριφορές σε καινούργια γεγονότα και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως η διαφυγή από κάποιο κίνδυνο (Vallortigara, 2006. Vallortigara & Rogers, 2005).

Η πλευριώση στον άνθρωπο θεωρείται αντιπροσωπευτική της εξέλιξης του νευρικού συστήματος από ένα απλό συμμετρικό σύστημα σε ένα πολύπλοκο και οργανωμένο με ακρίβεια σύστημα (Corballis, 1991), ενώ η πλευριωμένη συμπεριφορά αρχίζει να παρατηρείται μόλις δέκα εβδομάδες μετά τη σύλληψη του εμβρύου (Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, Dubois, Meriaux, Roche, & συν., 2006. Hepper, McCathey, & Shannon, 1998). Οι άνθρωποι, όπως προαναφέρθηκε, παρουσιάζουν ανατομικές και λειτουργικές ασυμμετρίες, από το μέγεθος των άνω και κάτω άκρων, των οφθαλμών, των ρωθώνων, των ώτων, των μαστών και των γεννητικών τους οργάνων έως τη θέση εσωτερικών ζωτικών οργάνων, όπως οι πνεύμονες, τα νεφρά και ο εγκέφαλος (Kimura, 1973. Martin, 2003. Purves, White, & Andrews, 1994).

Σύμφωνα με το Lieberman (1975. 1984), οι δύο πιο χαρακτηριστικές πλευριωμένες συμπεριφορές στον άνθρωπο είναι η χρήση του λόγου και η ισχυρή προτίμηση του δεξιού χεριού έναντι του αριστερού (Annet, 1996. McManus, 1991). Η προτίμηση χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας είναι, άλλωστε, δύο φαινόμενα στενά συνδεδεμένα, με το πρώτο να αποτελεί έμμεσο συμπεριφορικό

δείκτη για την γλωσσική πλευρίωση στον εγκέφαλο (Knecht, Dräger, Deppe, Bobe, Lohmann, & συν., 2000).

1.2.1 Εγκεφαλική Πλευρίωση

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος, αν και φαίνεται εξωτερικά συμμετρικός, παρουσιάζει στοιχεία ασυμμετρίας και θεωρείται πλευριωμένος, όταν το ένα ημισφαίριο ή κάποια εγκεφαλική περιοχή διαφέρει δομικά από την άλλη ή επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες (Bisazza, Rogers, & Vallortigara, 1998). Έτσι, τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου δεν είναι συμμετρικά ούτε ως προς την ανατομία (νευροανατομική εγκεφαλική πλευρίωση), ούτε ως προς τις λειτουργίες που επιτελεί το καθένα (λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση) (Martin, 2003). Πλήθος όρων έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τη διαφοροποιημένη αυτή ικανότητα των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου, όπως εγκεφαλική πλευρίωση ή ασυμμετρία, εγκεφαλική κυριαρχία, ημισφαιρική εξειδίκευση ή επικράτηση, ημισφαιρικότητα κ.α. (Βλάχος, 1998).

Κοινό τόπο όλων αυτών των όρων αποτελεί το εύρημα ότι οι γνωστικές διεργασίες στον εγκέφαλο είναι πλευριωμένες κι ότι το αριστερό ημισφαίριο (ΑΗ) του εγκεφάλου είναι λογικό, λεκτικό, αναλυτικό και γραμμικό, ενώ το δεξί ημισφαίριο (ΔΗ) είναι συναισθηματικό, χωρικό, ολιστικό και διαισθητικό (Borod, 1992. Bradshaw, & Nettleton, 1981. Bryden, 1982. Hellige, 2001). Ωστόσο, σε μια σημαντική μειονότητα του πληθυσμού, δεν ακολουθείται αυτό το πρότυπο εγκεφαλικής ασυμμετρίας, αλλά μπορεί στα άτομα αυτά να παρατηρείται μια αντίστροφη κατεύθυνση της εγκεφαλικής ασυμμετρίας ή περισσότερη συμμετρία αναφορικά κυρίως με τις γλωσσικές λειτουργίες (Bishop, 1990. Geschwind, & Galaburda, 1987. McManus, & Bryden, 1991. Misra, 2007). Βέβαια, αν και αρχικά θεωρούταν ότι κάθε εγκεφαλικό ημισφαίριο είναι εξειδικευμένο για συγκεκριμένους τύπους διεργασιών και ότι τα ημισφαίρια είναι λειτουργικά διχοτομημένα, σήμερα γνωρίζουμε ότι τα δύο ημισφαίρια μπορεί να επιτελούν και συμπληρωματικές λειτουργίες (Bradshaw, & Nettleton, 1983).

1.2.1.1 Νευροανατομική εγκεφαλική πλευρίωση

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος παρουσιάζει νευροανατομική ασυμμετρία και ειδικότερα, μακροσκοπικές ασυμμετρίες (στο μέγεθος, τον όγκο, τις σχισμές κ.ά.), μικροσκοπικές ασυμμετρίες (στην κυτταρική αρχιτεκτονική, τη μορφολογία των δενδριτών κ.ά.), καθώς και νευροχημικές ασυμμετρίες (στους νευροδιαβιβαστές) (Toga, & Thompson, 2003). Μία από τις παλαιότερες αναφορές εγκεφαλικής ασυμμετρίας αφορούσε στις έλικες του εγκεφάλου και περιέγραφε δύο κατακόρυφες έλικες στο ΔΗ και μία στο ΑΗ (Heschl, 1878). Ωστόσο, μετέπειτα ερευνητικά ευρήματα έδειξαν ότι η αριστερή έλικα ήταν περισσότερο διαγώνια από τη δεξιά (Galaburda, 1995).

Μια ακόμη νευροανατομική διαφορά ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια έχει παρατηρηθεί σε ένα τμήμα του κροταφικού λοβού, το κροταφικό πεδίο (planum temporale), το οποίο είναι μεγαλύτερο στο ΑΗ σε σχέση με το ΔΗ (Foundas, Leonard, & Heilman, 1995. Geschwind, & Levitsky, 1968. Wada, Clarke, & Hamm, 1975). Μάλιστα, το κροταφικό πεδίο αποτελεί μια σημαντική περιοχή για τη γλώσσα, και κυρίως για την κατανόηση της γλώσσας, ενώ η ανατομική αυτή διαφορά παρατηρείται ακόμη και πριν την ανάπτυξη της γλώσσας (Aram, & Ekelman, 1986. Kalat, 1998). Σημαντικό δείκτη του μεγέθους του κροταφικού πεδίου αποτελεί το μήκος της σχισμής του Συλβίου, το οποίο σε έναν ανθρώπινο εγκέφαλο είναι μεγαλύτερο κατά 14 % περίπου στο ΑΗ συγκριτικά με το ΔΗ (Martin, 2003). Άλλες κύριες νευροανατομικές ασυμμετρίες που έχουν παρατηρηθεί ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου παρουσιάζονται περιληπτικά στον Πίνακα 1.3.

Η σημασία των νευροανατομικών ασυμμετριών πιθανόν σχετίζεται με τις λειτουργικές διαφορές των δύο ημισφαιρίων. Βέβαια, για την καλύτερη κατανόηση αυτής της σχέσης οι ερευνητικές προσπάθειες θα πρέπει να εστιάζουν όχι τόσο στο μέγεθος μιας εγκεφαλικής περιοχής, αλλά κυρίως στην πυκνότητα των νευρώνων στη συγκεκριμένη αυτή περιοχή (Galaburda, 1995). Τέλος, οι περισσότερες νευροανατομικές ασυμμετρίες που έχουν παρατηρηθεί αφορούν σε περιοχές που σχετίζονται με τη λειτουργία της γλώσσας και για το λόγο αυτό κυριαρχεί η άποψη ότι η λειτουργία του λόγου ελέγχεται από το ΑΗ, λόγω εγγενούς εγκεφαλικής ασυμμετρίας, η οποία ευνοεί το ΑΗ για τις γλωσσικές λειτουργίες (Martin, 2003).

Πίνακας 1.3.

Συνοπτική παρουσίαση σημαντικών νευροανατομικών ασυμμετριών του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Εγκεφαλική δομή/ περιοχή/ χαρακτηριστικό	Νευροανατομική πλευρίωση/ασυμμετρία
ΔΗ	Μεγαλύτερο και πιο βαρύ από το ΑΗ (Heschl, 1878. Schwartz, Creasey, Grady, DeLeo, Frederickson, & συν., 1985).
ΑΗ	Μεγαλύτερο πάχος φλοιού από το ΔΗ (Luders, & συν., 2006).
Έλικα του Heschl (αντιστοιχεί στον πρωτοταγή ακουστικό φλοιό)	Δύο στο ΔΗ & μία στο ΑΗ (Heschl, 1878). Περισσότερο πλάγια στο ΑΗ (Galaburda, 1995).
Κροταφικό πεδίο (planum temporale)	Μεγαλύτερο στο ΑΗ (Geschwind, & Levitsky, 1968. Wada, & συν., 1975).
Σχισμή του Συλβίου	Μεγαλύτερη στο ΑΗ (Martin, 2003). Διαφορετική μορφολογία στα δύο ημισφαίρια (Kolb, & Whislaw, 1996).
Ινιακός λοβός	Μεγαλύτερο πλάτος στο ΑΗ (Kolb, & Whislaw, 1996).
Μετωπιαίος λοβός	Μεγαλύτερο πλάτος στο ΔΗ (Weinberger, Delisi, Perman, Targum, & Wyatt, 1982).
Καλυπτρική μοίρα (pars opercularis) μετωπιαίου λοβού	Μεγαλύτερη στο ΑΗ (βλάβη αυτής της περιοχής οδηγεί σε αφασία Broca) (Geschwind, & Galaburda, 1987).
Όγκος φαιάς ουσίας	Μεγαλύτερος όγκος στο ΑΗ σε περιοχές που σχετίζονται με το λόγο (Good, Johnsrude, Ashburner, Henson, Friston, & συν., 2001. Kooistra & Heilman, 1988. Watkins, Paus, Lerch, Zijdenbos, Collins, & συν., 2001).
Έλικα του προσαγωγίου	Μεγαλύτερη στο ΑΗ (Kolb, & Whislaw, 1996).
Νευροδιαβιβαστές	Ασυμμετρία στην κατανομή διαφόρων νευροδιαβιβαστών (Kolb, & Whislaw, 1996).
Ντοπαμίνη	Περισσότερο διαδεδομένες λειτουργίες που εξαρτώνται από τη ντοπαμίνη στο ΑΗ (Βλάχος, 1998).
Νορεπινεφρίνη	Περισσότερο διαδεδομένες λειτουργίες που εξαρτώνται από τη νορεπινεφρίνη στο ΔΗ (Βλάχος, 1998).

1.2.1.2 Λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος δεν είναι μόνο ανατομικά ασύμμετρος, αλλά και λειτουργικά, αντικατοπτρίζοντας ουσιαστικά τη διαφοροποιημένη (Henninger, 1989), αλλά ταυτόχρονα συμπληρωματική εξειδίκευση και αλληλεπίδραση των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Benkaddour, 1999. Bradshaw, & Nettleton, 1983). Μέσα από την ημισφαιρική εξειδίκευση του εγκεφάλου, αρχικά, επιτυγχάνεται η παράλληλη επεξεργασία διαφορετικών πληροφοριών από τα δύο ημισφαίρια και η μεταφορά των πληροφοριών εντός ενός ημισφαιρίου σε συντομότερο χρόνο. Παράλληλα, η αυξημένη νευρωνική εξειδίκευση στο ένα ημισφαίριο, αφήνει ελεύθερη την αντίστοιχη περιοχή του άλλου ημισφαιρίου για άλλες λειτουργίες παρέχοντας λύση στο πρόβλημα του χώρου και της λειτουργικής ασυμβατότητας μέσα στον εγκέφαλο (Papadatou-Pastou, 2008. 2011).

Η λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση δεν θα μπορούσε να μελετηθεί ανεξάρτητα από τις δια-ημισφαιρικές αλληλεπιδράσεις, οι οποίες επιτυγχάνονται μέσω του μεσολοβίου (Βλάχος, 1998). Παρόλο που η σχέση μεταξύ του μεσολοβίου και των ημισφαιρικών λειτουργιών δεν έχει ακόμη αποσαφηνιστεί, έχουν διατυπωθεί αρκετές υποθέσεις, οι οποίες άλλοτε εστιάζουν στο διεγερτικό τρόπο σύνδεσης των ημισφαιρίων (ενεργοποίηση διεργασιών σε συγκεκριμένες περιοχές των ημισφαιρίων) (Berlucchi, 1983) και άλλοτε στον ανασταλτικό (το ΑΗ και το ΔΗ βρίσκονται σε μια κατάσταση αμοιβαίας ανασταλτικής ισορροπίας - φραγή της ροής ορισμένων πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο) (Cook, 1984. Kinsbourne, 1982).

Ο διεγερτικός τρόπος σύνδεσης του μεσολοβίου θα σήμαινε μειωμένη λειτουργική πλευρίωση, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η δια-ημισφαιρική αλληλεπίδραση, τόσο μεγαλύτερος και ο διαμερισμός των πληροφοριών στα δύο ημισφαίρια (Βλάχος, 1998. Sperry, 1974). Από την άλλη πλευρά, ο ανασταλτικός τρόπος σύνδεσης του μεσολοβίου θα σήμαινε αυξημένη λειτουργική πλευρίωση, αφού βάσει του μοντέλου αυτού το μεσολόβιο προασπίζει την ανεξάρτητη λειτουργία των δύο ημισφαιρίων (Zaidel, Clarke, & Suyenobu, 1990). Τέλος, όσον αφορά στη σχέση μεταξύ μεγέθους του μεσολοβίου και λειτουργικής πλευρίωσης, έχει βρεθεί ότι μεγαλύτερο μεσολόβιο συνδέεται με μεγαλύτερη λειτουργική ασυμμετρία (Clarke,

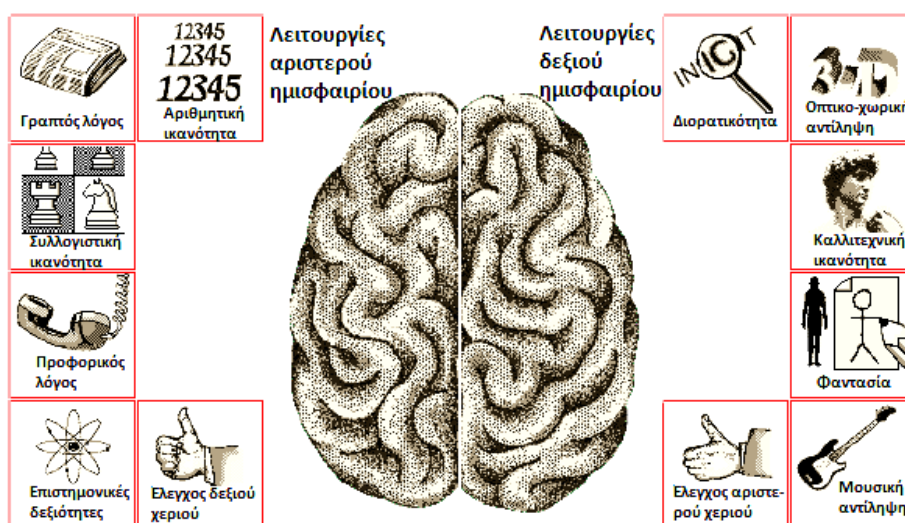
1990), αν και άλλες μελέτες δεν έχουν καταλήξει σε παρόμοια ευρήματα (Βλάχος, 1998).

Οι λειτουργικές εγκεφαλικές ασυμμετρίες διακρίνονται σε τρία κύρια είδη (Annett, 1985. Αντωνακοπούλου, 2011. Corballis, 1983): α) τις *αντιληπτικές ασυμμετρίες*, οι οποίες περιλαμβάνουν οπτικές (Dutta, & Mandal, 2002), οσφρητικές (Mildner, 2008), ακουστικές (Khalifa, Micheyl, Pham, Maison, Veillet, & συν., 2000), γευστικές (Aglioti, Tassinari, Fabri, Del Pesce, Quattrini, & συν., 2001) και απτικές ασυμμετρίες (Fagot, Lacreuse, & Vauclair, 1997), β) τις *γνωστικές ασυμμετρίες*, οι οποίες αφορούν στον εντοπισμό διαφορών των γνωστικών λειτουργιών του εγκεφάλου (Martin, 2006) και περιλαμβάνουν ασυμμετρίες στη γλώσσα, στη μνήμη, στην προσοχή, στην αντίληψη της μουσικής και στη μαθηματική γνώση (Martin, 2003) και γ) τις *κινητικές ασυμμετρίες*, οι οποίες περιλαμβάνουν τη διαφορετική χρήση και τον έλεγχο των άνω και κάτω άκρων, καθώς και ολόκληρου του σώματος (Grouios, Sakadami, Poderi, & Alevriadou, 2000).

Πιο συγκεκριμένα, ερευνητικά ευρήματα καταδεικνύουν ότι η κινητική περιοχή του ΔΗ ελέγχει τις εκούσιες κινήσεις της αριστερής πλευράς του σώματος και η κινητική περιοχή του ΑΗ ελέγχει τις κινήσεις της δεξιάς πλευράς του σώματος (Gilbert, & Wysocki, 1992. Martin, 2003. Porac, Coren, & Duncan, 1980. Smith, 1917). Σύμφωνα με τον Levy (1977), η ασύμμετρη χρήση των χεριών και η ετερόπλευρη σχέση της με τα ημισφαίρια του εγκεφάλου υποδηλώνει αυξημένη νευρωνική ικανότητα, καθώς η εξειδίκευση του ενός ημισφαιρίου για τον έλεγχο του ενός χεριού, επιτρέπει στο άλλο ημισφαίριο να εξειδικεύεται σε επιπρόσθετες λειτουργίες. Έτσι, στην πλειοψηφία των ανθρώπων το ΑΗ είναι περισσότερο εξειδικευμένο στις γλωσσικές λειτουργίες και την αναλυτική επεξεργασία των ερεθισμάτων και το ΔΗ εξειδικεύεται στις οπτικοχωρικές, συνθετικές λειτουργίες, με σκοπό έναν περισσότερο ολιστικό τρόπο επεξεργασίας των πληροφοριών, ενώ παράλληλα θεωρείται και έδρα των συναισθημάτων (McManus, & Bryden, 1993) (βλ. Εικ. 1.9).

Η λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση, ανάλογα με το πλαίσιο μέσα στο οποίο μελετάται (π.χ. ερευνητικό, κλινικό), μπορεί να διερευνηθεί με διάφορες τεχνικές, οι οποίες χωρίζονται στις παρεμβατικές και μη παρεμβατικές τεχνικές (Stroobant, Van

Boxstael, & Vingerhoets, 2011). Οι παρεμβατικές τεχνικές, όπως η τεχνική Wada¹² (για λεπτομέρειες βλ. Isaacs, Barr, Nelson, & Devinsky, 2006. Wada, & Rasmussen, 1960) ή η ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου (για λεπτομέρειες βλ. Penfield, & Jasper, 1954), παρότι που μας προσφέρουν άμεση παρατήρηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, είναι δύσκολες στην εφαρμογή τους καθώς απευθύνονται μόνο σε κλινικούς ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε νευροχειρουργική επέμβαση (Somers, Neggers, Diederer, Boks, Kahn, & συν., 2011).



Εικόνα 1.9. Λειτουργική εξειδίκευση των δύο ημισφαιρίων. Πηγή: Benkaddour, 1999.

Από την άλλη πλευρά, οι μη παρεμβατικές τεχνικές, είναι πιο εύκολες στην εφαρμογή τους χωρίς να περιορίζονται στη μελέτη κλινικών πληθυσμών (Beaton, 2004) και θα μπορούσαν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: στις τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου, στις νευροψυχολογικές δοκιμασίες και στις συμπεριφορικές δοκιμασίες. Όσον αφορά στις απεικονιστικές τεχνικές, όπως η λειτουργική μαγνητική τομογραφία fMRI (για λεπτομέρειες βλ. Beaton, 2004. Pujol, Deus, Losilla, & Capdevila, 1999. Springer, Binder, Hammeke, Swanson, Frost, & συν., 1999. Szaflarski, Binder, Possing, McKiernan, Ward, & συν., 2002), η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων PET (για λεπτομέρειες βλ. Beaton, 2004. Tzourio,

¹² Πρόκειται για μία παρεμβατική δοκιμασία που εισήγαγε ο J. Wada το 1949, κατά την οποία νατριούχος αμυτάλη ενίεται στη κύρια αρτηρία (καρωτίδα) προκαλώντας αναισθησία του ενός ή του άλλου εγκεφαλικού ημισφαίριου για 2-3 λεπτά, διάστημα κατά το οποίο μπορούν να ελεγχθούν οι γλωσσικές ικανότητες του ατόμου.

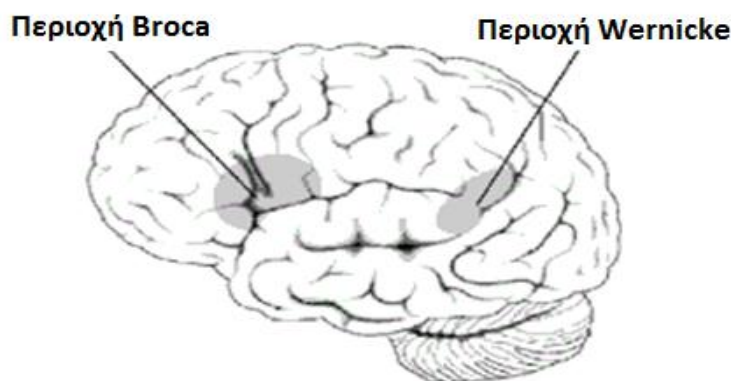
Crivello, Mellet, Nkanga-Ngila, & Mazoyer, 1998) και ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler (Knecht, & συν., 2000), οι δύο πρώτες παρόλο που προσφέρουν μια αρκετά λεπτομερή και ακριβή χαρτογράφηση των λειτουργικών περιοχών του εγκεφάλου, αποτελούν περισσότερο δαπανηρές τεχνικές, ενώ ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler αποτελεί μία εξίσου αξιόπιστη και οικονομική εναλλακτική απεικονιστική μέθοδο (για λεπτομέρειες βλ. υποκεφ. 3.2.10) (Bishop, Watt, & Papadatou-Pastou, 2009. Groen, Whitehouse, Badcock, & Bishop, 2012).

Επιπλέον, η μελέτη της λειτουργικής εγκεφαλικής πλευρίωσης μπορεί να επιτευχθεί και μέσα από νευροψυχολογικές δοκιμασίες, όπως η ταχιστοσκοπική (tachistoscopic) παρουσίαση οπτικών ερεθισμάτων (Bellis, Billiet, & Ross, 2008. Bethmann, Tempelmann, De Bleser, Scheich, & Brechmann, 2007. Κουφάκη, 2009. Zurif, & Bryden, 1969), όπου ο συμμετέχοντας καλείται να αναφέρει τι είδε με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια (π.χ. δοκιμασίες οπτικού ημιπεδίου-visual half-field/VHF, για λεπτομέρειες βλ. Hunter, & Brysbaert, 2008 και δοκιμασίες χιμερικών προσώπων, για λεπτομέρειες βλ. Bourne, 2008). Τέλος, ιδιαίτερα διαδεδομένες είναι και οι συμπεριφορικές τεχνικές, όπως οι δοκιμασίες διχωτικής ακοής ή ακρόασης (διαφορετικά ηχητικά ερεθίσματα ακούγονται σε κάθε αυτί και ο συμμετέχοντας αναφέρει τι άκουσε, για λεπτομέρειες βλ. Lewis, Orsini, & Satz, 1988) και τα ερωτηματολόγια ή οι δοκιμασίες αξιολόγησης των έμμεσων συμπεριφορικών δεικτών πλευρίωσης (χέρι, πόδι, μάτι, αυτί) (για λεπτομέρειες βλ. De Agostini, & Dellatolas, 2001. Porac, & συν., 1980. Touwen, 1972).

Η πιο χαρακτηριστική λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση θεωρείται η πλευρίωση της γλώσσας. Η ανάπτυξη της γλωσσικής πλευρίωσης θεωρείται επαναστατικό βήμα φυλογενετικής εξέλιξης από τα μη ανθρώπινα πρωτεύοντα θηλαστικά (Luria, 1973. Martin, 2003). Μάλιστα, φαίνεται πως η γλωσσική εγκεφαλική πλευρίωση εμφανίζεται αναπτυξιακά πολύ νωρίς ακόμη και κατά το πρώτο τρίμηνο της κύησης (LeMay, 1976) ή κατά τη γέννηση του παιδιού (Bradshaw, 1989. Witelson, 1987). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Hellige (1993, σελ. 260): «Οι λειτουργικές ημισφαιρικές ασυμμετρίες διαμορφώνονται μέσα από την αλληλεπίδραση πολλών βιολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, ξεκινώντας από το έμβρυο που αναπτύσσεται στη μήτρα και συνεχίζοντας σε μεγαλύτερη ηλικία». Άλλωστε, κι από άλλους μελετητές έχει υποστηριχθεί πως οι εγκεφαλικές λειτουργίες υφίστανται σταδιακή πλευρίωση (Corballis, & Morgan, 1978), η οποία

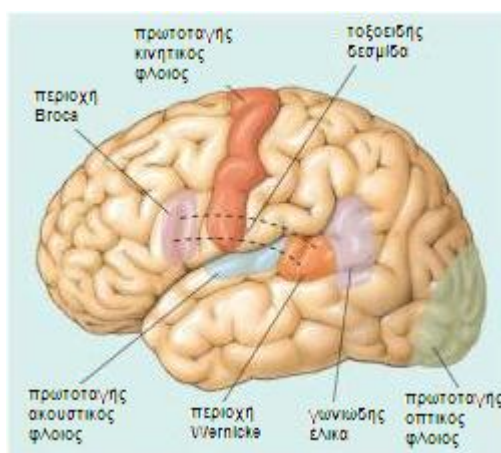
αυξάνεται με την ηλικία (Everts, Lidzba, Wilke, Kiefer, Mordasini, & συν., 2009. Holland, Plante, Weber Byars, Strawsburg, Schmithorst, & συν., 2001. Holland, Vannest, Mecoli, Jacola, Tillema, & συν, 2007. Lidzba, Schwilling, Grodd, Krägeloh-Mann, & Wilke, 2011. Szaflarski Schmithorst, Altaye, Byars, Ret, & συν., 2006β) και εδραιώνεται πλήρως κατά την ηλικία των επτά ετών (Gaillard, Sachs, Whitnah, Ahmad, Balsamo, & συν., 2003. Wood, Harvey, Wellard, Abbott, Anderson, & συν., 2004) και κατά άλλους ερευνητές κατά την εφηβεία (Miller, & Turner, 1973). Ενδιαφέρον, ωστόσο, παρουσιάζουν τα ευρήματα της έρευνας των Szaflarski, Holland, Schmithorst και Byars (2006α), σύμφωνα με τα οποία η γλωσσική πλευρίωση στο επικρατές ημισφαίριο αυξάνεται μεταξύ των 5-20 ετών, παραμένει σταθερή μεταξύ 20-25 ετών και παρουσιάζει σταδιακά αργή μείωση μεταξύ 25- 70 ετών.

Η έννοια της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας προέκυψε όταν ο Paul Broca παρατήρησε μια συσχέτιση ανάμεσα στην αφασία και σε βλάβες του αριστερού μετωπιαίου λοβού, καταλήγοντας το 1865 στη γνωστή φράση: «Nous parlons avec l' hemisphere gauche» (δηλ. Μιλάμε με το αριστερό ημισφαίριο, Broca, 1965). Ο Broca οδηγήθηκε στο συμπέρασμα αυτό όταν εξέτασε πάνω από 25 ασθενείς, οι οποίοι υπέφεραν από ένα είδος αφασίας που χαρακτηριζόταν από αδυναμία παραγωγής λόγου και όλοι τους είχαν υποστεί βλάβες στην αριστερή πλευρά του εγκεφάλου, στην οπίσθια κατώτερη μετωπιαία έλικα, που σήμερα ονομάζεται περιοχή Broca (βλ. Εικ. 1.10) και είναι υπεύθυνη για τις λειτουργίες του προφορικού λόγου (Broca, 1965).



Εικόνα 1.10. Απεικόνιση περιοχών Broca (αριστερός μετωπιαίος λοβός) και Wernicke (αριστερός κροταφικός λοβός), οι οποίες συνδέονται με τη γλώσσα. Πηγή: en.wikipedia.org/wiki/Broca's_area

Λίγο αργότερα, το 1874, ο Carl Wernicke ανακάλυψε ότι μία βλάβη στο οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας του ΑΗ, γνωστή σήμερα ως περιοχή Wernicke (βλ. Εικ. 1.10), μπορεί να προκαλέσει ένα διαφορετικό τύπο αφασίας και να προξενήσει δυσκολίες που αφορούν στην κατανόηση του λόγου (Wernicke, 1984). Στα μέσα της δεκαετίας του 1960, ο Norman Geschwind πρόσθεσε νέα δεδομένα και διατύπωσε το πρότυπο των Wernicke-Geschwind, σύμφωνα με το οποίο επτά περιοχές του εγκεφάλου και μάλιστα του ΑΗ παίζουν σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της γλώσσας (Geschwind, 1970). Οι περιοχές αυτές είναι οι ακόλουθες: ο πρωτοταγής οπτικός φλοιός (αντιλαμβάνεται τις γραμμένες λέξεις), η γωνιώδης έλικα (μετασχηματίζει την οπτική μορφή μιας γραπτής λέξης σε ακουστικό κώδικα), ο πρωτοταγής ακουστικός φλοιός (προσλαμβάνει τον προφορικό λόγο), η περιοχή Wernicke (αποτελεί το κέντρο κατανόησης του λόγου), η περιοχή Broca (εμπεριέχει τα προγράμματα της άρθρωσης), η αριστερή τοξοειδής δεσμίδα (μεταφέρει σήματα από την περιοχή Wernicke στην περιοχή Broca) και ο πρωτοταγής κινητικός φλοιός (ελέγχει τους μύες της άρθρωσης) (βλ. Εικ. 1.11).



Εικόνα 1.11. Απεικόνιση των επτά περιοχών του αριστερού εγκεφαλικού φλοιού που σχετίζονται με το λόγο, βάσει του μοντέλου Wernicke-Geschwind. Πηγή: Pinel, 2011.

Παρόλο που η συμβολή του μοντέλου Wernicke-Geschwind ήταν σημαντική, η έλλειψη εμπειρικής στήριξης των βασικών του θέσεων, οδήγησε σε μια νέα προσέγγιση των μηχανισμών της γλωσσικής λειτουργίας μέσα από τη γνωστική νευροεπιστήμη (Pinel, 2011). Σύμφωνα με τη νέα αυτή προσέγγιση, οι περιοχές του ΑΗ που συνδέονται με το λόγο μπορεί να σχετίζονται και με άλλες λειτουργίες (όπως

για παράδειγμα η βραχύχρονη μνήμη) και όχι αποκλειστικά με το λόγο, όπως προβλέπει το μοντέλο Wernicke-Geschwind. Επιπλέον, σύμφωνα με τη θεώρηση της γνωστικής νευροεπιστήμης οι περιοχές του εγκεφάλου που συνδέονται με το λόγο είναι μικρές και κατανεμημένες σε μεγάλη έκταση σε αντίθεση με το μοντέλο Wernicke-Geschwind, το οποίο θεωρεί ότι οι περιοχές αυτές είναι μεγάλες και περιγεγραμμένες (Neville, & Bavelier, 1998).

Ομοίως, οι Frith, Friston, Liddle και Franckowiak (1991) σημειώνουν ότι κατά την παραγωγή της γλώσσας ενεργοποιείται ένα κατανεμημένο εγκεφαλικό δίκτυο, οι βασικές περιοχές του οποίου βρίσκονται πλευριωμένες σε ένα από τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου, και μάλιστα συνήθως στο ΑΗ. Τέλος, επιβεβαίωση της αριστερής εγκεφαλικής κυριαρχίας για τη γλώσσα προήλθε και είτε μέσα από τεχνικές, όπως αυτή της έγχυσης νατριούχου αμυτάλης/τεχνική Wada, είτε μέσα από κλινικές μελέτες σε άτομα που είχαν υποστεί εγκεφαλικές βλάβες πραγματοποιώντας χειρουργικές επεμβάσεις, όπως ημισφαιρεκτομές (Jannedy, Poletto, & Weldon, 1994).

Η εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας περιγράφεται είτε ως τυπική (όταν το ΑΗ είναι επικρατές για τις γλωσσικές λειτουργίες), είτε ως μη τυπική (όταν υπάρχει συμμετρία ή το ΔΗ είναι επικρατές για τις γλωσσικές λειτουργίες), όμως η κατηγοριοποίηση αυτή είναι μάλλον απλουστευμένη (Szaflarski, & συν., 2002). Στην πραγματικότητα υπάρχει μια συνέχεια στο βαθμό της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης που κυμαίνεται από την έντονη κυριαρχία του ΑΗ έως την έντονη κυριαρχία του ΔΗ (Pujol, & συν., 1999. Tzourio, & συν., 1998). Επομένως, η εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας είναι περισσότερο θέμα βαθμού και όχι μία απόλυτη διαίρεση μεταξύ των λειτουργιών που επιτελούν τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια (Pujol, & συν., 1999). Η προέλευση, όμως, αυτού του διαχωρισμού των ημισφαιρικών λειτουργιών παραμένει ασαφής, αν και έχουν διατυπωθεί δύο κύριες θεωρίες για τη συμπληρωματική εξειδίκευση των ημισφαιρίων (Whitehouse, & Bishop, 2009).

Η πρώτη θεωρία, η υπόθεση της εξαρτημένης εξειδίκευσης (the dependent biases hypothesis) προτείνει ότι η ημισφαιρική έδρα της γλώσσας και των οπτικοχωρικών λειτουργιών σχετίζονται αιτιολογικά και ειδικότερα ότι μια συγκεκριμένη λειτουργία γίνεται στο ένα ημισφαίριο, επειδή το ετερόπλευρο ημισφαίριο έχει ήδη αναλάβει την ευθύνη για κάποια άλλη (Cook, 1984. Hellige, 1990. Kosslyn, 1987). Η δεύτερη θεωρία, η υπόθεση της ανεξάρτητης εξειδίκευσης

(independent biases hypothesis) έρχεται σε αντίθεση με την πρώτη, υποστηρίζοντας ότι η συμπληρωματική εξειδίκευση είναι ένα στατιστικό και όχι αιτιώδες φαινόμενο (Bryden, Hécaen, & DeAgostini, 1983). Σύμφωνα με την άποψη αυτή, υπάρχει μια τάση η γλώσσα να είναι πλευριωμένη στο ΑΗ και οι οπτικοχωρικές δεξιότητες στο ΔΗ, αλλά αυτή η τάση αντικατοπτρίζει πιθανότητες που συνδέονται με ανεξάρτητους αιτιώδεις παράγοντες, όπως γενετικούς, βιολογικούς, περιβαλλοντικούς ή συνδυασμό αυτών (Whitehouse, & Bishop, 1999).

Αρχικά, έχει υποστηριχθεί πως η λειτουργία του λόγου εδράζεται στο ΑΗ εξαιτίας μιας εγγενούς νευροανατομικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας, της αριστερής ασυμμετρίας του κροταφικού πεδίου (planum temporale), η οποία φαίνεται να ευνοεί το ΑΗ για τις γλωσσικές λειτουργίες (Foundas, Leonard, Gilmore, Fennell, & Heilman, 1994) (βλ. υποκεφ. 1.2.1.1). Πιο συγκεκριμένα, ερευνητικά αποτελέσματα υπογραμμίζουν ότι εκείνο που καθορίζει τη γλωσσική πλευρίωση είναι κυρίως το μέγεθος του κροταφικού πεδίου, το οποίο εμφανίζεται μεγαλύτερο στο ΑΗ (Aram, & Ekelman, 1986. Güntürkün, & Hausmann, 2003). Ωστόσο, άλλα ερευνητικά ευρήματα κατέληξαν σε αντίθετα αποτελέσματα καταδεικνύοντας την απουσία συσχέτισης μεταξύ γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης και της ασυμμετρίας του κροταφικού πεδίου (Hellige, Taylor, Lesmes, & Peterson, 1998. Jäncke, & Steinmetz, 1993. Tzourio, & συν., 1998).

Μία ακόμη πιθανή εξήγηση του λόγου που το ΑΗ εξειδικεύεται στις γλωσσικές λειτουργίες έχει προταθεί από τους Belin, Zilbovicius, Crozier, Thivard και Fontaine (1998), σύμφωνα με την οποία υπάρχουν χρονικές διαφορές μεταξύ των ημισφαιρίων με το ΑΗ να εμφανίζει πλεονέκτημα κατά την επεξεργασία των πληροφοριών με μεγάλη χρονική ακρίβεια (Hammond, 1982. Lackner, & Teuber, 1973). Οι Geschwind και Galaburda (1987) προσπαθώντας να δώσουν μία άλλη εξήγηση ανέφεραν ότι το ΔΗ ωριμάζει νωρίτερα από το ΑΗ και για το λόγο αυτό ευθύνεται για δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την επιβίωση, όπως η προσοχή, η ανάλυση των εξωτερικών παραγόντων και τα συναισθήματα. Τέλος, οι Aziz-Zadeh, Iacoboni, Zaidel, Wilson και Mazziota (2004) υπέθεσαν ότι η κωδικοποίηση των πληροφοριών στο ΑΗ γίνεται μέσω οπτικών, ακουστικών και κινητικών καναλιών σε αντίθεση με το ΔΗ που γίνεται μόνο μέσω οπτικών και κινητικών καναλιών. Αυτό επιτρέπει μια πιο σύντομη αναπαράσταση των

δραστηριοτήτων στο ΑΗ και του δίνει την ευελιξία να εξειδικευτεί στις γλωσσικές λειτουργίες.

Παρόλο που οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι μας επιτρέπουν μια περισσότερο αξιόπιστη και βαθιά κατανόηση της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης, η σύνθετη εγκεφαλική νευρωνική οργάνωση, καθώς και οι ποικίλες ατομικές διαφορές καθιστούν δύσκολη την ανάλυση και ερμηνεία της (Galaburda, Rosen, & Sherman, 1990). Επιπλέον, οι μέθοδοι αυτές είναι ιδιαίτερα ακριβές, καθώς και περισσότερο δύσκολες στη χρήση τους κι έτσι μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον έχει συγκεντρώσει η μελέτη της προτίμησης χεριού, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως ως έμμεσος συμπεριφορικός δείκτης για την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ εγκεφαλικής πλευρίωσης και γνωστικών λειτουργιών (Annett, 2002. Knecht, & συν., 2000. McManus, 2002).

1.2.2 Συμπεριφορική πλευρίωση

Η λειτουργική πλευρίωση του εγκεφάλου έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση πλευρίωσης σε συμπεριφορικό επίπεδο με την εμφάνιση διαφόρων ασυμμετριών, όπως οι κινητικές που αφορούν τον έλεγχο των άνω και κάτω άκρων, αλλά και ολόκληρου του σώματος (Grouios, Tsorbatzoudis, Alexandris, & Barkoukis, 2000). Η πιο εμφανής και συχνά μελετημένη πλευριωμένη συμπεριφορά είναι η προτίμηση χεριού (handedness), μια κινητική ασυμμετρία, η οποία αναφέρεται στην προτίμηση χρήσης του ενός χεριού έναντι του άλλου ή στην ικανότητα να διεκπεραιώνονται κάποιες δραστηριότητες πιο αποτελεσματικά με τη χρήση του ενός χεριού (Corey, Hurley, & Foundas, 2001). Επομένως, ανάλογα με την προτίμηση που εκδηλώνει ένας άνθρωπος να χρησιμοποιεί το ένα από τα δύο του χέρια για εξειδικευμένες δραστηριότητες, χαρακτηρίζεται ως δεξιόχειρας, αριστερόχειρας ή αμφιδέξιος (όταν παρουσιάζει μικτή προτίμηση), ενώ η προτίμηση αυτή μπορεί να διαφέρει ως προς το βαθμό και την έκταση της, οπότε το άτομο να εκδηλώνει ισχυρή/έντονη, μέτρια, ήπια ή αδύναμη δεξιοχειρία ή αριστεροχειρία (Hardyck, & Petrinovich, 1977. Martin, 2003).

Η πλειονότητα των ανθρώπων είναι δεξιόχειρες (τυπική προτίμηση χεριού), με το ποσοστό να κυμαίνεται στο 90% περίπου του πληθυσμού, και χρησιμοποιεί το δεξί χέρι για τη γραφή και για άλλες εξειδικευμένες δραστηριότητες που απαιτούν τη

χρήση του ενός μόνο χεριού (Annett, 1985. 2004. Bryden, Pryde, & Roy, 2000). 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% (Cavill, & Bryden, 2003. Hardyck & Petrinovich, 1977. Holtzen, 1994. Kalat, 1998). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Kalat (1998) στο 10% του πληθυσμού εντάσσονται όλα τα άτομα με μη τυπική προτίμηση χεριού, δηλαδή οι αριστερόχειρες, αλλά και τα αμφιδέξια άτομα, που εκδηλώνουν μικτή προτίμηση χεριού. Τέλος, σε μία μετα-ανάλυση δεδομένων από 88 μελέτες, συνολικού δείγματος 284.655 άτομα, η συχνότητα της αριστεροχειρίας βρέθηκε να είναι 7,78% (Seddon, & McManus, 1993).

Αναφορικά με τη συχνότητα της αριστεροχειρίας στα δύο φύλα, μία μετα-ανάλυση 144 μελετών που αφορούσε 1.787.629 άτομα έδειξε ότι οι άνδρες έχουν 23% περισσότερες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες συγκριτικά με τις γυναίκες (Papadatou-Pastou, Martin, Munafó, & Jones, 2008). Δεδομένου ότι τα αγόρια ωριμάζουν αργότερα από τα κορίτσια (Frisch, 1974), αυτή η διαφυλική διαφορά μπορεί να οφείλεται στον διαφορετικό ρυθμό ωρίμανσης (Maehara, Negishi, Tsai, & Iizuka, 1988), εξαιτίας ίσως ενδοκρινολογικών διαφορών (Waber, 1977) ή ίσως στην καθυστερημένη λειτουργικά ωρίμανση του ΑΗ στους άντρες (Shucard, Shucard, Cummins, & Campos, 1981). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως ερευνητικά ευρήματα έχουν επισημάνει πως η συχνότητα εμφάνισης της αριστεροχειρίας μειώνεται με το πέρασ της ηλικίας (Dellatolas, Tubert, Castresana, Mesbah, Giallonardo, & συν., 1991. Gilbert, & Wysocki, 1992. Smart, Jeffery & Richards, 1980), γεγονός που ίσως να αντανakλά την πίεση που βιώνουν οι αριστερόχειρες που ζουν σε έναν κόσμο φτιαγμένο για δεξιόχειρες (Porac, & Coren, 1981).

Αυτή η αξιοσημείωτη ισχυρή προτίμηση προς το ένα χέρι, το δεξί, είναι ένα μοναδικό ανθρώπινο χαρακτηριστικό (Martin, & Jones, 1999) που διαφοροποιεί το ανθρώπινο είδος από το ζωικό βασίλειο. Πληθώρα ευρημάτων υποστηρίζουν ότι η προτίμηση χεριού στον άνθρωπο είναι ένα αναπτυξιακό χαρακτηριστικό, τόσο φυλογενετικά (σχετικά με την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους) όσο και οντογενετικά (σχετικά με την ανάπτυξη του ανθρώπου) (Papadatou-Pastou, 2008. 2011).

Όσον αφορά τη φυλογένεση, μελέτες αναφέρουν ότι η διαμόρφωση της προτίμησης χεριού στον άνθρωπο ξεκινάει αμέσως μετά το διαχωρισμό του από το χιμπατζή (Corballis, 1991). Υπάρχουν, επίσης, ενδείξεις τόσο από την εποχή των

παγετώνων (Lalueza, & Frayer, 1997. Lewin, 1986. Toth, 1985), την Παλαιολιθική εποχή (Faurie, & Raymond, 2005), αλλά και τη Νεολιθική εποχή, πριν από περίπου 7000 χρόνια (Spenneman, 1984), που καταδεικνύουν ισχυρή προτίμηση κυρίως του δεξιού χεριού κατά τη διάρκεια ολόκληρης της φυλογενετικής εξέλιξης του ανθρώπινου είδους (Faurie, & Raymond, 2005. Papadatou-Pastou, 2008). Σε οντογενετικό επίπεδο, η προτίμηση χεριού φαίνεται να αναπτύσσεται πολύ νωρίς, καθώς έχει παρατηρηθεί μια υπεροχή της μιας πλευρά του σώματος, και συνήθως της δεξιάς, ακόμη και εφτά εβδομάδες μετά τη σύλληψη του εμβρύου (O' Rahilly, & Muller, 1987).

Παρόλο που αρκετοί ερευνητές επισημαίνουν ότι η προτίμηση χεριού δεν είναι ένα μονοδιάστατο χαρακτηριστικό (Annett, 2002. Corey, & συν., 2001), παρατηρείται έλλειψη συμφωνίας σχετικά με το πώς η επικράτηση του ενός χεριού έναντι του άλλου προσδιορίζεται και μετριέται (Κουφάκη, 2009). Σε ορισμένες μελέτες χρησιμοποιείται ως κριτήριο της προτίμησης χεριού το χέρι που χρησιμοποιεί ένα άτομο για να γράψει, όμως η διαπίστωση αυτή είναι συνήθως ορθή όσον αφορά τους δεξιόχειρες· αντίθετα, φαίνεται να ταξινομεί λάθος το 40% των αριστερόχειρων (Satz, Achenbach, & Fennel, 1967).

Η προτίμηση χεριού μπορεί να αξιολογηθεί μέσω ερωτηματολογίων αυτό-αναφοράς (hand preference questionnaires), στα οποία το άτομο καλείται να απαντήσει με ποιο χέρι προτιμά να εκτελεί κάποιες δραστηριότητες (Annett, 1970. Briggs, & Nebes, 1975. Oldfield, 1971. Raczkowski, Kalat, & Nebes, 1974. Steenhuis, & Bryden, 1989), αλλά και μέσω δοκιμασιών δεξιότητας χεριού (hand skill tests), στις οποίες το άτομο εκτελεί κάποιες δραστηριότητες και συνήθως χρονομετράται (Francks, Fisher, MacPhie, Richardson, Marlow, & συν., 2002). Οι δοκιμασίες προτίμησης χεριού εστιάζουν σε χαρακτηριστικά της επίδοσης του ατόμου, όπως η ταχύτητα (Annett, 1976. 1985. Tapley, & Bryden, 1985), η ακρίβεια (Bishop, 1990. Watson, & Kimura, 1989) και η δύναμη (Corey, & συν., 2001. Provins, & Magliaro, 1989).

Τα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς της προτίμησης χεριού, παρόλο που εμφανίζουν εξαιρετικά ικανοποιητικούς συντελεστές αξιοπιστίας και εγκυρότητας (Annett, 1970. Oldfield, 1971), παρουσιάζουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, καθώς δεν μπορούν να συμπληρωθούν από ειδικές ομάδες ατόμων, όπως για παράδειγμα τα μικρά παιδιά ή τα παιδιά με δυσλεξία, τα οποία δυσκολεύονται στην ανάγνωση

(Κουφάκη, & Παπαδάτου-Παστού, 2011). Από την άλλη πλευρά, οι δοκιμασίες δεξιότητας χεριού αποτελούν ίσως έναν πιο αντικειμενικό τρόπο μέτρησης της προτίμησης χεριού και συνίστανται περισσότερο σε πληθυσμούς, όπως τα παιδιά ή οι ηλικιωμένοι, οι οποίοι δυσκολεύονται να χειριστούν γραπτά ερωτηματολόγια και να θυμηθούν με ποιο χέρι επιλέγουν να εκτελέσουν κάποια δραστηριότητα (Bryden, & συν., 2000). Επιπρόσθετα, με τις δοκιμασίες δεξιότητας χεριού τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα, ενώ επιτυγχάνεται εκτίμηση όχι μόνο του βαθμού, αλλά και της κατεύθυνσης προτίμησης/δεξιότητας χεριού (Κουφάκη, & Παπαδάτου-Παστού, 2011). Βέβαια, σημαντικό μειονέκτημα των δοκιμασιών αυτών αποτελεί το γεγονός ότι απαιτείται ατομική χορήγηση εν αντιθέσει με τα ερωτηματολόγια προτίμησης χεριού, τα οποία μπορούν εύκολα να χορηγηθούν μαζικά (Κουφάκη, & Παπαδάτου-Παστού, 2011). Ωστόσο, ο συνυπολογισμός ερωτηματολογίων και δοκιμασιών αποδεικνύεται περισσότερο ολοκληρωμένος και αξιόπιστος τρόπος για την αξιολόγηση της προτίμησης χεριού (Rigal, 1992).

Τέλος, ένα εύλογο ερώτημα που προκύπτει αφορά στην αιτιολογία και την προέλευση αυτής της ασύμμετρης χρήσης των χεριών. Πολλές θεωρίες έχουν διατυπωθεί, οι οποίες προσπαθούν να προσεγγίσουν το ζήτημα αυτό υπό το πρίσμα γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, χωρίς ωστόσο οι μηχανισμοί κάτω από τους οποίους οι παράγοντες αυτοί λειτουργούν να έχουν πλήρως αποκρυσταλλωθεί (Hardyck, & Petrinovich, 1977. Hellige, 1993). Σύμφωνα με τις γενετικές θεωρητικές προσεγγίσεις, η προτίμηση χεριού προσδιορίζεται εγγενώς και καθορίζεται σε γονιδιακό επίπεδο (Annett, 1985. Mc Manus, 1985). Από την άλλη πλευρά, οι περιβαλλοντικές επιδράσεις μπορεί να είναι προγεννητικές, περιγεννητικές ή μεταγεννητικές (Alibeik, & Angaji, 2010), όπως οι επιδράσεις του ενδομητρίου περιβάλλοντος, τα ατυχήματα, οι εγκεφαλικές κακώσεις και η κοινωνική πίεση (Βλάχος, 1998. Porac, Izaak, & Rees, 1990. Provins, 1990), ενώ παράλληλα μπορεί να οδηγήσουν σε παθολογικής φύσεως αριστεροχειρία, καθώς επηρεάζουν αρνητικά τους φυσιολογικούς μηχανισμούς της κανονικής ανάπτυξης (Satz, 1972. Satz, Orsini, Saslow, & Henry, 1985). Ακολουθεί μία σύντομη ανασκόπηση των σημαντικότερων θεωρητικών προσεγγίσεων που αφορούν την προτίμηση χεριού.

1.2.2.1 Γενετικές θεωρίες για την προτίμηση χεριού

Το πιο δημοφιλές από τα γενετικά μοντέλα είναι αυτό της Annett (1972. 1985. 1999. 2002), σύμφωνα με το οποίο υπάρχουν γενετικές προδιαθέσεις προς τη δεξιά προτίμηση χεριού. Ειδικότερα, κατά τη δεκαετία του 1970, η Annett παρατήρησε ότι τα αποτελέσματα της προτίμησης χεριού ακολουθούσαν την κανονική κατανομή (καμπύλη του Gauss) τόσο στους ανθρώπους, όσο και στα ζώα, με τη διαφορά ότι στα ζώα η κορυφή της κατανομής βρισκόταν ακριβώς στο κέντρο της προτίμησης χεριού χωρίς κάποια τάση (όποτε το 25% παρουσίαζε αριστερή, το 50% μικτή και το υπόλοιπο 25% δεξιά προτίμηση μπροστινού άκρου), ενώ στους ανθρώπους, η κορυφή της κατανομής παρουσίαζε μια δεξιά τάση (Annett, 1964. 1967. 1970).

Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγησαν την Annett στη διατύπωση της γενετικής θεωρίας της σύμφωνα με την οποία στους ανθρώπους υπάρχει ένα γονίδιο, το RS (Right Shift gene) το οποίο ευθύνεται για αυτή τη δεξιά μετατόπιση/τάση στην ικανότητα χρήσης του δεξιού χεριού (1972. 1985. 1999. 2002). Αναλυτικότερα, η Annett προτείνει ότι η προτίμηση χεριού προσδιορίζεται από τα δύο αλληλόμορφα του γονιδίου αυτού, με τους απόγονους να λαμβάνουν ένα αλληλόμορφο από τον κάθε γονέα. Το υπερέχον αλληλόμορφο (RS+) προκαλεί μια τάση προς την κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου για τις γλωσσικές λειτουργίες και άρα προς τη δεξιοχειρία, ενώ το υποτελές αλληλόμορφο (RS-) οδηγεί στην απουσία της δεξιόστροφης τάσης. Άρα, υπάρχουν τέσσερις πιθανοί συνδυασμοί των δύο αυτών αλληλόμορφων, το RS++, το RS+-, RS-+ και το RS- -, με το γονότυπο RS++ να προκαλεί μια ισχυρή τάση για τυπική εγκεφαλική πλευρίωση (αριστερή) και, συνεπώς, δεξιοχειρία, ο γονότυπος RS+- ή RS-+ δημιουργεί μια πιο ήπια τάση προς την τυπική εγκεφαλική πλευρίωση και τη δεξιοχειρία, ενώ, τέλος, ο γονότυπος RS-- δεν προκαλεί καμία τάση, ούτε προς τη δεξιοχειρία ούτε προς την αριστεροχειρία και αφήνει άλλους παράγοντες να επιδράσουν ως προς την εγκεφαλική πλευρίωση και την προτίμηση χεριού. Επομένως, το 75% του πληθυσμού προβλέπεται να είναι άτομα με δεξιόστροφη κλίση (δηλαδή τα άτομα με γονότυπους RS++, RS+- ή 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 και στηρίζεται σε έναν δεξιόστροφο κι έναν τυχαίο παράγοντα διατυπώθηκε από τον McManus (1985). Σύμφωνα με το γενετικό αυτό μοντέλο η ύπαρξη του αλληλόμορφου D είναι πιο συχνή και οδηγεί σε δεξιοχειρία, ενώ το αλληλόμορφο C δεν προκαλεί καμία τάση, οπότε ο προσδιορισμός της προτίμησης χεριού προκύπτει τυχαία. Όσοι έχουν συνδυασμό δύο αλληλόμορφων D με γονότυπο DD είναι δεξιόχειρες, όσοι είναι ετεροζυγώτες με γονότυπο DC έχουν 50% πιθανότητα να είναι αριστερόχειρες, ενώ στους ομοζυγώτες με γονότυπο CC ο προσδιορισμός της προτίμησης χεριού προκύπτει τυχαία κι υπάρχει πιθανότητα 7,75% να είναι αριστερόχειρες (McManus, 1985).

Οι δύο προαναφερθείσες θεωρίες (Annett, 1985. McManus, 1985), αν και συχνά θεωρούνται ισοδύναμες, καθώς επισημαίνουν πως ένα αλληλόμορφο παράγει «ασυμμετρία», μια κατάσταση κατά την οποία η πλειονότητα των ατόμων είναι δεξιόχειρες, στην πραγματικότητα αυτές οι ομοιότητες είναι επιφανειακές (Annett, 1998). Τα δύο αυτά μοντέλα διαφέρουν σε σημαντικές πτυχές (McManus, 1985. McManus, Shergill, & Bryden, 1993) και κυρίως στην έμφαση που δίνουν αναφορικά με τις ασυμμετρίες προτίμησης ή δεξιότητας χεριού, καθώς το μοντέλο της Annett υπογραμμίζει τον πρωταρχικό ρόλο των διαφορών στη δεξιότητα χεριού, ενώ το μοντέλο του McManus τονίζει τη σημασία της προτίμησης χεριού (McManus, 1991).

Από τη άλλη πλευρά, το γεγονός ότι πολλοί μονοζυγωτικοί δίδυμοι παρουσιάζουν συχνά αντίθετες προτιμήσεις χεριού έχει χρησιμοποιηθεί ως επιχείρημα ενάντια στη γενετική βάση της προτίμησης χεριού (Βλάχος, 1998). Οι υπέρμαχοι όμως, των γενετικών θεωριών αντικρούουν το επιχείρημα αυτό υποστηρίζοντας πως το ενδομήτριο περιβάλλον, το οποίο είναι διαφορετικό σε κάποια δίδυμα έμβρυα, μπορεί να επιδρά την προτίμηση χεριού (Springer, & Deytsch, 1989). Άλλωστε, πρόσφατα ερευνητικά ευρήματα επισημαίνουν πως έχει βρεθεί ένα νέο γονίδιο, το LRRTM1, το οποίο συνδέεται με αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης αριστεροχειρίας (Francks, Maegara, Lauren, Abrahams, & Velayos-Baeza, 2007). Τέλος, οι Bryden και Steenhuis (1991) προτείνουν ότι περισσότερο κληρονομήσιμος είναι κυρίως ο βαθμός (ισχυρός ή μη δεξιόχειρας/αριστερόχειρας) κι όχι η κατεύθυνση προτίμησης χεριού (δεξιοχειρία ή αριστεροχειρία).

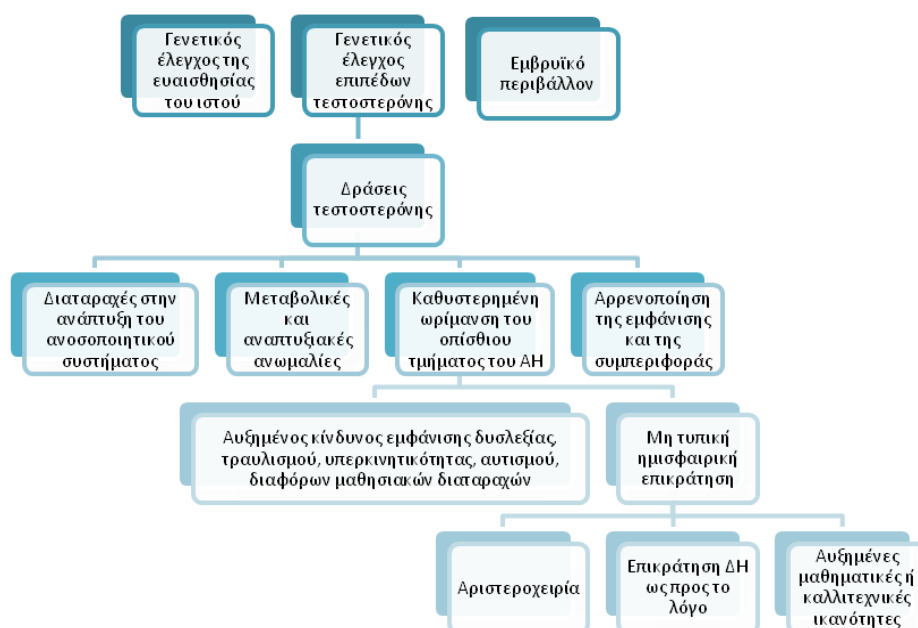
1.2.2.2 Περιβαλλοντικές θεωρίες για την προτίμηση χεριού

Οι περιβαλλοντικές θεωρίες, όπως προαναφέρθηκε, θα μπορούσαν να διαιρεθούν σε τρεις υποομάδες ανάλογα με το χρόνο που οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, προγεννητικοί, περιγεννητικοί και μεταγεννητικοί, επιδρούν στη επιλογή της προτίμησης χεριού (Alibeik, & Angaji, 2010). Κατά την περιγεννητική περίοδο, ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ευαίσθητος στις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις, όπως για παράδειγμα η υποξία. Επίσης, τραύματα κατά τη γέννηση ή άλλες καταστάσεις, όπως το μητρικό άγχος, ο πρόωρος τοκετός που μπορεί να οδηγήσει σε κάποια εγκεφαλική βλάβη, μπορεί να οδηγήσουν σε μη τυπική προτίμηση χεριού (Alibeik, & Angaji, 2010). Τέλος, και μετά τη γέννηση πολιτισμικοί, κοινωνικοί ή εκπαιδευτικοί παράγοντες μπορεί να τροποποιήσουν την υπάρχουσα έμφυτη προτίμηση χεριού (Ramadhani, 2006).

Μία από τις θεωρίες με μεγάλη επίδραση, η οποία αφορά στους προγεννητικούς παράγοντες, έχει προταθεί από τους Geschwind και Galaburda (1985) και υποστηρίζει ότι διαφορές στα επίπεδα ορμονών και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης κατά την εμβρυική περίοδο, αποτελούν την αιτία της διαφοροποιημένης προτίμησης χεριού ανάμεσα στα δύο φύλα. Ειδικότερα, στο επίκεντρο αυτής της θεωρίας βρίσκεται η ικανότητα της τεστοστερόνης να οδηγεί σε «ανώμαλη κυριαρχία», μέσω της καθυστέρησης της ανάπτυξης του ΑΗ, και να οδηγεί κατά κάποιον τρόπο σε μια διατάραξη της «κανονικής» αρχιτεκτονικής του εγκεφαλικού φλοιού του ΑΗ (Geschwind, & Galaburda, 1985). Έτσι, το ΔΗ λειτουργώντας αντισταθμιστικά αναπτύσσεται πιο γρήγορα και αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης αριστεροχειρίας και επικράτησης του ΔΗ για το λόγο (Geschwind, & Galaburda, 1985. 1987).

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, παρέχεται μια εξήγηση του γιατί οι αριστερόχειρες είναι πιθανότερο να αναπτύξουν ασυνήθιστες συμπεριφορές, οι οποίες εκτείνονται από τη δυσλεξία και άλλες αναπτυξιακές μαθησιακές διαταραχές έως την εξαιρετική επίδοση στα μαθηματικά, όπως επίσης και προβλήματα υγείας που κυμαίνονται από τις παιδικές αλλεργίες και τις ημικρανίες έως διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος (βλ. Εικ. 1.12) (Geschwind, & Galaburda, 1985. Kalat, 1998). Αν και η υπόθεση των Geschwind και Galaburda δεν έχει υποστηριχθεί επαρκώς ερευνητικά και σε πολλά σημεία είναι ασαφής (Bryden, McManus, &

Bulman-Fleming, 1994), δεν μπορεί να αγνοηθεί το γεγονός ότι συνδέει ένα αριθμό από φαινόμενα, για τα οποία προτείνει ένα μηχανισμό συσχέτισής τους και έχει οδηγήσει την έρευνα σε νέες κατευθύνσεις (Kalat, 1998).



Εικόνα 1.12. Σχηματική αναπαράσταση των τρόπων με τους οποίους η τεστοστερόνη μπορεί να επηρεάσει την προτίμηση χεριού, την ημισφαιρική επικράτηση του λόγου και άλλα βιολογικά χαρακτηριστικά. Πηγή: Kalat, 1998.

Μία δεύτερη υπόθεση έχει προταθεί από τον Bakan (1971), σύμφωνα με την οποία η αριστεροχειρία μπορεί να οφείλεται σε εγκεφαλική βλάβη κατά τη διάρκεια του τοκετού εξαιτίας του περιγεννητικού άγχους (perinatal stress). Επίσης, παρατηρώντας την προτίμηση χεριού σε σχέση με τη σειρά γέννησης των παιδιών, ο Bakan (1971) κατέληξε ότι τα πρωτότοκα παιδιά ή τα παιδιά που γεννήθηκαν από μεγαλύτερες μητέρες είναι περισσότερο πιθανό να είναι αριστερόχειρες κι ότι η εγκεφαλική ανοξία 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 ένδειξη αυτής της νευρολογικής διαταραχής (Bakan 1991. Bakan, Dibb, & Reed, 1973).

Οι Searleman, Porac και Coren (1989) προχώρησαν σε μία κριτική ανασκόπηση 23 μελετών που εξετάζαν τη σχέση μεταξύ δεικτών της περιγεννητικής πίεσης και της προτίμησης χεριού και βρήκαν ότι η ασυμβατότητα του παράγοντα Ρέζους (Rh - αντιγόνο του αίματος), το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση και ο τοκετός

με καισαρική πιθανώς να σχετίζονται με αυξημένη εμφάνιση μη δεξιοχειρίας στους άρρενες. Ο σημαντικότερος, όμως, περιγεννητικός δείκτης που φαίνεται να συνδέεται με την αριστεροχειρία είναι το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση (Bishop, 1990. O'Callaghan, Tudehope, Dugdale, Mohay, Burns, & συν., 1987). Επίσης, συσχέτιση έχει βρεθεί μεταξύ της προτίμησης χεριού και κάποιων τύπων περιγεννητικού άγχους, όπως η υψηλή πίεση του αίματος της μητέρας ή η ανάγκη ανάνηψης του βρέφους μετά τη γέννηση (Scheirs, & Schijndel, 1996. Williams, Buss, & Eskenazi, 1992). Τέλος, ο Previc (1991) θεωρεί ότι η προτίμηση χεριού σχετίζεται με την ασύμμετρη τοποθέτηση του εμβρύου στη μήτρα κατά τη διάρκεια του τελευταίου τριμήνου της κύησης και ότι η αριστεροχειρία είναι το αποτέλεσμα μιας παρέκκλισης από την τυπική τοποθέτηση του εμβρύου.

Σύμφωνα με μία άλλη προσέγγιση, τα άτομα που εκδηλώνουν αριστεροχειρία θα πρέπει να διακρίνονται σε φυσιολογικούς αριστερόχειρες (με την προτίμηση χεριού να προσδιορίζεται από γενετικά ή πολιτισμικά αίτια) και παθολογικούς αριστερόχειρες (οι οποίοι παρουσιάζουν κάποια πρώιμη εγκεφαλική κάκωση) (Satz, 1972). Η Bishop (1980), μάλιστα, επισημαίνει πως οι παθολογικοί αριστερόχειρες θα πρέπει να είναι λιγότερο επιδέξιοι με το δεξί τους χέρι σε σχέση με το αριστερό και να παρουσιάζουν πιο ισχυρή αριστερή προτίμηση από τους φυσιολογικούς αριστερόχειρες. Σύμφωνα, με τον Satz (1972), η παθολογική αριστεροχειρία έχει ως αιτία κάποια οργανική βλάβη κυρίως στην αριστερή πλευρά του εγκεφάλου, ή και αμφίπλευρα, αλλά ασύμμετρα, η οποία προκαλείται πριν από την ηλικία των 6 ετών (Satz, & συν., 1985). Αυτή η εγκεφαλική βλάβη οδηγεί σε κάποιες αλλαγές, όπως η μετατόπιση της προτίμησης χεριού και της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας, μειωμένη οπτικοχωρική ικανότητα κ.ά (Βλάχος, 1998), οι οποίες διαφαίνονται μέσα από τις μεγάλες αποκλίσεις στις λεκτικές και οπτικοχωρικές επιδόσεις των ατόμων αυτών στο WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale). Οι αποκλίσεις αυτές πιθανώς να οφείλονται στην απόκτηση από το ΔΗ δεξιοτήτων που φυσιολογικά εκτελούνται από το ΑΗ και οι οποίες με τη σειρά τους εκτοπίζουν τις συνήθειες δεξιότητες του ΔΗ (Βλάχος, 1998). Ωστόσο, έχει υποστηριχθεί πως το χαμηλό βάρος κατά τη γέννηση και οι επιπτώσεις του ίσως αποτελούν και το μοναδικό αιτιολογικό παράγοντα της παθολογικής αριστεροχειρίας (Llaurens, Raymond, & Faurie, 2009).

Επιπλέον, σύμφωνα με τη Bishop (1990) το άτομο επιλέγει να χρησιμοποιεί το ένα χέρι έναντι του άλλου, επειδή έχει εξασκηθεί περισσότερο στη χρήση αυτού και επιτελεί αποτελεσματικότερα τις περισσότερες δραστηριότητες χωρίς, ωστόσο, αυτό να εξηγεί γιατί στο 90% περίπου του φυσιολογικού πληθυσμού εκδηλώνεται προτίμηση του δεξιού χεριού. Όμως, η προτίμηση χεριού συχνά εξαρτάται και από κοινωνικούς-πολιτισμικούς παράγοντες, όπως η καταγωγή του ατόμου και οι κοινωνικές πιέσεις που πιθανώς να του ασκηθούν αναφορικά με την προτίμηση χεριού. Για παράδειγμα, οι Porac, Izaak, & Rees (1990), μελέτησαν διαφορετικούς πολιτισμούς και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συχνότητα εμφάνισης της αριστεροχειρίας είναι χαμηλότερη σε ασιατικούς πολιτισμούς συγκριτικά με τη Βόρεια Αμερική και την Ευρώπη, καθώς οι πληθυσμοί αυτοί υπόκεινται περισσότερο σε πολιτιστικές πιέσεις κατά της χρήσης του αριστερού χεριού. Σε παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταλήξει και άλλες παρόμοιες μελέτες σε αυστηρές ανατολικές κοινωνίες, στις οποίες τα ποσοστά εμφάνισης αριστεροχειρίας στο γράψιμο φτάνουν να είναι ακόμη και χαμηλότερα του 1% του γενικού πληθυσμού (Hung, Tu, Chen, & Chen, 1985).

Παρόλη τη σημαντικότητα των διαφόρων θεωριών για την προτίμηση χεριού, συχνά επιλέγεται μια πολυπαραγοντική προσέγγιση, ο συνδυασμός δηλαδή γενετικών, βιολογικών, ψυχοκοινωνικών και περιβαλλοντικών επιδράσεων, καθώς μπορεί να ερμηνεύσει επαρκέστερα αυτές τις διαφορές στην προτίμηση χεριού (Βλάχος, 1998. Πολεμικός, 1991).

1.2.3 Σχέση γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωση και προτίμησης χεριού

Η πρώτη συσχέτιση της προτίμησης χεριού με την εγκεφαλική πλευρίωση έγινε από τον Broca, ο οποίος παρατήρησε ότι στους δεξιόχειρες ασθενείς του οι περιοχές του εγκεφάλου που συνδέονται με τη γλώσσα ήταν πλευριωμένες στο ΑΗ (Papadatou-Pastou, 2008. 2011). Αρχικά, υπέθεσε ότι αυτό το φαινόμενο θα αντιστρέφεται στους αριστερόχειρες με το ΔΗ να είναι επικρατές για τις γλωσσικές λειτουργίες (Broca, 1865), κάτι το οποίο δεν επιβεβαιώνεται από τα σύγχρονα ευρήματα (Knecht, & συν., 2000).

Μια σημαντική μελέτη για τη σχέση της προτίμησης χεριού με την εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας πραγματοποιήθηκε από τους Knecht και

συνεργάτες (2000) μέσω διακρανιακού υπέρηχου Doppler (fTCD) χρησιμοποιώντας μια δοκιμασία λεξιλογικής παραγωγής (Word Generation task) σε ένα δείγμα 326 υγιών ατόμων. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αντιπροσώπευση της γλώσσας στον εγκέφαλο δεν εξαρτάται μόνο από την κατεύθυνση, αλλά και από το βαθμό προτίμησης χεριού. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι το ποσοστό κυριαρχίας του ΔΗ για τις γλωσσικές λειτουργίες αυξανόταν γραμμικά με το βαθμό αριστεροχειρίας, όπως αυτή μετρήθηκε με το Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου (Oldfield, 1971), με το ποσοστό αυτό να κυμαίνεται από 4% στους ισχυρά δεξιόχειρες, 15% στους αμφιδέξιους και 27% στους ισχυρά αριστερόχειρες. Πιο πρόσφατες μελέτες σε υγιείς ενήλικες αναφέρουν εξίσου υψηλά ποσοστά κυριαρχίας του ΔΗ για τη γλωσσική παραγωγή και συγκεκριμένα 7,5% στους δεξιόχειρες, 10% στους αμφιδέξιους και 25% στους αριστερόχειρες (Lust, Geuze, Groothuis, van der Zwan, Brouwer, & συν., 2011. Whitehouse, & Bishop, 2009). Περαιτέρω, οι Knecht και συνεργάτες (2000) προσδιόρισαν τη σχέση μεταξύ κυριαρχίας του ΔΗ για τις γλωσσικές λειτουργίες και προτίμησης χεριού μέσω του τύπου:

$$\text{πιθανότητα κυριαρχίας δεξιού ημισφαιρίου (\%)} = 15\% - \text{προτίμηση χεριού (\%)} / 10$$

Η προτίμηση χεριού συνδέεται με ανατομικές ασυμμετρίες στον εγκεφαλικό φλοιό (Papadatou-Pastou, 2008. Vingerhoets, Acke, Alderweireldt, Nys, Vandemaele, & συν., 2011) και κυρίως σε περιοχές που σχετίζονται με τη γλώσσα (Βλάχος, 1998. Geschwind, & Galaburda, 1985. Witelson, 1989). Στις περιοχές αυτές έχουν καταγραφεί αρκετές ανατομικές ασυμμετρίες σε μεγαλύτερο βαθμό στους δεξιόχειρες, ενώ στους μη δεξιόχειρες οι ασυμμετρίες είναι μικρότερες (Geschwind, & Galaburda, 1987) και μάλιστα εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές των ανώτερων και κατώτερων βρεγματικών λοβίων (superior and inferior parietal lobules – SPL & IPL) (Vingerhoets, & συν., 2011). Γενικά, τα αριστερόχειρα άτομα εμφανίζουν ένα πιο ευμετάβλητο πρότυπο εγκεφαλικής πλευρίωσης συγκριτικά με τα δεξιόχειρα όσον αφορά στην αντιπροσώπευση της γλώσσας, με τη γλωσσική κυριαρχία του ΔΗ να κυμαίνεται μεταξύ 50% και 70% στους αριστερόχειρες και 95% και άνω στους δεξιόχειρες (Geschwind, 1970. Hellige, 1993. Rasmussen, & Milner, 1977. Woods, Dodrill, & Ojemann, 1988). Επομένως, οι αριστερόχειρες δύνανται να παρουσιάζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση (επικράτηση ΔΗ για τη γλώσσα) ή μεγαλύτερη

συμμετρία συγκριτικά με τους δεξιόχειρες (Grabowska, Herman, Nowicka, Szatkowska, & Szelag, 1994).

Μία από τις σημαντικότερες ασυμμετρίες που σχετίζεται με την προτίμηση χεριού αποτελεί η σχισμή του Συλβίου, η οποία είναι περισσότερο έντονη μεταξύ των δεξιόχειρων ατόμων συγκριτικά με τους μη δεξιόχειρες (Hochberg, & LeMay, 1975). Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί μικρότερο κροταφικό πεδίο (*planum temporale*) στους αριστερόχειρες (Geschwind, & Galaburda, 1985. Steinmetz, Vilkmann, Jancke, & Freund, 1991) και μεγαλύτερο κροταφικό πεδίο στους δεξιόχειρες (Kertesz, Black, Polk, & Howell, 1986). Σύμφωνα με τους Moffat, Hampson και Lee (1998), οι αριστερόχειρες που εμφάνιζαν αντιπροσώπευση της γλώσσας στο ΑΗ είχαν μεγαλύτερο μεσολόβιο και παρουσίαζαν ασυμμετρία του κροταφικού πεδίου προς τα αριστερά συγκριτικά με δεξιόχειρες ή με αριστερόχειρες που εμφάνιζαν αντιπροσώπευση της γλώσσας στο ΔΗ.

Γενικότερα, η μορφολογική ασυμμετρία του κροταφικού πεδίου συνήθως παρουσιάζεται μειωμένη ή συχνότερα ανεστραμμένη στους αριστερόχειρες και έχει επισημανθεί από πλήθος μελετών (Foundas, Leonard, & Hanna-Pladdy, 2002. Habib, Robichon, Lévrier, Khalil, & Salamon, 1995. Herve, Crivello, Perchey, Mazoyer, & Tzourio-Mazoyer, 2006. Shapleske, Rossell, Woodruff, & David, 1999. Steinmetz, Vilkmann, Jancke, & Freund, 1991). Οι Foundas και συνεργάτες (1994) μελετώντας την ασυμμετρία του κροταφικού πεδίου, καθώς και μιας παραπλήσιας περιοχής, της τριγωνικής μοίρας (*pars triangularis*), διαπίστωσαν ότι οι δεξιόχειρες συμμετέχοντες με κυρίαρχο το ΑΗ για τη γλωσσική λειτουργία, παρουσίαζαν σημαντικές ασυμμετρίες προς τα αριστερά, ενώ ένας αριστερόχειρας συμμετέχοντας παρουσίαζε ανατομική ασυμμετρία προς τα δεξιά. Τέλος, ερευνητικά ευρήματα έχουν δείξει ότι οι αριστερόχειρες έχουν μεγαλύτερο μεσολόβιο σε σχέση με τους δεξιόχειρες (Driesen, & Raz, 1995) και μάλιστα η διαφορά αυτή εντοπίζεται στο οπίσθιο τμήμα του μεσολοβίου, το οποίο είναι μεγαλύτερο σε ποσοστό περίπου 19% (Witelson, 1989).

Συνοψίζοντας, οι αριστερόχειρες και οι αμφιδέξιοι εμφανίζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης και παρουσιάζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση της γλώσσας (Grabowska, & συν., 1994. Hellige, 1993). Η εκτίμηση των γνωστικών συνεπειών της μη τυπικής πλευρίωσης και γενικά των σχέσεων μεταξύ γλωσσικής πλευρίωσης και γνωστικών ικανοτήτων μεταξύ δεξιόχειρων και μη ατόμων αποτελεί ένα ιδιαίτερα γόνιμο ερευνητικό πεδίο.

1.3 Νοημοσύνη και Πλευρίωση

Πλήθος ερευνών έχουν υπογραμμίσει την ύπαρξη σχέσης μεταξύ πλευρίωσης για τη γλώσσα και διαφόρων γνωστικών λειτουργιών, όπως η αναγνωστική ικανότητα, η νοημοσύνη, η μαθηματική ικανότητα κ.ά. (Boles, Barth, & Merrill, 2008. Bryden, & Sprott, 1981. Chiarello, Welcome, Halderman, & Leonard, 2009. Groen, & συν., 2012. Leask, & Crow, 1997. 2006. O' Boyle, Cunningham, Silk, Vaughan, Jackson, & συν., 2005. Springer, & Searleman, 1978) καταλήγοντας, όμως, συχνά σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Οι βασικές υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί για τη σχέση μεταξύ πλευρίωσης για τη γλώσσα και των γνωστικών λειτουργιών άλλοτε συνδέουν τη μη τυπική πλευρίωση με γνωστικά πλεονεκτήματα και άλλοτε με γνωστικά ελλείμματα (Nicholls, Chapman, Loetscher, & Grimshaw, 2010), ενώ μια τρίτη προσέγγιση υπογραμμίζει ότι η σχέση μεταξύ εγκεφαλικής πλευρίωσης και γνωστικής επίδοσης δεν είναι γραμμική με τα άτομα με μέτριο βαθμό πλευρίωσης να εμφανίζουν τις υψηλότερες γνωστικές επιδόσεις (Hirnstein, Leask, Rose, & Hausmann, 2010).

Αναλυτικότερα, σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση, η μη τυπική πλευρίωση, η οποία αντικατοπτρίζει μια αλλαγή στην τυπική επικράτηση του ΑΗ για τη γλώσσα και την τυπική προτίμηση χεριού πιθανώς να έχει θετικές επιπτώσεις και να προάγει μια μοναδική αλληλεπίδραση μεταξύ περιοχών του εγκεφάλου και γνωστικών λειτουργιών οδηγώντας με τον τρόπο αυτό σε μια ενισχυμένη λειτουργία του εγκεφάλου (Benbow, 1986). Η υπόθεση αυτή, έχει επιβεβαιωθεί από αρκετά ερευνητικά ευρήματα μελετών, οι οποίες έχουν αναδείξει γνωστικά πλεονεκτήματα στα άτομα με μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Everts, Lidzba, Wilke, Kiefer, Wingeier, & συν., 2010. Van Ettinger-Veenstra, Ragnehed, Hällgren, Karlsson, Landtblom, & συν., 2010), καθώς και ότι μια περισσότερο συμμετρική ενεργοποίηση των εγκεφαλικών περιοχών συνδέεται με υψηλότερες γνωστικές επιδόσεις (Lohmann, Drager, Muller-Ehrenberg, Deppe, & Knecht, 2005. Lust, & συν., 2011. O' Boyle, & συν., 2005. Stroobant, & συν., 2011).

Από την άλλη πλευρά, ερευνητικά ευρήματα έχουν συνδέσει τη μη τυπική γλωσσική πλευρίωση (συμμετρία εγκεφαλικών ημισφαιρίων ή επικράτηση ΔΗ) με φτωχές γνωστικές επιδόσεις κυρίως στη φωνολογική ή αναγνωστική ικανότητα (Annett, 1996. Everts, & συν., 2009. Smythe, & Annett, 2006), ενώ την τυπική

γλωσσική πλευρίωση (επικράτηση ΑΗ) με αυξημένες κυρίως λεκτικές επιδόσεις (Groen, & συν., 2012. Lebel, & Beaulieu, 2009). Επιπλέον, η μη τυπική πλευρίωση μπορεί να οδηγήσει σε ανταγωνισμό για την επικράτηση στον ίδιο νευρωνικό χώρο πολλών λειτουργιών οδηγώντας σε «ημισφαιρικό συνωστισμό» (hemispheric crowding, Lidzba, Staudt, Wilke, Grodd, & Krageloh-Mann, 2006. Powell, Kemp, & Garcia-Finana, 2012). Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή όταν περισσότερες από μία γνωστικές λειτουργίες (όπως η γλώσσα και η χωρική επεξεργασία) εδράζονται στο ίδιο ημισφαίριο, αυτό συμβάλλει στην ύπαρξη ελλείμματος στη συγκεκριμένη γνωστική ικανότητα (Lidzba, & συν., 2006. Strauss, Satz, & Wada, 1990). Σε μελέτη των Powell και συνεργατών (2012) επιβεβαιώθηκε η υπόθεση του «ημισφαιρικού συνωστισμού» για τη σχέση μεταξύ γλωσσικής και χωρικής πλευρίωσης και γνωστικής ικανότητας. Ειδικότερα, μελέτησαν 42 δεξιόχειρες και 40 αριστερόχειρες και βρήκαν ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ πλευρίωσης της γλώσσας (εντός της κατώτερης μετωπιαίας έλικας) και χωρικής πλευρίωσης (εντός του βρεγματικού φλοιού) επιδρά σημαντικά στη λεκτική κατανόηση και την ικανότητα αντιληπτικής οργάνωσης και συγκεκριμένα, όταν η πλευρίωση της γλώσσας και η χωρική πλευρίωση εδράζονταν σε διαφορετικά ημισφαίρια, η γνωστική επίδοση ήταν υψηλότερη (Powell, & συν., 2012).

Επιπλέον, σε έρευνα των Hirnstein και συνεργατών (2010) βρέθηκε ότι η σχέση μεταξύ εγκεφαλικής πλευρίωσης και γνωστικής επίδοσης (σε ένα γλωσσικό κι ένα οπτικοχωρικό τεστ) είχε τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, εύρημα το οποίο βρίσκεται σε συμφωνία με τα ευρήματα του Corballis (2005. 2006) και τη θεωρία της Annett (1995) για τη δεξιά μετατόπιση (βλ. υποκεφ. 1.2.2.1, καθώς και παρακάτω υποκεφ. 1.3.3.1), σύμφωνα με την οποία τα άτομα με φτωχότερες γνωστικές επιδόσεις εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλή πλευρίωση. Ο Corballis (2005. 2006), μάλιστα, πρότεινε ότι ένας εξαιρετικά συμμετρικός εγκέφαλος μπορεί να μειονεκτεί, επειδή είναι επιζήμιος για σύνθετες γνωστικές διεργασίες, όπως η γλώσσα, ενώ παράλληλα κι ένας εξαιρετικά ασύμμετρος εγκέφαλος μπορεί να μειονεκτεί, επειδή θα μπορούσε να οδηγήσει σε φτωχή αισθητηριακή επεξεργασία ή κινητικό έλεγχο στη λιγότερο κυρίαρχη πλευρά του σώματος-εγκεφάλου.

Ωστόσο, πέραν της σχέσης μεταξύ κατεύθυνσης της εγκεφαλικής πλευρίωσης (αριστερής/δεξιάς, τυπικής/μη τυπικής) και διαφόρων γνωστικών λειτουργιών, αρκετές έρευνες δίνουν έμφαση κυρίως στο βαθμό της πλευρίωσης. Ειδικότερα, έχει

προταθεί η ύπαρξη θετικής σχέσης με τη γνωστική επίδοση των ατόμων, δηλαδή όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός πλευρίωσης σε μια συγκεκριμένη γνωστική περιοχή (ανεξάρτητα από το αν η πλευρίωση είναι τυπική ή μη), ή όσο περισσότερο ένας γνωστικός τομέας είναι πλευριωμένος σε ένα συγκεκριμένο ημισφαίριο σε σχέση με το άλλο, τόσο καλύτερη είναι και η γνωστική επίδοση σε μια αντίστοιχη δοκιμασία (Chiarello, & συν., 2009. Gunturkun, Diekamp, Manns, Nottelmann, Prior, & συν., 2000). Αξίζει να σημειωθεί, βέβαια, πως οι Leask και Crow (2006) υποστήριξαν ότι αν ένας συγκεκριμένος βαθμός πλευρίωσης (δηλαδή, μια συγκεκριμένη ποσοτικά αριστερή ή δεξιά ημισφαιρική τάση) συνδέεται με τη βέλτιστη γνωστική απόδοση, τότε φαίνεται λογικό να μας ενδιαφέρει κυρίως η κατεύθυνση και όχι η τιμή του βαθμού πλευρίωσης στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ημισφαιρικών ασυμμετριών και γνωστικής επίδοσης. Ωστόσο, εάν ο βέλτιστος βαθμός πλευρίωσης είναι κοντά στο μηδέν (συμμετρία), τότε η κατεύθυνση της έχει μικρότερη σημασία (Leask, & Crow, 2006).

Μέχρι τώρα, πραγματοποιήθηκε μια σύντομη ανασκόπηση των βασικών υποθέσεων και μελετών αναφορικά με τη σχέση πλευρίωσης της γλώσσας και μεμονωμένων γνωστικών ικανοτήτων (όπως οι φωνολογικές, αναγνωστικές, οπτικοχωρικές κ.ά.). Αντίστοιχα, η ανασκόπηση των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί για τη σχέση μεταξύ πλευρίωσης της γλώσσας και νοητικών ικανοτήτων, είτε με άμεσο τρόπο (απεικονιστικές μελέτες), είτε με έμμεσο τρόπο (αξιολόγηση της προτίμησης χεριού), έχει καταλήξει, επίσης, σε ετερόκλητα αποτελέσματα (Nicholls, & συν., 2010). Έτσι, υπάρχουν μελέτες που έχουν αναδείξει τη νοητική υπεροχή των ατόμων με μη τυπική πλευρίωση και μη τυπική προτίμηση χεριού (π.χ. Benbow, 1986. Halpern, Haviland, & Killian, 1998. Ostatnikova, Laznibatova, Putz, Mataseje, Dohnanyiova, & συν., 2002), ενώ αντίθετα άλλες μελέτες επισημαίνουν χαμηλές νοητικές επιδόσεις στα άτομα αυτά (π.χ. Carlier, Stefanini, Deruelle, Volterra, Doyen, & συν., 2006. Grouios, Sakadami, Poderi, & Alevriadou, 1999. Leconte, & Fagard, 2006. Nettle, 2003). Τέλος, μια τρίτη ομάδα ερευνών έχει σημειώσει την απουσία σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, είτε εγκεφαλικής, είτε συμπεριφορικής (π.χ. Barry, & James, 1978. Cole, 1997. Hardyck, Petronovich, & Goldman, 1976), καθώς και την απουσία σχέσης μεταξύ μη τυπικής εγκεφαλικής πλευρίωσης για τη γλώσσα με τις γνωστικές επιδόσεις (Jansen, Floel, Menke, Kanowski, & Knecht, 2005. Knecht, Drager, Floeel, Lohmann,

Breitenstei, & συν., 2001). Ακολουθεί μια αναλυτικότερη προσέγγιση των ευρημάτων και των θεωριών αναφορικά με τη σχέση της πλευρίωσης για τη γλώσσα και της νοημοσύνης.

1.3.1 Νοημοσύνη και εγκεφαλική πλευρίωση

Οι διαφορές στην εγκεφαλική πλευρίωση για τη γλώσσα, οι οποίες σχετίζονται με τη νοημοσύνη έχουν μελετηθεί από έναν σχετικά μικρό αριθμό ερευνών που να διερευνούν άμεσα τη σχέση αυτή. Επιπλέον, τα εμπειρικά δεδομένα είναι μάλλον ετερόκλητα, καθώς οι μελέτες αυτές έχουν καταλήξει σε αντίθετα συμπεράσματα για τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και γλωσσικής πλευρίωσης.

Αρχικά, έχουν διατυπωθεί δύο αντικρουόμενες υποθέσεις για την εγκεφαλική έδρα της νοημοσύνης (Njemanze, 2005). Η πρώτη υπόθεση προτείνει ότι, η γενική νοητική ικανότητα αντιπροσωπεύεται διάχυτα σε ολόκληρο το φλοιό, και άρα ενδεχόμενη βλάβη σε οποιαδήποτε περιοχή του εγκεφάλου μπορεί να οδηγήσει σε νοητική μειονεξία (Satz, Strauss, & Whitaker, 1990. Thurstone, 1938. 1940). Βάσει αυτής της υπόθεσης, επομένως, είναι δύσκολο να ανιχνευθούν διαφορές στην εγκεφαλική πλευρίωση σε σχέση με τη νοημοσύνη. Αντιστρόφως, η δεύτερη υπόθεση, η ιεραρχική υπόθεση (hierarchical hypothesis) προτείνει ότι, κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του ανθρώπου κάποια περιοχή του εγκεφάλου έχει αποκτήσει κυρίαρχο ρόλο για τη γενική νοημοσύνη (Basso, De Renzi, Faglioni, Scotti, & Spinnler, 1973. Njemanze, 2005). Πιο συγκεκριμένα, έχει προταθεί ότι το νευρωνικό υπόστρωμα της νοημοσύνης βρίσκεται στο προμετωπιαίο φλοιό (Prabhakaran, & συν., 1997) και μάλιστα πρόσφατες μελέτες τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET) έχουν δείξει επιλεκτική ενεργοποίηση του πλευρικού προμετωπιαίου λοβού σε ένα ή σε αμφότερα τα ημισφαίρια (Duncan, & συν., 2000). Μάλιστα, σύμφωνα με μελέτη των Choi, Shamosh, Cho, DeYoung, Lee, και συνεργατών (2008) αυτή η ενεργοποίηση του προμετωπιαίου λοβού συνδέεται μόνο με τη ρέουσα νοημοσύνη (η οποία μετρήθηκε με τις Προοδευτικές Μήτρες του Raven), ενώ η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη (όπως μετρήθηκε με το WAIS) συνδεόταν με δομικές ασυμμετρίες (πάχος εγκεφαλικού φλοιού) κυρίως στο ΑΗ.

Ο Njemanze (2005) πραγματοποίησε μια μελέτη, στην οποία αξιολόγησε με άμεσο τρόπο την εγκεφαλική πλευρίωση σε σχέση με τη νοημοσύνη σε δείγμα 24

ατόμων μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler κατά τη διάρκεια χορήγησης του τεστ νοημοσύνης Προοδευτικές Μήτρες του Raven. Στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε ότι η γενική νοημοσύνη συνδέεται με νευρωνικά συστήματα που εδράζονται κυρίως μέσα σε ένα από τα δύο ημισφαίρια και συγκεκριμένα στο ημισφαίριο που λαμβάνουν χώρα γνωστικές διαδικασίες σε κάθε άτομο, όπως η γλωσσική παραγωγή και κατανόηση, και οι αντληπτικές και μνημονικές διεργασίες. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ενεργοποίηση του ΑΗ στα κορίτσια συγκριτικά με τα αγόρια, τα οποία χρησιμοποιούσαν συχνότερα το ΔΗ για την επίλυση των δοκιμασιών του τεστ νοημοσύνης (Njemanze, 2005). Ομοίως, οι Rhodes, Dustman και Beck (1969) κατέληξαν ότι η εγκεφαλική πλευρίωση σχετίζεται θετικά με τη νοημοσύνη, καθώς παρατήρησαν μεγαλύτερο βαθμό εγκεφαλικής πλευρίωσης στα παιδιά με υψηλές νοητικές ικανότητες.

Αντίθετα, οι Schmithorst και Holland (2007), παρόλο που κι αυτοί πρότειναν την ύπαρξη σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης, επεσήμαναν ότι ένα εκτεταμένο δίκτυο που αφορούσε τη γλωσσική λειτουργία σχετίζεται με τη νοημοσύνη (Schmithorst, & Holland, 2007). Μέρος αυτού του δικτύου, πιο συγκεκριμένα, περιελάμβανε τη λειτουργική συνδεσιμότητα (functional connectivity) μεταξύ της αριστερής περιοχής του Wernicke, της αριστερής οπίσθιας άνω κροταφικής έλικας και της περιοχής του Broca. Ωστόσο, από τα αποτελέσματα φάνηκε δια-ημισφαιρική συνδεσιμότητα μεταξύ αριστερής και δεξιάς περιοχής του Wernicke και ως εκ τούτου, η δεξιά περιοχή του Wernicke μαζί με το αριστερό δίκτυο γλωσσικής επεξεργασίας, που προαναφέρθηκε, βρέθηκε να συνδέεται με τη νοημοσύνη.

Όσον αφορά στη σχέση μεταξύ πλευρίωσης και επιπέδου της νοητικής ικανότητας, κάποια ερευνητικά ευρήματα έχουν δείξει ότι στα παιδιά με ΥΝ συναντάται συχνότερα μη τυπική πλευρίωση, άλλοτε με την επικράτηση κυρίως του ΔΗ και άλλοτε με συμμετρική ενεργοποίηση του εγκεφάλου (Ο' Boyle, & συν., 2005). Η Benbow (1986), οι Alexander, Ο' Boyle και Benbow (1996), οι Ο' Boyle και Benbow (1990) και οι Ο' Boyle, Gil, Benbow και Alexander (1994) πρότειναν ότι η ενισχυμένη ενεργοποίηση του ΔΗ μπορεί να σχετίζεται με την ΥΝ και τη χαρισματικότητα, ενώ παρατηρήθηκε και μια τάση οι χαρισματικοί έφηβοι να εμφανίζουν πιο συμμετρική εγκεφαλική λειτουργία (Ο' Boyle, Benbow, & Alexander, 1995). Παρόμοια εγκεφαλικά χαρακτηριστικά αναφορικά με την

πλευρίωση έχουν παρατηρηθεί και σε παιδιά με υψηλές μαθηματικές ικανότητες, καθώς τείνουν να εμφανίζουν αυξημένη συμμετοχή του ΔΗ κατά τη διάρκεια της βασικής επεξεργασίας των πληροφοριών, καθώς και αυξημένη δια-ημισφαιρική συνδεσιμότητα και αποτελεσματικότερη ανταλλαγή πληροφοριών (Ο' Boyle, 2008. Ο' Boyle, & συν., 2005. Singh, & Ο' Boyle, 2004). Τα ευρήματα αυτά αυτό ίσως να αντικατοπτρίζουν μια καλύτερη εγκεφαλική οργάνωση στα παιδιά με ΥΝ κι ότι χρησιμοποιούν πιο αποδοτικά και τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου (Torrance, & Mourad, 1979).

Παρόμοια αποτελέσματα, όμως, έχουν βρεθεί και για τα παιδιά με ΝΚ, καθώς κάποιες μελέτες έχουν δείξει ότι επιδεικνύουν μικρότερο βαθμό πλευρίωσης και άρα μεγαλύτερη εγκεφαλική συμμετρία, η οποία ενδεχομένως να αντικατοπτρίζει έναν λιγότερο αποδοτικό τρόπο λειτουργίας των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου στα παιδιά αυτά (Hartley, 1981. Kershner, 1972. Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985). Βέβαια, έχουν πραγματοποιηθεί και μελέτες, οι οποίες απέτυχαν να αναδείξουν κάποια σχέση μεταξύ νοημοσύνης και εγκεφαλικής πλευρίωσης για τη γλώσσα (Groen, & συν., 2012. Jansen, & συν., 2005). Ομοίως, σε μελέτη των Knecht και συνεργατών (2001) αξιολογήθηκε η νοημοσύνη και η πλευρίωση 326 ατόμων μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler χωρίς, ωστόσο, να βρεθεί συσχέτιση μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης, ενώ παράλληλα και οι Everts και συνεργάτες (2009) δεν επιβεβαίωσαν την ύπαρξη σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης.

Επομένως, η μεγαλύτερη εγκεφαλική συμμετρία αναφορικά με τις γλωσσικές λειτουργίες έχει παρατηρηθεί να επικρατεί στα άκρα της κανονικής κατανομής της νοημοσύνης (Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985). Ωστόσο, η ειδοποιός διαφορά είναι ότι στα παιδιά με ΥΝ παρατηρείται συχνότερα μια τάση για τυπική εγκεφαλική πλευρίωση, αλλά σε ένα μικρό βαθμό, ενώ στα παιδιά με ΝΚ παρατηρείται το αντίστροφο (Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985). Ομοίως, και για τους Annett και Manning (1989), η αριστερή ημισφαιρική εξειδίκευση φαίνεται να κοστίζει όχι μόνο στις λειτουργίες του ΔΗ, αλλά και στη γενική νοημοσύνη του ατόμου. Αξίζει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί για της σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι ετερόκλητα, καθώς στις έρευνες αυτές δεν έχουν συμπεριληφθεί στο δείγμα τους άτομα από όλο το φάσμα της νοητικής ικανότητας, συμπεριλαμβανομένων και των άκρων (παιδιά με ΥΝ και ΝΚ), ώστε να ελεγχθεί αν όντως η μεγαλύτερη εγκεφαλική συμμετρία απαντάται

συχνότερα στα άτομα των οποίων η νοημοσύνη βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής.

Τέλος, σημαντική παράμετρο για τη βαθύτερη κατανόηση των διαφορών στην εγκεφαλική πλευρίωση συγκριτικά με τη νοημοσύνη αποτελεί η διερεύνηση επιμέρους νοητικών ικανοτήτων, όπως ο λεκτικός και ο πρακτικός ΔΝ. Οι Mercure, Ashwin, Dick, Halit, Auyeung και συνεργάτες (2009) αξιολόγησαν την πλευρίωση 26 αγοριών με προκλητά δυναμικά (ERP) και κατέληξαν ότι η τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα σχετίζεται θετικά και με τα δύο είδη νοημοσύνης, λεκτικής και πρακτικής. Σε παρόμοια αποτελέσματα είχαν καταλήξει και σε προηγούμενη μελέτη σε ενήλικες (Mercure, Dick, Halit, & Johnson, 2007). Επιπλέον, σε πρόσφατη μελέτη των Berl, Mayo, Parks, Rosenberger, VanMeter και συνεργατών (2012) βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ λεκτικής νοημοσύνης και ισχυρής αριστερής πλευρίωσης της περιοχής του Wernicke. Τέλος, έχει βρεθεί σύνδεση μεταξύ μειονεξιών στη λεκτική νοημοσύνη και σε βλάβες του ΑΗ, ενώ μειονεξίες στην πρακτική νοημοσύνη έχουν συνδεθεί με βλάβες του ΔΗ (Bornstein, & Matarazzo, 1982. Glascher, Tranel, Paul, Rudrauf, Rorden, & συν., 2009).

Αντίθετα, σε έρευνα των Lidzba και συνεργατών (2011) βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ λεκτικής νοημοσύνης και μη τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα, καθώς όσο μεγαλύτερος ήταν ο λεκτικός ΔΝ, τόσο αυξανόταν και η εμπλοκή μετωπιαίων-κροταφικών περιοχών του ΔΗ κατά τη διάρκεια ενός τεστ λεξιλογικής κατανόησης. Ωστόσο, στη μελέτη αυτή δεν παρουσιάστηκε καμία συσχέτιση μεταξύ λεκτικής νοημοσύνης και πλευρίωσης κατά τη διάρκεια ενός τεστ λεξιλογικής παραγωγής (Lidzba, & συν., 2011).

1.3.2 Νοημοσύνη και προτίμηση χεριού

Ο τρόπος με τον οποίο η προτίμηση χεριού αλληλεπιδρά με τη γνωστική ικανότητα έχει αποτελέσει το αντικείμενο πολλών επιστημονικών συζητήσεων και ερευνών (Corballis, Hattie, & Fletcher, 2008), οι οποίες έχουν καταλήξει σε αντιφατικά αποτελέσματα (Annett, & Turner, 1974. Ghayas, & Adil, 2007. Natsopoulos, Xeromeritou, Kiosseoglou, & Alevriadou 1998. Nicholls, & συν., 2010). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η μη τυπική προτίμηση χεριού σχετίζεται άλλοτε με μειονεξίες, όπως η ΝΚ (Annett, & Turner, 1974. Batheja, & McManus,

1985. Bishop, 1983. Bradshaw-McAnulty, Hicks, & Kinsbourne, 1984. Carlier, Stefanini, Deruelle, Volterra, Doyen, & συν., 2006. Dart, 1938. Gordon, 1921. Grouios, & συν., 1999. Hicks, & Barton, 1975. Leconte, & Fagard, 2006. Lucas, Rosenstein, & Bigler, 1989. Morris, & Ronski, 1993. Nettle, 2003. Pipe, & Beale, 1983. Porac, & συν., 1980. Searleman, Cunningham, & Goodwin, 1988. Soper, Satz, Orsini, Van Grop, & Green, 1987. Wilson, & Dollan, 1931), ενώ άλλες μελέτες συνδέουν τη μη τυπική προτίμηση χεριού με γνωστικά πλεονεκτήματα, όπως η μαθηματική ικανότητα (Annett, & Kilshaw, 1982) και η YN (Benbow, 1986. Douglas, Ross, & Cooper, 1967. Ghayas, & Adil, 2007. Halpern, & συν., 1998. Hicks, & Dusek, 1980. Newcombe, Ratcliff, Carrivick, Hiorns, Harrison, & συν., 1975. Ostatnikova, & συν., 2002).

Ειδικότερα, όσον αφορά στη σχέση μεταξύ χαμηλής νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, μελέτες έχουν δείξει ότι άτομα με NK χαρακτηρίζονται από αυξημένη επικράτηση αμφιδεξιότητας και αριστερής προτίμησης χεριού, η οποία μπορεί να αποδοθεί σε εγκεφαλική βλάβη (Hicks, & Barton, 1975) ή αναπτυξιακή ανωριμότητα (Pickersgill, & Pank, 1970). Αντίστοιχα, ο Bryson (1990) πρότεινε ότι η εμφάνιση της αριστεροχειρίας σε άτομα με βαριά και βαθιά NK μπορεί να εξηγηθεί ως το αποτέλεσμα της παθολογίας του ΑΗ ή της ατελής εγκεφαλικής πλευρίωσης.

Σε μελέτη των Ross, Lipper και Auld (1987) βρέθηκε ότι παιδιά με χαμηλό ΔΝ (<85), καθώς και χαμηλότερο βάρος γέννησης (<1500 γρ.) εμφάνιζαν συχνότερα μικτή ή αριστερή προτίμηση χεριού συγκριτικά με παιδιά ΦΝ, ενώ σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Saigal, Rosenbaum, Szatmari και Hoult (1992) σε παιδιά με ακόμη χαμηλότερο ΔΝ (<70) και περισσότερο ελλιποβαρή κατά τη γέννησή τους (<1000 γρ.). Λίγα χρόνια αργότερα, οι Ross, Lipper και Auld (1992) κατέληξαν σε αντίστοιχα αποτελέσματα σύμφωνα με τα οποία η μη τυπική προτίμηση χεριού συνδέεται με γνωστικά και συμπεριφορικά ελλείμματα. Οι Morris και Ronsky (1993) εξέτασαν την προτίμηση χεριού σε 50 άτομα με NK και βρήκαν ότι το 19% του πληθυσμού ήταν αριστερόχειρες και το 32% αμφιδέξιοι, ενώ και οι Grouios και συνεργάτες (1999) βρήκαν αυξημένα ποσοστά μη δεξιοχειρίας σε άτομα με NK ιδιοπαθούς ή άγνωστης φύσεως. Παρομοίως, η μελέτη των Johnston, Nicholls, Shah και Shields (2009) κατέληξε ότι τα αριστερόχειρα παιδιά είχαν χαμηλές επιδόσεις σε ένα ευρύ φάσμα ακαδημαϊκών τεστ σε σύγκριση με τους δεξιόχειρες

συνομηλίκους τους, ενώ τα αμφιδέξια παιδιά ακόμη χαμηλότερες συγκριτικά με τους αριστερόχειρες και τους δεξιόχειρες.

Επιπλέον, έχουν πραγματοποιηθεί και μεγάλης κλίμακας μελέτες, οι οποίες έχουν δείξει παρόμοια αποτελέσματα. Οι Peters, Reimers και Manning (2006) συνέλεξαν στοιχεία από 255.100 άτομα μέσω του διαδικτύου, τα οποία ρωτήθηκαν ποιο χέρι χρησιμοποιούν για να γράφουν και απάντησαν βάσει μιας 5-βάθμιας κλίμακα (αριστερή προτίμηση χεριού, συνήθως αριστερή, και με τα δύο χέρια, συνήθως δεξιά και δεξιά προτίμηση χεριού). Τα αμφιδέξια άτομα εμφάνισαν σημαντικά χαμηλότερη χωρική ικανότητα, σε σχέση με τα άτομα με ισχυρή προτίμηση χεριού είτε προς τα αριστερά, είτε προς τα δεξιά (Peters, & συν., 2006). Σε μια δεύτερη μελέτη ως μέρος ενός τηλεοπτικού προγράμματος, οι Corballis και συνεργάτες (2008) κατέγραψαν την προτίμηση χεριού και του ΔΝ σε 1.355 άτομα, στο οποίο οι συμμετέχοντες ανέφεραν αν είχαν δεξιά, αριστερή ή μικτή προτίμηση χεριού. Τα άτομα που δήλωσαν μικτή προτίμηση χεριού είχαν χαμηλότερες επιδόσεις σε μια σειρά γνωστικών τεστ, συμπεριλαμβανομένης της αριθμητικής, της μνήμης και της συλλογιστικής ικανότητας.

Περαιτέρω, θα μπορούσαμε να ταξινομήσουμε τις μελέτες που συνδέουν τη μη τυπική προτίμηση χεριού με τη ΝΚ σε εκείνες που αναφέρουν ότι μόνο η μικτή προτίμηση συνδέεται με τη ΝΚ (Annett, & Turner, 1974. Crow, Crow, Done, & Leask, 1998. Leconte, & Fagard, 2006. Tierney, Smith, Axworthy, & Ratcliffe, 1984) και σε εκείνες που συνδέουν μόνο την αριστεροχειρία με τη ΝΚ (Bradshaw-McAnulty, & συν., 1984. Gregory, & Paul, 1980. Johnston, & συν., 2009. Resch, Haffner, Parzer, Pfueller, Strehlow, & συν., 1997. Searleman, & συν., 1988).

Αναλυτικότερα, οι Crow και συνεργάτες (1998) χρησιμοποίησαν ένα δείγμα 12.770 παιδιών στη Μεγάλη Βρετανία στα οποία χορήγησαν μια δοκιμασία αξιολόγησης όχι μόνο της κατεύθυνσης, αλλά και του βαθμού προτίμησης χεριού, καθώς και ένα ευρύ φάσμα γνωστικών τεστ, συμπεριλαμβανομένων της λεκτικής και μη λεκτικής ικανότητας, μαθηματικής ικανότητας κ.ά. Οι ερευνητές παρατήρησαν τις χαμηλότερες λεκτικές και πρακτικές νοητικές επιδόσεις μεταξύ αμφιδέξιων παιδιών συγκριτικά με τα παιδιά με σαφή δεξιά ή αριστερή προτίμηση χεριού. Με αφορμή αυτά τα αποτελέσματα υποστήριξαν ότι η προτίμηση χεριού και κατ' επέκταση η ημισφαιρική εξειδίκευση είναι το βασικό θεμέλιο για την εξέλιξη της γλώσσας και τις ανώτερες γνωστικές λειτουργίες στον άνθρωπο (Crow, & συν., 1998). Επομένως, τα

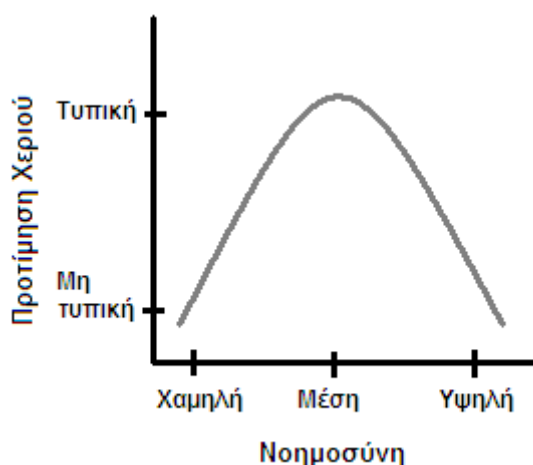
άτομα χωρίς παγιωμένη πλευρίωση είναι πιθανό να πάσχουν από «ημισφαιρική αναποφασιστικότητα», η οποία μειώνει την ακαδημαϊκή και νοητική τους ικανότητα (Crow, & συν., 1998). Ομοίως, οι Leconte και Fagard (2006) αξιολογώντας την προτίμηση χεριού 30 παιδιών με NK παρατήρησαν μικρότερο βαθμό συνέπειας στη χρήση κάποιου από τα δύο χέρια, με αποτέλεσμα τα παιδιά αυτά να είναι περισσότερο αμφιδέξια συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανωτέρω ερευνητές επεσήμαναν ότι κυρίως η διαφορά στο βαθμό προτίμησης χεριού, παρά η κατεύθυνση της, φαίνεται να σχετίζεται με τη NK (Leconte, & Fagard, 2006).

Από την άλλη πλευρά, οι Resch και συνεργάτες (1997) σε δείγμα 545 νέων ενηλίκων ανέφεραν χαμηλότερα επίπεδα γνωστικής ικανότητας σε αριστερόχειρες αναφορικά με την ορθογραφική τους ικανότητα, την ακαδημαϊκή επιτυχία και τη μη λεκτική νοημοσύνη συγκριτικά με μη αριστερόχειρες συνομηλίκους τους. Οι Johnston και συνεργάτες (2009) σε δείγμα 4.942 παιδιών ανέφεραν χαμηλά επίπεδα αριστερόχειρων σε ένα ευρύ φάσμα γνωστικών ικανοτήτων, όπως το λεξιλόγιο, η ανάγνωση, η γραφή, η κοινωνική ανάπτυξη και οι λεπτές κινητικές δεξιότητες. Επιπλέον, σε κάποιες μελέτες έγινε προσπάθεια συσχέτισης της αριστεροχειρίας με το βαθμό της NK, όπως στη μελέτη των Hicks και Barton (1975), οι οποίοι κατέληξαν ότι το 20,7% των ατόμων με ελαφριά και μέτρια NK ήταν αριστερόχειρες, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των ατόμων με βαριά και βαθιά NK ήταν 28%. Παρόμοια αποτελέσματα για τη σύνδεση της αριστεροχειρίας με το βαθμό της NK έδωσαν και οι Bradshaw-McAnulty και συνεργάτες (1984), καθώς και οι Lucas και συνεργάτες (1989), οι οποίοι παρατήρησαν διπλάσιο ποσοστό αριστερόχειρων ατόμων με βαθιά NK σε σύγκριση με άτομα με ελαφριά και μέτρια NK.

Όσον αφορά στη σχέση μεταξύ YN και προτίμησης χεριού, κάποιες έρευνες προτείνουν ότι τα άτομα με μη τυπική προτίμηση χεριού έχουν ως ένα βαθμό γνωστικό πλεονέκτημα έναντι των δεξιόχειρων και εμφανίζουν συχνότερα YN (Hicks, & Dusek, 1980. Ostatnikova, & συν., 2002). Οι Newcombe και συνεργάτες (1975), καθώς και η Benbow (1986) βρήκαν υψηλότερα ποσοστά νοημοσύνης σε αμφιδέξια άτομα, ενώ οι Ghayas και Adil (2007) ανέφεραν υψηλότερα ποσοστά νοητικών επιδόσεων μόνο μεταξύ αριστερόχειρων παιδιών. Ομοίως, οι Halpern και συνεργάτες (1998) αξιολόγησαν τα αποτελέσματα εισαγωγής στην ιατρική σχολή 150.000 φοιτητών και διαπίστωσαν ότι οι αριστερόχειρες είχαν καλύτερες επιδόσεις σε τεστ γνωστικής ικανότητας, όπως η λεκτική νοημοσύνη. Σύμφωνα με το McManus

(1997), παρόλο που ο μέσος όρος της νοημοσύνης των αριστερόχειρων είναι σχετικά χαμηλότερος συγκριτικά με τους δεξιόχειρες, η συχνότητα των αριστερόχειρων στο ανώτερο άκρο του φάσματος της νοητικής ικανότητας είναι μεγαλύτερη.

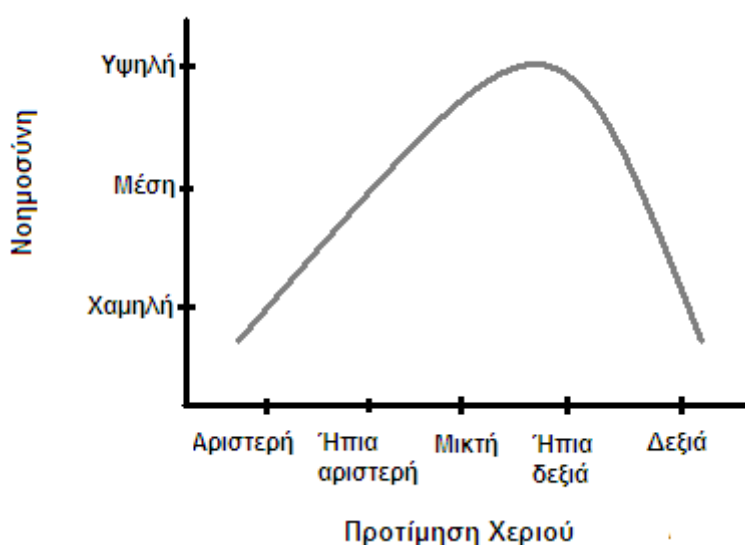
Τα αντικρουόμενα ευρήματα των ανωτέρω ερευνών σύμφωνα με τα οποία τα άτομα με μη τυπική προτίμηση χεριού φαίνεται να έχουν άλλοτε υψηλότερα ποσοστά νοημοσύνης και άλλοτε χαμηλή νοημοσύνης οδήγησαν στην υπόθεση ότι η σχέση μεταξύ του επιπέδου της νοημοσύνης και του βαθμού προτίμησης χεριού ίσως έχει το σχήμα ενός ανεστραμμένου U (βλ. Εικ. 1.13), σύμφωνα με το οποίο τα άτομα των οποίων η νοημοσύνη βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική προτίμηση χεριού (Hicks, & Dusek, 1980). Μάλιστα, ο Hardyck (1977) βρήκε υψηλότερα ποσοστά αριστεροχειρίας στα παιδιά με ΥΝ και ΝΚ και συγκεκριμένα 8/πλάσιες πιθανότητες εμφάνισης αριστεροχειρίας σε παιδιά με τυπική απόκλιση νοημοσύνης δύο μονάδες κάτω από τη ΦΝ και 6/πλάσιες πιθανότητες εμφάνισης αριστεροχειρίας σε παιδιά με τυπική απόκλιση νοημοσύνης 2,25 μονάδες άνω του φυσιολογικού.



Εικόνα 1.13. Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, σύμφωνα με την οποία έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U με τα άτομα των οποίων η νοημοσύνη βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική προτίμηση χεριού (Hicks, & Dusek, 1980).

Η Annett (1992. 1993α. 1993β. 2002), ωστόσο, επεσήμανε ότι το σχήμα του ανεστραμμένου U που αντικατοπτρίζει τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού (βλ. Εικ. 1.14), δηλώνει πως τα άτομα των οποίων η προτίμηση χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα χαμηλές νοητικές ικανότητες και μάλιστα ότι το σχήμα αυτό έχει μια δεξιά τάση (βλ.

αναλυτικότερα υποκεφ. 1.3.3.1). Η Annett στήριξε τη δική της υπόθεση σε μελέτες της, στις οποίες παρατήρησε υψηλότερα ποσοστά νοημοσύνης και ακαδημαϊκών επιδόσεων σε μη ισχυρούς δεξιόχειρες και αριστερόχειρες, κυρίως βάσει της δεξιότητας χεριού (Annett, 1992. 1993α. 2002. Annett, & Manning, 1989. 1990). Οι Annett & Manning (1989) μελέτησαν δείγμα 348 παιδιών στη Μεγάλη Βρετανία και παρατήρησαν ισχυρή τάση προς τη δεξιοχειρία σε παιδιά ΝΚ συγκριτικά με παιδιά ΥΝ, η οποία οφείλεται κυρίως στις φτωχές δεξιότητες του αριστερού χεριού κι όχι στις αυξημένες δεξιότητες του δεξιού χεριού. Επιπλέον, η Annett (1992) πραγματοποίησε μια έρευνα με δείγμα 459 έφηβους και 428 φοιτητές και κατέληξε στην ύπαρξη γνωστικού πλεονεκτήματος μεταξύ των ατόμων με ήπια δεξιοχειρία. Σε αντίστοιχα ευρήματα, κατέληξε και ο Casey (1995) αναφέροντας υψηλότερα ποσοστά μη ισχυρής δεξιοχειρίας μεταξύ των ατόμων με ΥΝ συγκριτικά με μη δεξιόχειρες και ισχυρούς δεξιόχειρες.



Εικόνα 1.14. Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, σύμφωνα με τη θεωρία της Annett (1992. 1993α. 1993β. 2002). Βάσει της θεωρίας αυτής, η σχέση νοημοσύνης και προτίμησης χεριού έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U με τα άτομα των οποίων η προτίμηση χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα χαμηλές νοητικές ικανότητες, ενώ τα άτομα με ήπια δεξιοχειρία την υψηλότερη νοημοσύνη.

Ομοίως, οι Crow και συνεργάτες (1998) παρατήρησαν χαμηλές γνωστικές επιδόσεις στα παιδιά με ισχυρή προτίμηση χεριού ανεξάρτητα από την κατεύθυνση (αριστερή ή δεξιά), εύρημα το οποίο συνάδει με τα ευρήματα της Annett (1992.

1993α. 1993β. 2002. Annett, & Manning, 1989). Ωστόσο, στην έρευνα αυτή εντοπίστηκαν ακόμη χαμηλότερες επιδόσεις στα παιδιά με μικτή προτίμηση χεριού, εύρημα το οποίο επιβεβαίωσαν και οι Leask και Crow (2001) αναλύοντας ξανά τα δεδομένα της μελέτης των Crow και συνεργατών (1998). Σε παρόμοια ευρήματα κατέληξε και ο Nettle (2003) τονίζοντας πως η μέση νοητική ικανότητα αυξάνεται καθώς μεγαλώνει ο βαθμός προτίμησης χεριού ανεξάρτητα από την κατεύθυνση.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει, επίσης, μια πρόσφατη μελέτη των Nicholls και συνεργατών (2010), οι οποίοι σε ένα βαθμό επιβεβαίωσαν την υπόθεση της Annett για τη σχέση νοημοσύνης και προτίμησης χεριού. Ειδικότερα, στη μελέτη αυτή το δείγμα αποτέλεσαν 895 άτομα, στα οποία χορηγήθηκε ένα τεστ γενικής γνωστικής ικανότητας (Brain Resource Cognition Battery – Gordon, 2003)¹³ και δύο δοκιμασίες, μία για την αξιολόγηση της προτίμησης χεριού (Annett Handedness Questionnaire – Annett, 1970) και μία για τη δεξιότητα χεριού (οι συμμετέχοντες καλούνταν να πατήσουν με το δείκτη τους όσους περισσότερους κύκλους μπορούσαν σε 30 δευτερόλεπτα πάνω σε μια οθόνη αφής χρησιμοποιώντας καθένα από τα δύο τους χέρια). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα άτομα με μέτρια δεξιοχειρία είχαν υψηλότερες νοητικές επιδόσεις σε σύγκριση με της ισχυρούς αριστερόχειρες και δεξιόχειρες, ενώ τα χαμηλότερα ποσοστά νοητικής ικανότητας βρέθηκαν μεταξύ των αριστερόχειρων συγκριτικά με τους δεξιόχειρες. Επομένως, τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν την υπόθεση της Annett, η οποία προβλέπει γνωστικά μειονεκτήματα στους ισχυρούς δεξιόχειρες και αριστερόχειρες (Annett, 1992. 1993^α. 1993β. 2002. Annett, & Manning, 1989. 1990) και παράλληλα συνάδουν με πρόσφατα εμπειρικά δεδομένα που καταδεικνύουν χαμηλότερη νοητική ικανότητα στους αριστερόχειρες (Johnston, & συν., 2009).

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως κάποιες μελέτες κατέληξαν στην απουσία οποιαδήποτε σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού (Barry, & James, 1978. Bishop, 1980. Cole, 1997. Gibson, 1973. Hardyck, & συν., 1976. Harvey, 1988. Keller, Croake, & Riesenman, 1973. Reed, & Reitan, 1969. Roberts, 1974. Sulzbacher, Thomson, Farwell, Temkin, & Holubkov, 1994). Ειδικότερα, σε

¹³ Το Brain Resource Cognition Battery (για λεπτομέρειες βλ. Gordon, 2003) αποτελεί μια μπαταρία με γνωστικές κλίμακες που αξιολογούν ικανότητες, όπως προσοχή, μνήμη, λεκτική και οπτικοχωρική ικανότητα κ.ά. Από τα αποτελέσματα κάθε γνωστικής κλίμακας εξάγεται ένα γενικό πηλίκο γνωστικής ικανότητας (“g”).

μελέτη των Scheirs και Schijndel (1996) δεν βρέθηκε καμία διαφορά στη νοημοσύνη, είτε λεκτική, είτε πρακτική, μεταξύ 182 δεξιόχειρων και μη δεξιόχειρων ατόμων. Σε αντίστοιχα ευρήματα καταλήγει και ο Piro (1998), ο οποίος δεν βρήκε καμία διαφορά στην προτίμηση χεριού μεταξύ 657 παιδιών με ΥΝ και ΦΝ. Οι McManus και συνεργάτες (1993) αξιολόγησαν την προτίμηση χεριού σε 431 φοιτητές ιατρικής και 45 μαθητές με διαφορετικούς βαθμούς δεξιοχειρίας και δεν βρήκαν καμία συσχέτιση μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης χεριού.

Ομοίως, οι Cerone και McKeever (1999) σε δείγμα 259 δεξιόχειρων δεν βρήκαν καμία σχέση μεταξύ του βαθμού δεξιοχειρίας και της επιδόσεως τους σε τεστ λεκτικής και πρακτικής ικανότητας. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και από τους Palmer και Corballis (1996) σε δείγμα 345 παιδιών. Τέλος, οι Mayringer και Wimmer (2002) αξιολογώντας 530 αγόρια δεν βρήκαν κανένα γνωστικό έλλειμμα αναφορικά με την πρακτική νοημοσύνη, την ανάγνωση και την ορθογραφία σε παιδιά με μικτή προτίμηση χεριού. Οι Crow και συνεργάτες (1998), όμως, επεσήμαναν πως το γεγονός ότι κάποιες μελέτες απέτυχαν να επιδείξουν ισχυρή και σταθερή συσχέτιση μεταξύ προτίμησης χεριού και γνωστικής ικανότητας (π.χ. Bishop, 1990. Hardyck, & συν., 1976. Whittington, & Richards, 1991) μπορεί να αποδοθεί στην αντιμετώπιση της προτίμησης χεριού ως διχοτομικής κι όχι συνεχούς μεταβλητής ή στην ανεπαρκή υποδιαίρεση του συνεχούς φάσματος της δεξιότητας του χεριού (Palmer, & Corballis, 1996).

Κατά αντιστοιχία με τη μελέτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης και της σχέσης της με τη νοημοσύνη, σημαντική παράμετρο στη σχέση μεταξύ προτίμησης χεριού και νοημοσύνης αποτελεί, περαιτέρω, και η διερεύνηση πιθανών διαφορών στην προτίμηση/δεξιότητα χεριού και τις επιμέρους νοητικές ικανότητες που απαρτίζουν τη γενική νοημοσύνη, όπως η λεκτική και πρακτική νοημοσύνη (Rourke, & Telegdy, 1971). Αρχικά, υπάρχουν έρευνες που έχουν καταλήξει ότι η υψηλή λεκτική νοημοσύνη συνδέεται κυρίως με τη μη τυπική προτίμηση/δεξιότητα χεριού συγκριτικά με την πρακτική νοημοσύνη. Ειδικότερα, σε έρευνες των Levy (1969, 1972) και Miller (1971), οι μη δεξιόχειρες και κυρίως οι αμφιδέξιοι βρέθηκαν να έχουν υψηλότερες επιδόσεις στη λεκτική νοημοσύνη παρά στην πρακτική νοημοσύνη σε σχέση με τους δεξιόχειρες. Ο Mascie-Taylor (1980) μελετώντας την προτίμηση χεριού σε 687 άτομα βρήκε υψηλότερα ποσοστά αριστερόχειρων μεταξύ ατόμων με υψηλή λεκτική νοημοσύνη και χαμηλότερα ποσοστά αριστερόχειρων μεταξύ ατόμων

με υψηλή πρακτική νοημοσύνη συγκριτικά με τους δεξιόχειρες και τα αμφιδέξια άτομα, ενώ ο Tan (1988) βρήκε υψηλότερα ποσοστά ισχυρών δεξιόχειρων μεταξύ ατόμων με χαμηλή μη λεκτική νοημοσύνη.

Η Annett (1970), ωστόσο, κατέληξε σε αντίθετα ευρήματα, καθώς τα παιδιά με χαμηλό λεκτικό ΔΝ (<70) παρουσίαζαν συχνότερα μικτή προτίμηση χεριού, ενώ όσον αφορά στην ταχύτητα με την οποία επιτελούσαν μια δοκιμασία δεξιότητας χεριού (peg-moving test, βλ. αναλυτικότερα υποκεφ. 3.2.5) έτειναν να είναι περισσότερο αργά και με τα δύο χέρια και κυρίως με το αριστερό. Βάσει των ευρημάτων της, η Annett (2002) υπέθεσε ότι η ύπαρξη χαμηλών λεκτικών νοητικών επιδόσεων παρατηρείται κυρίως σε παιδιά των οποίων ο βαθμός προτίμησης χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής και συγκεκριμένα στους αριστερόχειρες και τους ισχυρούς δεξιόχειρες, ενώ οι υψηλότεροι δείκτες λεκτικής νοημοσύνης εμφανίζονται στα παιδιά με ήπια και μέτρια δεξιοχειρία. Αναφορικά με την πρακτική νοημοσύνη, όπως μετρήθηκε με τις ΠΠΜ-R, χαμηλές επιδόσεις εμφανίστηκαν μόνο στους ισχυρούς δεξιόχειρες, βάσει της δεξιότητας χεριού (Annett, 1993β. 2002. Annett, & Manning, 1989), ενώ οι υψηλότερες επιδόσεις πρακτικής νοημοσύνης παρατηρήθηκαν μεταξύ των πιο ισχυρών αριστερόχειρων και αμφιδέξιων παιδιών (Annett, 1992).

Μία τελευταία σημαντική παράμετρος στη σχέση μεταξύ προτίμησης χεριού και νοημοσύνης αποτελεί ο ρόλος των διαφυλικών διαφορών (Halpern, & συν., 1998). Ειδικότερα, σε σχέση με την προτίμηση χεριού έχουν βρεθεί υψηλότερα ποσοστά ΝΚ, καθώς και φτωχές λεκτικές επιδόσεις μεταξύ αγοριών με αριστερή προτίμηση χεριού σε σχέση με τα κορίτσια (Batheja, & McManus, 1985. Pipe, 1988). Ομοίως, οι Johnston και συνεργάτες (2009) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα αγόρια με μη τυπική προτίμηση χεριού, είτε αριστερή, είτε μικτή εμφανίζουν χαμηλότερες γνωστικές επιδόσεις συγκριτικά με τα κορίτσια αντίστοιχης προτίμησης χεριού. Αντίθετα, ο Allioti (1981) κατέληξε σε θετική συσχέτιση μεταξύ αριστερής προτίμησης χεριού και νοημοσύνης, μόνο όμως για τα αγόρια, ενώ για τα κορίτσια όλων των νοητικών βαθμίδων έχουν βρεθεί υψηλότερα ποσοστά δεξιοχειρίας (Annett, 2002. Annett, & Manning, 1989).

Παρόμοια αποτελέσματα έχει κατ' επανάληψη επισημάνει η Benbow και οι συνεργάτες της αναφορικά με την υπεροχή των αριστερόχειρων αγοριών μεταξύ ατόμων με ΥΝ και χαρισματικότητα (Benbow, 1986. 1988. Benbow, & Lubinski,

1993. O'Boyle, & συν., 1995). Ειδικότερα, η αναλογία των αριστερόχειρων αγοριών μεταξύ των παιδιών με ΥΝ φάνηκε να αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό, καθώς αυξάνονταν και οι νοητικές επιδόσεις, ενώ παράλληλα το ποσοστό των αριστερόχειρων σε αυτή την ομάδα βρέθηκε να είναι περίπου διπλάσιο σε σχέση με την αναμενόμενη αναλογία των αριστερόχειρων στο γενικό πληθυσμό (Benbow, 1988). Ωστόσο, αυτές οι διαφυλικές διαφορές στην προτίμηση χεριού εντοπίζονταν κυρίως σε λογικο-μαθηματικές παρά σε λεκτικές δοκιμασίες (Benbow, 1986. 1988). Η Annett (2002), τέλος, σημειώνει ότι τα παιδιά και των δύο φύλων με ήπια δεξιοχειρία εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές επιδόσεις επισημαίνοντας τη σημαντική υπεροχή των αγοριών σε σχέση με τα κορίτσια, τόσο στη λεκτική, όσο και στην πρακτική νοημοσύνη.

1.3.3 Θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης

Από την ανασκόπηση των μελετών αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης διαφαίνεται η ασυνέπεια των αποτελεσμάτων και η δυσκολία αποσαφήνισης της ανωτέρω σχέσης και των παραγόντων που την καθορίζουν. Ακολουθούν οι πιο σημαντικές θεωρίες, οι οποίες προσπαθούν να οριοθετήσουν και να διασαφηνίσουν την σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης υπό το πρίσμα βιολογικών, γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

1.3.3.1 Γενετικές θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης

Μία από τις πρώτες γενετικές θεωρίες διατυπώθηκε από τον McManus (1985), σύμφωνα με την οποία η προτίμηση χεριού καθορίζεται από ένα γονίδιο με δύο αλληλόμορφα. Το αλληλόμορφο D προδιαγράφει τη δεξιοχειρία και το αλληλόμορφο C την τυχαιότητα ως προς την προτίμηση χεριού, ώστε τα άτομα που είναι ομόζυγα με το αλληλόμορφο C είναι πιο πιθανό να είναι αριστερόχειρες, ενώ τα ομόζυγα άτομα με το αλληλόμορφο D είναι δεξιόχειρες (βλ. υποκεφ. 1.2.2.1). Προκειμένου το αλληλόμορφο C να συνεχίσει να υπάρχει, και οι αριστερόχειρες να συνεχίσουν να υπάρχουν ως μειονότητα, ο McManus (2002) υποστήριξε ότι ορισμένοι τουλάχιστον αριστερόχειρες θα πρέπει να έχουν γνωστικό πλεονέκτημα σε σχέση με τα άτομα με μικτή ή δεξιά προτίμηση χεριού.

Μια άλλη θεωρητική προσέγγιση, η γενετική θεωρία της δεξιάς μετατόπισης της Annett (Right Shift Theory, για λεπτομέρειες βλ. υποκεφ. 1.2.2.1) προτείνει την ύπαρξη ενός γονιδίου (RS), το οποίο ευθύνεται για τη γενετική προδιάθεση των ατόμων προς τη δεξιοχειρία, βάσει της δεξιότητας χεριού, ενώ οι μηχανισμοί που σχετίζονται με τη μη τυπική προτίμηση χεριού είναι μία συνάρτηση φυσιολογικής γενετικής ποικιλομορφίας κι όχι αναπτυξιακής παθολογίας (Annett, 1972. 1985). Όσον αφορά στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης, η Annett υποστήριξε την ιδέα ότι υπάρχει ένας ανθρώπινος ισορροπημένος πολυμορφισμός (human balanced polymorphism), σύμφωνα με τον οποίο τα άτομα με ήπια προτίμηση του δεξιού χεριού δύνανται να εμφανίσουν υψηλότερη νοημοσύνη σε αντίθεση με τα άτομα που εκδηλώνουν την τάση για ισχυρή δεξιά ή αριστερή προτίμηση χεριού (Annett, & Kilshaw, 1984).

Η υπόθεση του ανθρώπινου ισορροπημένου πολυμορφισμού για την πλευρίωση και τη νοημοσύνη προέκυψε από την ιδέα ότι η εξειδίκευση του ΑΗ για τη γλώσσα και η προτίμηση χεριού ελέγχονται από ένα γονίδιο με δύο αλληλόμορφα, το κυρίαρχο (RS+), το οποίο παρέχει κάποιο πλεονέκτημα στο ΑΗ για της γλωσσικές λειτουργίες και οδηγεί στη δεξιοχειρία και το υπολειπόμενο (RS-), το οποίο εμφανίζεται ουδέτερο, καθώς επιτρέπει η προτίμηση χεριού να καθορίζεται βάσει τυχαίων παραγόντων (Annett, 1978. 1985. 2002). Ειδικότερα, η Annett (1978) πρότεινε την ύπαρξη ενός ετερόζυγου πλεονεκτήματος (heterozygote advantage), επειδή από τους πιθανούς συνδυασμούς των δύο αυτών αλληλόμορφων, ο ετερόζυγος γονότυπος RS+- φαίνεται να είναι ο πλέον ευνοϊκός, αφού η συχνότητα του είναι όσο το δυνατόν υψηλότερη γίνεται για έναν γονιδιακό τόπο, ενώ ο ομόζυγος γονότυπος RS++ πρέπει να έχει μειονεκτήματα, αλλιώς θα είχε εξαπλωθεί σε όλο τον πληθυσμό και θα είχε εξαλείψει το γονότυπο RS--. Μάλιστα, υποστηρίζει ότι το αλληλόμορφο RS- παραμένει, επειδή συμβάλλει στο ετερόζυγο αυτό πλεονέκτημα (Annett, 1978. 1985. 2002). Έτσι, όποιο άτομο κληρονομεί ένα αλληλόμορφο RS+ και ένα RS- θα είναι συνήθως δεξιόχειρας (ήπιου-μέτριου βαθμού) με τυπική εγκεφαλική πλευρίωση και φυσιολογικό γνωστικό προφίλ (Annett, 1985). Αντίθετα, άτομα τα οποία είναι ομόζυγα με το αλληλόμορφο RS- (50% αριστερόχειρες, 50% δεξιόχειρες) ή το αλληλόμορφο RS+ (ισχυροί δεξιόχειρες στην πλειοψηφία των περιπτώσεων) τείνουν να εμφανίζουν γνωστικά μειονεκτήματα (Annett, 1985).

Επομένως, η κύρια υπόθεση βάσει της εν λόγω θεωρίας αναφορικά με τη σχέση της προτίμησης χεριού με τη νοητική ικανότητα είναι η ύπαρξη χαμηλών νοητικών επιδόσεων σε παιδιά των οποίων ο βαθμός προτίμησης χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής, ώστε οι ισχυροί δεξιόχειρες και οι αριστερόχειρες να εμφανίζουν συχνότερα ΝΚ, ενώ τα άτομα με ήπια έως μέτρια δεξιά προτίμηση χεριού να εμφανίζουν συχνότερα ΥΝ εξαιτίας του ετερόζυγου πλεονεκτήματος που τους παρέχει το γονίδιο RS+- (Annett, 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989).

Μία ακόμη υπόθεση που πρότειναν οι Annett και Manning (1989) είναι ότι η σχέση μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης εξαρτάται όχι από το πόσο ισχυρή είναι η δεξιά προτίμηση, αλλά από το πόσο αδύναμη είναι η αριστερή προτίμηση χεριού. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές πρότειναν ότι η ισχυρή τάση δεξιάς προτίμησης χεριού είναι από μόνη της μια λειτουργία που αυξάνει την αδυναμία του αριστερού χεριού, κι όχι τη δύναμη του δεξιού χεριού κι ότι η λειτουργική εξειδίκευση των ημισφαιρίων του εγκεφάλου εξαρτάται κυρίως από την αδυναμία του ΔΗ κι όχι τη δύναμη του ΑΗ (Annett, & Manning, 1989. Kilshaw, & Annett, 1983). Το εύρημα αυτό, μάλιστα, είναι σε συμφωνία με τη διαπίστωση ότι οι ημισφαιρικές ασυμμετρίες του κροταφικού πεδίου (planum temporale) εξαρτώνται από τη μεταβλητότητα του ΔΗ κι όχι του ΑΗ (Galaburda, Corsiglia, Rosen, & Sherman, 1987).

1.3.3.2 Περιβαλλοντικές θεωρίες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης

Η θεωρία των Geschwind και Galaburda (1985. 1987) προσπαθεί, επίσης, να εξηγήσει τη σχέση μεταξύ συμπεριφορικής πλευρίωσης και διαφόρων γνωστικών ικανοτήτων, αλλά και αναπτυξιακών διαταραχών. Σύμφωνα με την ανωτέρω θεωρία οι αριστερόχειρες τείνουν να εμφανίζουν ασυνήθιστες συμπεριφορές, οι οποίες εκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα και μπορεί να κυμαίνονται από τη δυσλεξία, τον αυτισμό, τον τραυλισμό, τη ΝΚ και τις αναπτυξιακές μαθησιακές διαταραχές έως την εξαιρετική επίδοση στα μαθηματικά (Geschwind, & Galaburda, 1985). Ειδικότερα, στο επίκεντρο της θεωρίας βρίσκεται η επίδραση της τεστοστερόνης στην καθυστέρηση της ανάπτυξης του ΑΗ και της αντισταθμιστικής ανάπτυξης του ΔΗ, το οποίο θεωρείται και η έδρα των χωρικών δεξιοτήτων (βλ. υποκεφ. 1.2.2.2). Έτσι, αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης αριστεροχειρίας και επικράτησης του ΔΗ για τη γλώσσα με αποτέλεσμα τα άτομα με αριστερή ή μικτή προτίμηση χεριού να

μειονεκτούν στη γλωσσική ανάπτυξη, αλλά να υπερτερούν στη χωρική και μαθηματική σκέψη (Geschwind, & Behan, 1982. Geschwind, & Galaburda, 1985. 1987). Οι Geschwind, και Galaburda (1985, σελ. 522), μάλιστα, αναφέρθηκαν στο φαινόμενο αυτό ως «παθολογία της υπεροχής».

Οι Geschwind και Behan (1982), περαιτέρω, υπέθεσαν πως τα αγόρια θα εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης και άρα συχνότερα αριστεροχειρία (Oldfield, 1971. Porac, & Coren, 1981) και υψηλές μαθηματικές κυρίως ικανότητες (Benbow, 1986). Σε μελέτη των Kutlu, Ekerbicer, Ari, Uyanik, Zeren και συνεργατών (2001) βρέθηκε ότι τα πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης μπορεί να επιδρούν αρνητικά στη νοημοσύνη, ενώ τα μέτρια επίπεδα σχετίζονται με πλεονεκτήματα για τη γενική ρέουσα νοημοσύνη. Τέλος, οι Bryden, McManus και Bulman-Fleming (1994) αξιολογώντας το μοντέλο των Geschwind και Galaburda ανέφεραν ότι παρόλο που κάποια εμπειρικά αποτελέσματα έχουν καταλήξει σε θετική σχέση μεταξύ αριστεροχειρίας και ατόμων που είναι εξαιρετικά ταλαντούχοι, τα ερευνητικά δεδομένα δεν έχουν δείξει καμία σχέση μεταξύ μη τυπικής πλευρίωσης και γενικής λεκτικής ή χωρικής ικανότητας στο γενικό πληθυσμό.

Μια δεύτερη περιβαλλοντική θεωρία, το μοντέλο της παθολογικής αριστεροχειρίας προτείνει ότι η αριστεροχειρία συνδέεται με ένα γενικό έλλειμμα στην γνωστική ικανότητα, γι' αυτό και τα ποσοστά αριστεροχειρίας σε ειδικούς πληθυσμούς, όπως τα άτομα με ΝΚ είναι σχεδόν διπλάσια συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό (Lucas, & συν., 1989. Silva, & Satz, 1979). Μια πιθανή αιτία αυτού του γνωστικού ελλείμματος είναι ότι η αριστεροχειρία αποκτάται λόγω εγκεφαλικής βλάβης ιδιαίτερα στο ΑΗ του εγκεφάλου προγεννητικά ή περιγεννητικά (Satz, 1972. Satz, & συν., 1985). Έτσι, τόσο η αριστεροχειρία, όσο και η μειωμένη γνωστική ικανότητα είναι το αποτέλεσμα κάποιας μορφής βλάβης του εγκεφάλου, η οποία βέβαια είναι αδύνατο να ευθύνεται για όλους τους αριστερόχειρες, αλλά ευθύνεται για κάποιο ποσοστό (Satz, & συν., 1985).

Η Bishop (1990) στα πλαίσια της παθολογικής θεωρίας προτείνει ότι τα παιδιά των οποίων ο βαθμός προτίμησης χεριού βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής είναι πιο πιθανό να έχουν υποστεί αναπτυξιακές βλάβες στον εγκέφαλο, οι οποίες προκάλεσαν κινητικές διαταραχές στα χέρια. Επιπλέον, σε μια εναλλακτική προσέγγιση της παθολογικής θεωρίας, την οποία αναφέρει ως υπόθεση της «αυξημένης τυχαιότητας» προτείνει ότι η απουσία προτίμησης χεριού κι όχι η

αριστεροχειρία είναι ιδιαίτερα συχνή σε άτομα με NK (Bishop, 1983. 1990). Έτσι, τα άτομα με μη συνεπή προτίμηση χεριού ανταποκρίνονται συνήθως τυχαία σε δοκιμασίες προτίμησης χεριού, γεγονός που δηλώνει ότι η μη δεξιοχειρία σε άτομα με NK ενδέχεται να σημαίνει μια αυξημένη τάση προς τυχαία συμπεριφορική πλευρίωση (Bishop, 1983. 1990).

1.3.3.3 Η θεωρία της κυμαινόμενης ασυμμετρίας

Κάθε οργανισμός διακρίνεται από αναπτυξιακή σταθερότητα (developmental stability), αλλά και ως ένα βαθμό από αναπτυξιακή αστάθεια (developmental instability) (Thoma, Yeo, Gangestad, Halgren, Sanchez, & συν., 2005). Η αναπτυξιακή σταθερότητα αναφέρεται στην ικανότητα του οργανισμού να αναπτύσσει τον κατάλληλο για το είδος του φαινότυπο, παρά τις γενετικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις που τείνουν να διαταράξουν την ανάπτυξη του, όπως οι μεταλλάξεις, οι τοξίνες, οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι τραυματισμοί και η πείνα (Møller, & Swaddle, 1997. Yeo, & Gangestad, 1998). Επιπλέον, προγεννητικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως το στρες, η έκθεση σε ακραίες θερμοκρασίες και η μόλυνση μπορεί να μειώσουν την αναπτυξιακή σταθερότητα των οργανισμών (Møller, & Swaddle, 1997. Zakharov, 2003). Η αναπτυξιακή σταθερότητα, επομένως, είναι ανάλογη της ικανότητας ενός κατασκευαστή να μετατρέψει ένα σχέδιο (γονότυπος) σε ένα καλά δομημένο σπίτι (φαινότυπος) (Prokosch, Yeo, & Miller, 2005).

Από την άλλη πλευρά, η αναπτυξιακή αστάθεια αναφέρεται στην ασαφή έκφραση του φαινοτυπικού σχεδιασμού, λόγω διαταραχών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (Prokosch, & συν., 2005). Σημαντικό δείκτη για τη μέτρηση της αναπτυξιακής αστάθειας αποτελεί η κυμαινόμενη ασυμμετρία (KA), η οποία ορίζεται ως η απόκλιση από τη συμμετρία σε αμφίπλευρα χαρακτηριστικά που είναι συμμετρικά στο μέσο όρο του πληθυσμού και παρουσιάζουν το σχήμα μιας κωδωνοειδούς κατανομής (Johnson, Segal, & Bouchard, 2008. Møller, & Swaddle, 1997. Thoma, & συν., 2005. Van Dongen, & Gangestad, 2011. Yeo, & Gangestad, 1998. Yeo, Gangestad, & Thoma, 2007). Όταν ένας οργανισμός είναι καλά προσαρμοσμένος στο αναπτυξιακό του περιβάλλον (δηλαδή έχει αναπτυξιακή σταθερότητα), η ανάπτυξη των αμφίπλευρων χαρακτηριστικών που είναι συμμετρικά

εκ σχεδιασμού θα είναι, κατά μέσο όρο, πιο συμμετρική (Thoma, & συν., 2005). Αντίθετα, η έκθεση σε αναπτυξιακές διαταραχές και η αδυναμία να αντισταθεί στα αποτελέσματά της μπορεί να οδηγήσει σε αναπτυξιακή ανωμαλία και λεπτές διαρθρωτικές ανωμαλίες, όπως η μη τυπική ασυμμετρία χαρακτηριστικών του σώματος (Thoma, & συν., 2005. Yeo, & συν., 2007). Η ΚΑ συνδέεται αρνητικά με κάποιες μεταβλητές, όπως η μακροβιότητα και η γονιμότητα (Møller, 1999), ενώ για την εκτίμησή της συχνά γίνεται μέτρηση των σκελετικών χαρακτηριστικών των ποδιών, των αστραγάλων, των αγκώνων και των καρπών, καθώς και του μήκους και πλάτους των αυτιών (Thoma, & συν., 2005).

Οι αναπτυξιακές ανωμαλίες μπορεί να επηρεάσουν όλα τα όργανα του οργανισμού, συμπεριλαμβανομένου και του εγκεφάλου (Thoma, & συν., 2005). Έτσι, σχετικά ανώμαλη ανάπτυξη του εγκεφάλου μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλή γενική νοημοσύνη (Pennington, Filipek, Lefly, Chhabildas, Kennedy, & συν., 2000. Posthuma, Baare, Hulshoff Pol, Kahn, Boomsma, & συν., 2003. Posthuma, De Geus, Baare, Hulshoff Pol, Kahn, & συν., 2002. Thompson, Cannon, Narr, van Erp, Routanen, & συν., 2001). Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ΚΑ και νοημοσύνης έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές μελέτες, οι οποίες καταλήξει σε αρνητική συσχέτιση μεταξύ ΚΑ και νοημοσύνης (Bates, 2007. Furlow, Armijo-Prewitt, Gangestad, & Thornhill, 1997. Prokosch, & συν., 2005. Rahman, Wilson, & Abrahams, 2004).

Ένα εύλογο ερώτημα που προκύπτει, ωστόσο, είναι μέσα από ποιες διαδικασίες και λειτουργίες του εγκεφάλου η αναπτυξιακή αστάθεια επηρεάζει τη γενική νοημοσύνη (Thoma, & συν., 2005). Η πρώτη υπόθεση είναι ότι η αναπτυξιακή αστάθεια μπορεί να έχει μια έμμεση επίδραση στη γενική νοημοσύνη διαταράσσοντας την καλά εδραιωμένη σχέση μεταξύ γενικής νοημοσύνης και όγκου του εγκεφαλικού φλοιού (Reiss, Abrams, Singer, Ross, & Denckla 1996). Σε έρευνα των Thoma και συνεργατών (2005), στην οποία μετρήθηκε ταυτόχρονα η ΚΑ, η γενική νοημοσύνη και ο φλοιώδης όγκος σε 19 δεξιόχειρες άντρες, παρόλο που επιβεβαιώθηκε η αρνητική συσχέτιση μεταξύ ΚΑ, ρέουσας και γενικής νοημοσύνης, η σχέση αυτή φάνηκε να είναι ανεξάρτητη από τον όγκο του φλοιού.

Σύμφωνα με μια δεύτερη υπόθεση, ωστόσο, η αναπτυξιακή αστάθεια μπορεί να έχει μια άμεση επίδραση στη γενική νοημοσύνη ανεξάρτητα από το φλοιώδη όγκο θέτοντας σε κίνδυνο την ακρίβεια με την οποία λειτουργεί ένας καλά οργανωμένος

εγκέφαλος (Thoma, & συν., 2005). Ένας εγκέφαλος οργανωμένος με έναν λιγότερο αποτελεσματικό τρόπο, περαιτέρω, μπορεί να αποφέρει λιγότερο αποτελεσματική και πιο αργή επεξεργασία των πληροφοριών, η οποία αντικατοπτρίζεται στο χαμηλότερο ΔΝ (Thoma, & συν., 2005). Επιπλέον, η ΚΑ σχετίζεται με μη τυπικές ανατομικές ασυμμετρίες του εγκεφάλου (Yeo, & συν., 2007), καθώς και μη τυπικές λειτουργικές ασυμμετρίες (Yeo, Thoma, & Gangestad, 2002. Yeo, Gangestad, Thoma, Shaw, & Repa, 1997), οι οποίες μπορεί να αντικατοπτρίζουν διακυμάνσεις στην αποτελεσματική εγκεφαλική οργάνωση.

Ειδικότερα, όσον αφορά στη σχέση μεταξύ αναπτυξιακής αστάθειας και λειτουργικής πλευρίωσης, έχει βρεθεί ότι τα άτομα με μεγαλύτερη ΚΑ εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση και μη τυπική προτίμηση χεριού (Yeo, Gangestad, & Walter 1993. Yeo, και συν., 1997. 2002), αλλά και χαμηλή νοημοσύνη, όπως προαναφέρθηκε. Μάλιστα, σύμφωνα με τους Yeo και συνεργάτες (2002) τα άτομα με μεγαλύτερη ΚΑ εμφανίζουν συχνότερα αριστεροχειρία και ισχυρή δεξιοχειρία, ενώ τα άτομα με μέτρια δεξιοχειρία τείνουν να έχουν χαμηλότερα ποσοστά αναπτυξιακής αστάθειας (Yeo, & συν., 2002). Η υπόθεση αυτή φαίνεται να παρουσιάζει ομοιότητες με τη γενετική θεωρία της Annett (βλ. παραπάνω), καθώς και σε αυτήν οι μέτριοι δεξιόχειρες εμφανίζουν γνωστικά πλεονεκτήματα και υψηλότερες νοητικές ικανότητες συγκριτικά με τους ισχυρούς δεξιόχειρες και τους αριστερόχειρες (Annett, & Manning, 1989).

1.3.4 Η χρησιμότητα μελέτης της σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης

Οι ατομικές διαφορές στη συμπεριφορική και εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη νευροψυχολογική έρευνα και πράξη, καθώς οι διακυμάνσεις στη νευροψυχολογική οργάνωση, μαζί με τις λειτουργικές συνέπειές τους, μας βοηθούν να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο συγκεκριμένα βιολογικά χαρακτηριστικά περιορίζουν ή ενισχύουν τις λειτουργικές ικανότητες του ανθρώπου (Papadatou-Pastou, 2008). Η μελέτη, μάλιστα, λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου που σχετίζονται με γνωστικές ικανότητες σε παιδιά με διαφορετικά επίπεδα νοητικής ικανότητας μπορεί να συμβάλλει στην βαθύτερη κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων τους, καθώς τόσο τα παιδιά με ΝΚ, όσο και τα παιδιά με ΥΝ αναγνωρίζονται στη χώρα μας ως άτομα με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες

(Νόμος 3699/2008 – ΦΕΚ 199/Α'/2.10.2008, Άρθρο 3) και χρήζουν εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

Επιπλέον, η γλώσσα αποτελεί μια σύνθετη γνωστική ικανότητα, στην οποία συμμετέχει μεγάλο μέρος του ανθρώπινου εγκεφαλικού φλοιού και η οποία μπορεί να υποβληθεί σε πλαστική αναδιοργάνωση (Angrilli, & Spironelli, 2005. Spironelli, Angrilli, & Pertile, 2008. Spironelli, Penolazzi, Vio, & Angrilli, 2010). Έρευνες με χρήση προκλητών δυναμικών (evoked potentials, Molfese, 2000. Spironelli, & συν., 2008. 2010) και μαγνητικής απεικόνισης (magnetic source imaging, Simos, Breier, Fletcher, Bergman, & Papanicolaou, 2000. Simos, Fletcher, Bergman, Breier, Foorman, & συν., 2002) σε παιδιά με δυσλεξία έχουν δείξει επαναδιοργάνωση στο μηχανισμό του εγκεφάλου που υποστηρίζει τη γλωσσική λειτουργία μετά από την εφαρμογή εκπαιδευτικής παρέμβασης. Επομένως, η αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης και ιδιαίτερα μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, που έχει επιλεγεί στην παρούσα έρευνα (βλ. υποκεφ. 3.2.10) μπορεί να αποτελέσει έναν εναλλακτικό, αλλά και αξιόπιστο τρόπο επαναξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που εφαρμόζονται στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, συμπεριλαμβανομένων και των παιδιών με ΝΚ, μελετώντας τυχόν διαφορές στην εγκεφαλική γλωσσική πλευρίωση των παιδιών αυτών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Όσον αφορά στην εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας σε σχέση με τη νοημοσύνη τα ετερόκλητα ερευνητικά ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης αυτής της σχέσης και μάλιστα με άμεσους δείκτες μέσα από τεχνικές απεικόνισης εγκεφάλου (Mercure, & συν., 2009). Μέχρι τώρα οι λίγες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη σχέση εγκεφαλικής γλωσσικής πλευρίωσης και νοημοσύνης έχουν δείξει ότι τόσο στα παιδιά με ΥΝ (O' Boyle, & συν., 2005), όσο και στα παιδιά με ΝΚ συναντάται συχνότερα μη τυπική πλευρίωση, είτε με την επικράτηση κυρίως του ΔΗ για τις γλωσσικές λειτουργίες, είτε με μεγαλύτερη εγκεφαλική συμμετρία (Hartley, 1981. Kershner, 1972. Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985). Αντίθετα, όμως, μια πρόσφατη έρευνα των Mercure και συνεργατών (2009) κατέληξε σε θετική σχέση μεταξύ τυπικής αριστερής πλευρίωσης για τη γλώσσα και λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης.

Επιπλέον, μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που να εξετάζουν – μέσα στα πλαίσια της ίδιας μελέτης – πληθυσμούς με υψηλή, μέση και

χαμηλή νοημοσύνη (συμπεριλαμβανομένων και παιδιών που η νοημοσύνη τους βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής της νοημοσύνης) χρησιμοποιώντας μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. Ειδικότερα, η χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler, που έχει επιλεγεί ως απεικονιστική τεχνική στην παρούσα διατριβή, δεν έχει χρησιμοποιηθεί ξανά στο παρελθόν σε μελέτες για τη σχέση νοημοσύνης και εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας. Αυτό το βιβλιογραφικό έλλειμμα καλείται να καλύψει η παρούσα μελέτη με κύριο σκοπό την καλύτερη κατανόηση των λειτουργικών παραγόντων σε επίπεδο εγκεφάλου που σχετίζονται με τις παρατηρούμενες διαφορές σε επίπεδο νοημοσύνης.

Όμως, και αναφορικά με τη συμπεριφορική πλευρίωση και συγκεκριμένα την προτίμηση χεριού, ως έμμεσο δείκτη της εγκεφαλικής γλωσσικής πλευρίωσης, η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε ετερόκλητες θεωρητικές προσεγγίσεις και αντικρουόμενα ερευνητικά ευρήματα. Οι γενετικές θεωρίες με κύριους εκφραστές την Annett (1993α. 1993β. 2002) και το McManus (2002) έχουν καταλήξει σε αντίθετες υποθέσεις για τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και συμπεριφορικής πλευρίωσης. Η θεωρία του McManus (2002) υποστηρίζει ότι οι αριστερόχειρες είναι πιθανότερο να εμφανίζουν γνωστικό πλεονέκτημα σε σχέση με τα άτομα με μικτή ή δεξιά προτίμηση χεριού. Αντίθετα, σύμφωνα με τη θεωρία της Annett τα άτομα με ήπια προτίμηση του δεξιού χεριού δύνανται να εμφανίσουν υψηλότερη νοημοσύνη σε αντίθεση με τα άτομα που εκδηλώνουν την τάση για ισχυρή δεξιά ή αριστερή προτίμηση χεριού (Annett, 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989).

Στον αντίποδα των γενετικών θεωριών, βρίσκονται οι περιβαλλοντικές θεωρίες με προεξέχουσα τη θεωρία της παθολογικής αριστεροχειρίας, η οποία προτείνει ότι η αριστεροχειρία συνδέεται με ένα γενικό έλλειμμα στην γνωστική ικανότητα και για το λόγο αυτό τα ποσοστά αριστεροχειρίας στα άτομα με ΝΚ είναι σχεδόν διπλάσια συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό (Lucas, & συν., 1989. Silva, & Satz, 1979). Περαιτέρω, η Bishop (1990) στα πλαίσια της παθολογικής θεωρίας και σε μια εναλλακτική προσέγγιση αυτής, προτείνει την υπόθεση της «αυξημένης τυχαιότητας», σύμφωνα με τη οποία η απουσία προτίμησης χεριού κι όχι η αριστεροχειρία είναι ιδιαίτερα συχνή σε άτομα με ΝΚ (Bishop, 1983. 1990). Τέλος, οι Geschwind και Behan (1982) υπογράμμισαν το ρόλο της τεστοστερόνης στη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και συμπεριφορικής πλευρίωσης και υπέθεσαν πως τα αγόρια, τα

οποία εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης, θα εμφανίζουν συχνότερα αριστεροχειρία (Oldfield, 1971. Porac, & Coren, 1981) και υψηλές μαθηματικές κυρίως ικανότητες (Benbow, 1986). Επομένως, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, για να διασαφηνιστεί οι προβλέψεις ποιας θεωρίας υποστηρίζονται από τα ερευνητικά ευρήματα.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι περισσότερες μελέτες έχουν επιλέξει για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης μόνο δοκιμασίες προτίμησης χεριού δίνοντας έμφαση κυρίως στην κατεύθυνση της προτίμησης χεριού. Οι Leconte & Fagard (2006), όμως επεσήμαναν ότι κυρίως η διαφορά στο βαθμό προτίμησης χεριού, παρά η κατεύθυνση της, φαίνεται να σχετίζεται με τη νοημοσύνη και ιδιαίτερα με τη ΝΚ. Στην παρούσα μελέτη, για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε μια δοκιμασία αξιολόγησης της προτίμησης χεριού (Edinburgh Handedness Inventory,) για τη διερεύνηση κυρίως της κατεύθυνσης, αλλά και μια δοκιμασία ποσοτικοποίησης της προτίμησης χεριού (Quantification of Hand Preference Test) και δεξιότητας χεριού (Peg-Moving test) για τη διερεύνηση κυρίως του βαθμού συμπεριφορικής πλευρίωσης.

Συνοψίζοντας, η μελέτη της σχέσης νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει ως κύριο στόχο τη βαθύτερη κατανόηση των εγκεφαλικών και συμπεριφορικών λειτουργιών των ατόμων με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Η παρούσα έρευνα αποτελεί μια καινοτόμο και πρωτότυπη προσπάθεια προσέγγισης της Εκπαίδευσης και της Ειδικής Αγωγής μέσα από συμπεριφορικές δοκιμασίες, καθώς και μια σύγχρονη νευροφυσιολογική και νευροψυχολογική τεχνική απεικόνισης εγκεφάλου. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, όμως, η κατανόηση της λειτουργικής πλευρίωσης της γλώσσας για τα παιδιά με ΥΝ και ΝΚ μπορεί να έχει σημαντικές εκπαιδευτικές προεκτάσεις, καθώς τα παιδιά αυτά χρήζουν ειδικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Η κατανόηση, επομένως, των λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου των παιδιών αυτών μπορεί αφενός να προάγει τη δημιουργία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων μάθησης που να ανταποκρίνονται καλύτερα στις γνωστικές ιδιαιτερότητές τους και αφετέρου να αποτελέσει έναν αξιόπιστο τρόπο επαναξιολόγησης των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που εφαρμόζονται στα παιδιά που υπερέχουν ή μειονεκτούν νοητικά.

Κεφάλαιο 2^ο

Μετα-ανάλυση: Νοημοσύνη και συμπεριφορική πλευρίωση

2.1. Εισαγωγή

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι πλευριωμένος και όσον αφορά τη γλωσσική λειτουργία, η οποία παρουσιάζει και τη μεγαλύτερη ασυμμετρία, έχει υποστηριχθεί ότι η λειτουργική εξειδίκευση των ημισφαιρίων αποτελεί προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη των γλωσσικών δυνατοτήτων του ατόμου (Luria, 1973). Στην πλειοψηφία των ανθρώπων το ΑΗ είναι επικρατές για τις γλωσσικές λειτουργίες, ενώ το ΔΗ για τις συνθετικές και ολιστικές λειτουργίες, όπως είναι οι οπτικοχωρικές διεργασίες και επιπλέον θεωρείται έδρα των συναισθημάτων (για λεπτομέρειες βλ. κεφάλαιο 1.2).

Όσον αφορά στην ανθρώπινη συμπεριφορά, η πιο εμφανής ασυμμετρία είναι η διαφοροποίηση στην προτίμηση χεριού. Η συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπων εμφανίζουν τυπική προτίμηση χεριού, δηλαδή χρησιμοποιούν το δεξί χέρι για τη γραφή και για άλλες εξειδικευμένες δραστηριότητες που απαιτούν το ένα χέρι, ενώ περίπου το 10% των ανθρώπων εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού, είναι δηλαδή αριστερόχειρες ή αμφιδέξιοι (Cavill, & Bryden, 2003). Η προτίμηση χεριού και το νευροβιολογικό υπόστρωμα της γλώσσας συνδέονται στενά, καθώς η προτίμηση χεριού αποτελεί συμπεριφορικό δείκτη για τη γλωσσική πλευρίωση του εγκεφάλου (Knecht, & συν., 2000). Η ύπαρξη αυτής της σχέσης, καθώς και η δυσκολία μελέτης της γλωσσικής πλευρίωσης σε μεγάλους πληθυσμούς, έχει οδηγήσει στην εκτενή μελέτη της προτίμησης χεριού.

Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει την ύπαρξη σχέσης ανάμεσα στην προτίμηση χεριού και τη νοητική ικανότητα, είτε βρίσκεται κάτω από το μέσο όρο και χαρακτηρίζεται ως νοητική υστέρηση (NK), είτε στα ανώτερα επίπεδα, οπότε και αναφέρεται ως υψηλή νοημοσύνη (YN). Η Annett (1992, 1993α, 1993β, 2002), διατύπωσε την υπόθεση τα άτομα των οποίων η προτίμηση χεριού (βάσει της δεξιότητας χεριού) βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής τείνουν να εμφανίζουν συχνότερα χαμηλές νοητικές ικανότητες, σε αντίθεση με τα παιδιά με ήπια δεξιοχειρία, τα οποία εμφανίζουν συχνότερα YN.

Περαιτέρω, έρευνες από το πρώτο κιόλας μισό του 20ου αιώνα έχουν αναδείξει την ύπαρξη σχέσης ανάμεσα στη μη τυπική προτίμηση χεριού και τη ΝΚ, καθώς έχουν παρατηρηθεί αυξημένα ποσοστά μη τυπικής προτίμησης χεριού σε άτομα με ΝΚ (Gordon, 1921. Wilson, & Dolan, 1931). Ειδικότερα, πλήθος ερευνητών έχουν επισημάνει ότι η συχνότητα της δεξιοχειρίας μειώνεται, καθώς αυξάνεται ο βαθμός της ΝΚ (Bradshaw-McAnulty, & συν., 1984. Hicks, & Barton, 1975. Lucas, & συν., 1989) και ότι άτομα με ΝΚ είναι περισσότερο πιθανό να είναι αμφιδέξιοι ή αριστερόχειρες συγκριτικά με άτομα φυσιολογικής νοημοσύνης (Grouios, & συν., 1999. Leconte, & Fagard, 2006. Pipe, & Beale, 1983. Porac, & συν., 1980). Παράλληλα, όμως, έρευνες αναφορικά με παιδιά ΥΝ έχουν καταλήξει σε παρόμοια αποτελέσματα, καθώς αναδεικνύουν υψηλά ποσοστά μη τυπικής προτίμησης χεριού στα παιδιά αυτά συγκριτικά με παιδιά ΦΝ (Douglas, & συν., 1967. Hicks, & Dusek, 1980. Ostatnikova, & συν., 2002).

Ωστόσο, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έχει αναδείξει και έρευνες, οι οποίες δεν έχουν καταλήξει σε παρόμοια αποτελέσματα και για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η σύνθεση των ερευνητικών ευρημάτων αναφορικά με τη σχέση της προτίμησης χεριού και της νοημοσύνης. Σκοπό της παρούσας μελέτης, επομένως, αποτελεί η μετα-ανάλυση ερευνών που έχουν διερευνήσει τις διαφορές στην προτίμηση χεριού ανάμεσα σε παιδιά με ΝΚ άγνωστης/ιδιοπαθούς φύσεως ή/και με ΥΝ και αντίστοιχες ομάδες ελέγχου ΦΝ, καθώς και να προσδιορίσει ποσοτικά το μέγεθος αυτών των διαφορών. Η υπόθεση της μελέτης είναι ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην ομάδα των παιδιών με ΝΚ ή ΥΝ και της ομάδας ελέγχου (παιδιά ΦΝ) ως προς την προτίμηση χεριού. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά που εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού αναμένεται να είναι περισσότερα στην ομάδα των παιδιών με ΝΚ και στην ομάδα με ΥΝ από ότι στην ομάδα ελέγχου.

2.2 Μέθοδος

Η διαδικασία για τη συλλογή των ερευνών που συμπεριλήφθησαν στην παρούσα μετα-ανάλυση ήταν η ακόλουθη. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη διεθνή ερευνητική βάση δεδομένων PubMed MEDLINE at PUBMED (NLM) μέσω του λογισμικού πακέτου Endnote (έκδοση X3) και στη συνέχεια έγινε αναζήτηση στη βιβλιογραφική βάση δεδομένων PsychInfo, μέσω του

Πανεπιστημιακού συνδέσμου www.lib.uoa.gr. Ο όρος που χρησιμοποιήθηκε και στις δύο αναζητήσεις ήταν: (*handedness OR hand preference OR hand skill*) AND (*intelligence OR IQ*). Από την πρώτη αναζήτηση προέκυψαν 1316 αποτελέσματα, ενώ από τη δεύτερη 385 αποτελέσματα. Ακολούθησε έλεγχος της βιβλιογραφίας των σχετικών άρθρων, ώστε να μην παραλειφθούν σχετικές έρευνες. Η συλλογή των δεδομένων έγινε τον Απρίλιο του 2010 και συμπεριλήφθησαν 15 μελέτες, οι οποίες πληρούσαν τα κριτήρια μας.

2.2.1 Κριτήρια συμπερίληψης/αποκλεισμού

Τα κριτήρια, τα οποία λήφθηκαν υπόψη προκειμένου να συμπεριληφθεί μια μελέτη στην παρούσα μετα-ανάλυση ήταν τα ακόλουθα.

1. *Ηλικία του δείγματος*: Συμπεριλήφθησαν μόνον εκείνες οι μελέτες που αφορούσαν παιδιά (ηλικία έως 18 ετών).
2. *Υπαρξη ομάδας ελέγχου*: Αποκλείστηκαν οι έρευνες που δεν συμπεριλάμβαναν ομάδα ελέγχου. Σε κάθε έρευνα θα έπρεπε να αναφέρεται η σύγκριση δύο ομάδων (παιδιά ΦΝ και παιδιά ΝΚ/ΥΝ).
3. *Απουσία συννοσηρότητας*: Αναφορικά με τις έρευνες που αφορούσαν παιδιά με ΝΚ, συμπεριλήφθησαν εκείνες έρευνες στις οποίες η ΝΚ ήταν άγνωστης ή ιδιοπαθούς φύσεως. Κατά συνέπεια, αποκλείστηκαν έρευνες των οποίων τα παιδιά με ΝΚ είχαν σύνδρομο Down ή Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ), είχαν υποβληθεί σε ημισφαιρεκτομή ή ήταν ελλιποβαρή κατά τη γέννησή τους.
4. *Γλώσσα*: Αποκλείστηκαν οι μελέτες, οι οποίες δεν ήταν δημοσιευμένες στην Αγγλική ή Ελληνική γλώσσα.

Μελέτες των οποίων οι συμμετέχοντες είχαν επιλεχθεί με βάση την προτίμηση χεριού προκειμένου να αυξηθεί το ποσοστό των αριστερόχειρων συμμετεχόντων, αποκλείστηκαν προσεκτικά (Annett, & Turner, 1974. Natsopoulos, Kiosseoglou, & Xeromeritou, 1992). Επιπλέον, συμπεριλήφθηκε μελέτη (Barry, & James, 1978), στην οποία η προτίμηση χεριού αξιολογήθηκε με δύο εργαλεία. Τέλος, δεν συμπεριλήφθηκαν δύο μελέτες (Benbow, 1986. Wiley, & Goldstein, 1991) στις

οποίες η ομάδα ελέγχου χαρακτηριζόταν ως «less gifted», καθώς δεν ήταν ξεκάθαρο αν επρόκειτο για παιδιά ΦΝ.

Η ταξινόμηση ως προς την προτίμηση χεριού στις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση, ήταν αριστερόχειρες (A: left-handed ή non right-handed), δεξιόχειρες (Δ: right-handed ή non left-handed) ή αμφιδέξιοι (M: mixed handed ή inconsistent ή ambilateral ή no hand preference).

2.2.2 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό λογισμικό πακέτο Comprehensive Meta-Analysis (έκδοση 2, Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2005).

Ο περιττός λόγος (OR) των παιδιών με NK ή YN και ομάδας ελέγχου και το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (95% C.I.) υπολογίστηκαν για τα δεδομένα κάθε μελέτης χωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ένα συγκεντρωτικό αποτέλεσμα (combined effect). Μία τιμή του περιττού λόγου ίση με τη μονάδα (1) αντιστοιχεί με επιβεβαίωση της μηδενικής υπόθεσης, δηλαδή ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των υπό μελέτη ομάδων (παιδιά NK ή YN και ελέγχου) ως προς την προτίμηση χεριού. Όταν, όμως, ο περιττός λόγος (OR) είναι μεγαλύτερος της μονάδας, αυτό το αποτέλεσμα ερμηνεύεται ως εξής: η ομάδα των παιδιών με NK ή YN έχει περισσότερες πιθανότητες να προτιμά το χέρι που μελετάμε σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Επιπλέον, ελέγχθηκε αν υπάρχει ετερογένεια μεταξύ των 15 ερευνών (ξεχωριστά για τη μετα-ανάλυση των ερευνών με παιδιά YN/ΦΝ και στη συνέχεια για τη μετα-ανάλυση των ερευνών με παιδιά NK/ΦΝ). Το στατιστικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το κριτήριο ομοιογένειας Q (Cohrain's Q statistic). Το κριτήριο Q εκτιμάει αν οι συμμετέχοντες στις διαφορετικές μελέτες προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό ή από διαφορετικούς πληθυσμούς. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική ετερογένεια χρησιμοποιείται το μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed effect) για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, το οποίο εξετάζει το «αληθινό» συγκεντρωτικό αποτέλεσμα (στην παρούσα ανάλυση ο περιττός λόγος στον υπό μελέτη πληθυσμό). Σε διαφορετική περίπτωση, στατιστικά σημαντικής ετερογένειας, χρησιμοποιείται το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random effects), το

οποίο εξετάζει, το εύρος και την κατεύθυνση του περιττού λόγου στο δείγμα των πληθυσμών που εξετάζονται.

Και για τα δύο μοντέλα, η διαφορά-μεταξύ-μελετών (between-study) ανάμεσα στα παρατηρούμενα αποτελέσματα των αρχικών μελετών μπορεί να οφείλεται σε τυχαίο σφάλμα (όπως η δειγματοληψία), αλλά μόνο για το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων η διαφορά-μεταξύ-μελετών οφείλεται επιπλέον και σε πραγματική ετερογένεια μεταξύ των μελετών, δηλαδή σε παράγοντες όπως χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, ο σχεδιασμός της έρευνας, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.

Επίσης διερευνήθηκε η ύπαρξη σφάλματος 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 είναι αμερόληπτο το δείγμα των μελετών που εξετάσαμε θα πρέπει τα τυπικά σφάλματα των ερευνών να κατανέμονται συμμετρικά γύρω από το συνολικό μέγεθος αποτελέσματος. Το στατιστικό κριτήριο t του Egger εκτιμά στατιστικά την ασυμμετρία του κωνοειδούς γραφήματος. Ο όρος «ασφαλές δείγμα» ή ασφαλές μέγεθος N (fail-safe N) εκφράζει τον αριθμό των επιπρόσθετων μελετών με περιττό λόγο ίσο με τη μονάδα που θα έπρεπε να προσθεθούν στην παρούσα μετα-ανάλυση για να μην είναι πια στατιστικά σημαντικό το συγκεντρωτικό αποτέλεσμα, σε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μετα-παλινδρόμηση (meta-regression) και διαστρωματική ανάλυση με ενδιάμεσες μεταβλητές το έτος δημοσίευσης και την ταξινόμηση της προτίμησης χεριού, αντίστοιχα.

2.3 Αποτελέσματα

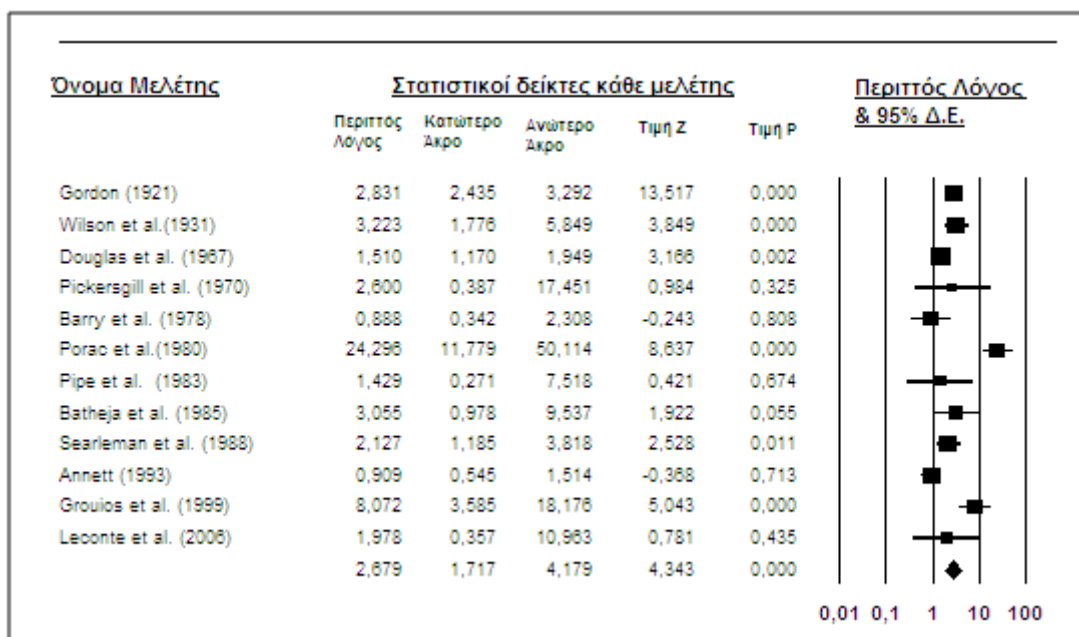
Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 15 έρευνες (12 μελέτες των οποίων το δείγμα αποτέλεσαν παιδιά με ΝΚ και ΦΝ και 5 μελέτες με δείγμα παιδιά ΥΝ και ΦΝ), συνολικού αριθμού συμμετεχόντων 15.974 (παιδιά με $N_{NK}=5.765$, παιδιά με $N_{\Phi N}=8.270$ και παιδιά με $N_{YN}=1.939$). Πραγματοποιήθηκαν δύο ξεχωριστές αναλύσεις, μία για τους αριστερόχειρες με ΝΚ σε σύγκριση με τους αριστερόχειρες με ΦΝ και στη συνέχεια μια δεύτερη για τους αριστερόχειρες με ΥΝ σε σύγκριση με τους αριστερόχειρες με ΦΝ. Στις ομάδες των ανωτέρω αριστερόχειρων

ενσωματώθηκαν και οι αμφιδέξιοι. Λεπτομερή δεδομένα των μελετών που συμπεριλήφθησαν στη μετα-ανάλυση παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2.1.

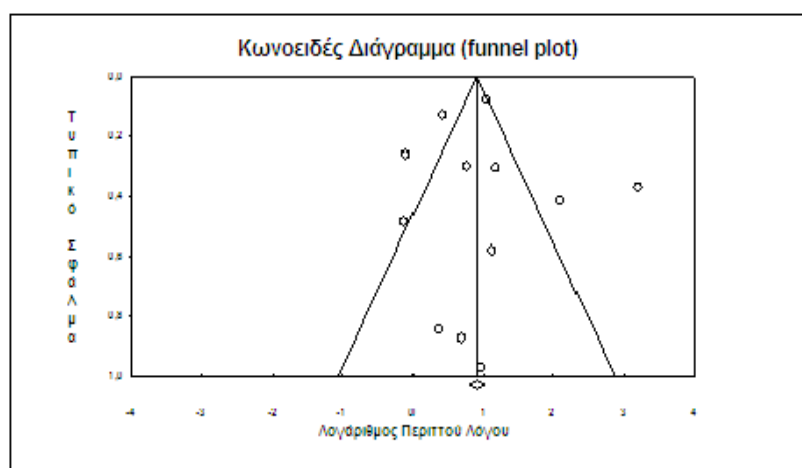
2.3.1 Αποτελέσματα παιδιών με NK-ΦN

Σε σύνολο 12 μελετών με $N_I=14.035$, ($N_{NK}=5.765$ παιδιά με NK και $N_{\Phi N}=8.270$ παιδιά με ΦN) χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων βρέθηκε ότι ο περιττός λόγος ήταν $OR=2,47$. Το διάστημα εμπιστοσύνης για το OR_I ήταν 95% $C.I=2,20-2,77$, $Z=15,3$, $p<0,01$. Υπήρξε στατιστικά σημαντική ετερογένεια μεταξύ των 12 μελετών, $Q(12)=84,68$, $p<0,001$ και κατά συνέπεια πραγματοποιήθηκε νέα ανάλυση με βάση το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων, όπου ο περιττός λόγος ήταν $OR_I=2,68$ και το διάστημα εμπιστοσύνης 95% $C.I=1,72-4,18$, $Z=4,34$, $p<0,01$ (βλ. Εικ. 2.1). Από την ποσοτικοποίηση, λοιπόν, των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι τα παιδιά με NK εμφανίζουν σχεδόν τριπλάσιες πιθανότητες να είναι αριστερόχειρες σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης. Χρησιμοποιώντας το στατιστικό κριτήριο t του Egger, $t(12)=0,16$, $p=0,88$ δε βρέθηκε σφάλμα δημοσίευσης, παρόλο που το κωνοειδές διάγραμμα (funnel plot, Εικ. 2.2) δεν είναι απόλυτα συμμετρικό. Τέλος, χρησιμοποιώντας το ασφαλές δείγμα N (fail-safe N), βρέθηκε $N=410$. Η τιμή αυτή δηλώνει ότι πρέπει να υπάρχουν 410 αδημοσίευτες μελέτες με περιττό λόγο τη μονάδα, δηλαδή να μη δείχνουν καμία διαφορά ανάμεσα στα παιδιά με NK και ΦN ως προς την προτίμηση χεριού, ώστε να μετατραπούν τα αποτελέσματα σε μη στατιστικώς σημαντικά. Η μεγάλη τιμή του N ξεπερνάει ακόμα και τον αριθμό των υπό μελέτη ερευνών και επιβεβαιώνει τη σχετική εμπιστοσύνη που υπάρχει στο ότι τα αποτελέσματα της παρούσας μετα-ανάλυσης δεν οφείλονται σε σφάλμα δημοσίευσης.



Εικόνα 2.1. Δενδρογράμμο που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους παιδιών με ΝΚ και ομάδας ελέγχου ΦΝ στην αριστεροχειρία. Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για κάθε μελέτη αναπαρίσταται από μία οριζόντια γραμμή και το σημείο εκτίμησης από ένα τετράγωνο σημείο. Τα διαστήματα εμπιστοσύνης του συνόλου των μελετών αναπαρίσταται από ένα σημείο σχήματος διαμαντιού στο κάτω μέρος του δενδρογράμματος.



Εικόνα 2.2. Κωνοειδές διάγραμμα (funnel plot) για τον έλεγχο σφάλματος δημοσίευσης.

Επιπλέον επειδή υπήρχε ετερογένεια μεταξύ των μελετών έγινε έλεγχος των ακόλουθων ενδιάμεσων μεταβλητών:

1) Έτος δημοσίευσης. Πραγματοποιήθηκε μετα-παλινδρόμηση σύμφωνα με την οποία διαπιστώθηκε ότι στις πιο πρόσφατες έρευνες εμφανίζεται να υπάρχει μικρότερη

διαφορά στο ποσοστό αριστεροχειρίας στα παιδιά με ΝΚ σε σχέση με τα παιδιά ΦΝ, $Q(1)=6,61$ και $p=0,01$. Μάλιστα η σχέση αυτή εκφράζεται και από την παρακάτω εξίσωση: $\text{λογάριθμος περιττού λόγου} = -0,005 (\text{έτος δημοσίευσης}) + 11,46$.

2) *Ταξινόμηση προτίμησης χεριού*. Πραγματοποιήθηκε διαστρωματική ανάλυση σύμφωνα με την οποία διαπιστώθηκε ότι η μεταβλητή αυτή δεν επιδρά με στατιστικά σημαντικό τρόπο στο αποτέλεσμα μας ($p=0,89$). Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.1 τα δύο διαστήματα εμπιστοσύνης είναι επικαλυπτόμενα και μάλιστα οι έρευνες που χρησιμοποίησαν την ταξινόμηση Αριστερόχειρας-Δεξιόχειρας (L-R) οδήγησαν σε πιο ακριβή αποτελέσματα συγκριτικά με τις έρευνες με την ταξινόμηση Αριστερόχειρας-Αμφιδέξιος-Δεξιόχειρας (L-M-R).

Πίνακας 2.1.

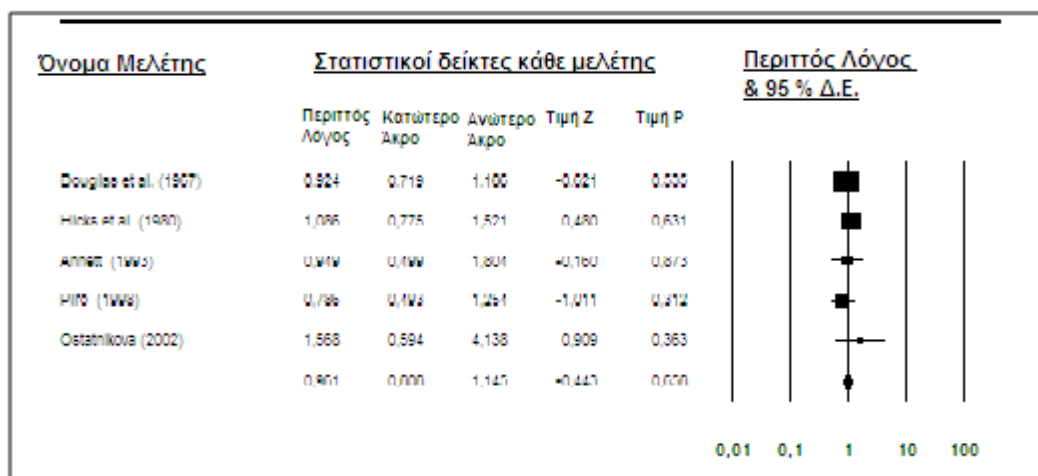
Έλεγχος της ταξινόμησης χεριού ως ενδιάμεσης μεταβλητής.

Ενδιάμεση Μεταβλητή	Ταξινόμηση	Αριθμός Μελετών	Περιττός Λόγος	95% Διάστημα Εμπιστοσύνης
Ταξινόμηση ως προς την προτίμηση χεριού	L-M-R	7	2,69	1,19-6,07
	L-R	5	2,84	2,46-3,28

2.3.2 Αποτελέσματα παιδιών με ΥΝ-ΦΝ

Σε σύνολο 5 μελετών με $N_2=10.209$, ($N_{YN}=1.939$ παιδιά με ΥΝ και $N_{\Phi N}=8.270$ ομάδα ελέγχου με ΦΝ) χρησιμοποιώντας το μοντέλο σταθερών επιδράσεων βρέθηκε ότι ο περιττός λόγος (OR) ήταν $OR_2=0,96$. Το διάστημα εμπιστοσύνης για το OR_2 είναι 95% (C.I.)=0,81-1,14, $Z=0,44$, $p=0,66$ (βλ. Εικ. 2.3). Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική ετερογένεια μεταξύ των 5 μελετών, $Q(5)=2,29$, $p=0,66$. Κατά συνέπεια, λόγω της έλλειψης ετερογένειας δεν χρειάστηκε να ακολουθήσει ανάλυση με βάση το μοντέλο των τυχαίων επιδράσεων. Επίσης, λόγω του περιορισμένου αριθμού των μελετών δεν πραγματοποιήθηκε περαιτέρω έλεγχος ενδιάμεσων μεταβλητών. Από την ποσοτικοποίηση, λοιπόν, των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι τα παιδιά με ΥΝ

έχουν 4% λιγότερες πιθανότητες να εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού, αλλά σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο.



Εικόνα 2.3. Δενδρόγραμμα που παρουσιάζει τους περιττούς λόγους παιδιών με YN και ομάδας ελέγχου στην αριστεροχειρία.

2.4 Συζήτηση

Στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να γίνει στατιστική ενοποίηση και ανάλυση των ευρημάτων από μελέτες που διερευνούν τη σχέση της νοητικής ικανότητας και μη τυπικής συμπεριφορικής πλευρώσεως χρησιμοποιώντας την τεχνική της μετα-ανάλυσης. Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων η αρχική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε μόνο για την ομάδα των παιδιών με NK, καθώς προέκυψε μεγαλύτερος αριθμός παιδιών με NK (σχεδόν τριπλάσιος) που εμφάνιζαν μη τυπική προτίμηση χεριού (αριστεροχειρία και αμφιδεξιότητα) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (περιττός λόγος=2,68), σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό ($p < 0,01$). Ωστόσο, η ίδια υπόθεση δεν επιβεβαιώθηκε για την ομάδα των παιδιών με YN, αφού από την ποσοτικοποίηση του μεγέθους της διαφοράς προέκυψε ότι τα παιδιά αυτά εμφανίζουν 4% λιγότερες πιθανότητες να εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού, αλλά σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p = 0,66$).

Στις περισσότερες μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει την προτίμηση χεριού ως δείκτη της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρώσεως, όπως και στην παρούσα μελέτη, υπάρχουν περιορισμοί. Αρχικά, σε πολλές μελέτες δε δίνονταν λεπτομέρειες για το πώς προσδιορίζεται η επικράτηση του ενός ή του άλλου χεριού (Douglas, & συν., 1967.

Hicks, & Dusek, 1980), ενώ ακόμη και σε αυτές που προσδιορίζεται, οι μέθοδοι εκτίμησης της επικράτησης διαφέρουν σημαντικά. Στην παρούσα μετα-ανάλυση οι μελέτες χρησιμοποιούσαν κυρίως ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς της προτίμησης χεριού, ενώ η σχέση της νοητικής ικανότητας με την προτίμηση χεριού εξετάστηκε μόνο σε σχέση με την κατεύθυνση προτίμησης και όχι σε σχέση με το βαθμό προτίμησης, δηλαδή εάν κάποιος είναι ισχυρά δεξιόχειρας/αριστερόχειρας ή το αντίστροφο. Το ίδιο πρόβλημα μη συγκρισιμότητας μεταξύ των ερευνητικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν παρατηρείται αναφορικά και με την αξιολόγηση της νοημοσύνης, αφού πολλές από τις συμπεριληφθείσες έρευνες είχαν συλλέξει το δείγμα τους με βάση τα επίσημα αρχεία του σχολείου ή της κοινωνικής υπηρεσίας (Barry, & James, 1978. Batheja, & McManus, 1985. Gordon, 1921. Pickersgill, & Pank, 1970. Porac, & συν., 1980. Searleman, & συν., 1988).

Συμπερασματικά, μέσα από την παρούσα μετα-ανάλυση πραγματοποιήθηκε ένας ισχυρός έλεγχος της υπόθεσης της ύπαρξης διαφορετικής νοητικής ικανότητας στην προτίμηση χεριού. Από την ανασκόπηση της παλαιότερης και σύγχρονης βιβλιογραφίας και από την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων εξήχθη το συμπέρασμα ότι στην ομάδα των παιδιών με ΝΚ υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό μη τυπικής προτίμησης χεριού σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Όμως, παρόλο που το αποτέλεσμα είναι αξιόπιστο, δεν πρέπει κανείς να οδηγείται σε αυθαίρετες γενικεύσεις, όπως για παράδειγμα ότι ισχύει και η αντίστροφη σχέση, δηλαδή ότι τα παιδιά που είναι αριστερόχειρα έχουν περιορισμένες νοητικές ικανότητες ή χαμηλή νοημοσύνη. Αναφορικά με τα παιδιά ΥΝ προέκυψαν λιγότερες πιθανότητες να εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού, αλλά το αποτέλεσμα αυτό προέκυψε από τη μετα-ανάλυση πέντε μόνο μελετών.

Εξαιτίας των περιορισμών των προηγούμενων μελετών που αναδείχθηκαν μέσα από την παρούσα μετα-ανάλυση, τα επόμενα κεφάλαια της παρούσας διατριβής βασίστηκαν σε αυτήν τη μετα-ανάλυση με τους εξής τρόπους: (α) με την άμεση αξιολόγηση της νοημοσύνης μέσω σταθμισμένων εργαλείων και την επιλογή δείγματος παιδιών που να καλύπτει όλο το φάσμα των νοητικών ικανοτήτων – παιδιά με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ (βλ. υποκεφ. 3.2), (β) με την εξέταση με πειραματικό τρόπο της διαφοράς της νοημοσύνης στην προτίμηση χεριού, όχι μόνο σε σχέση με την κατεύθυνση, αλλά και σε σχέση με το βαθμό προτίμησης χεριού (βλ. υποκεφ. 3.2) και (γ) με την περαιτέρω διερεύνηση των νοητικών διαφορών στη γλωσσική

πλευρίωση του εγκεφάλου μέσω δύο νευροψυχολογικών τεστ, καθώς και με άμεσο πειραματικό τρόπο χρησιμοποιώντας ως τεχνική απεικόνισης εγκεφάλου το διακρανιακό υπέρηχο Doppler (βλ.υποκεφ. 3.3).

Έτσι, η μελέτη που ακολουθεί αποσκοπεί στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και συμπεριφορικής, αλλά και εγκεφαλικής πλευρίωσης για τη γλώσσα με κύριο στόχο τη βαθύτερη κατανόηση της εγκεφαλικής οργάνωσης παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Μάλιστα, για μια περισσότερο ολοκληρωμένη προσέγγιση της σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης, καθώς και για λόγους συγκρισιμότητας με παλαιότερες έρευνες, επιλέχθηκαν συμπεριφορικοί δείκτες (ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς της συμπεριφορικής πλευρίωσης, δοκιμασία δεξιότητας χεριού), ορμονικοί δείκτες, νευροψυχολογικοί δείκτες, καθώς άμεσοι εγκεφαλικοί δείκτες μέσω της απεικόνισης εγκεφάλου (λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler).

Η επισκόπηση των παλαιότερων ερευνών, όσον αφορά στην εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας σε σχέση με τη νοημοσύνη έδειξε ότι τα ερευνητικά ευρήματα μέχρι τώρα είναι ετερόκλητα (βλ. υποκεφ. 1.3) υπογραμμίζοντας την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης αυτής της σχέσης όχι μόνο μέσω συμπεριφορικών δεικτών, αλλά και με άμεσους δείκτες μέσα από τεχνικές απεικόνισης εγκεφάλου (Mercure, & συν., 2009). Αναφορικά με τη συμπεριφορική πλευρίωση, η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε και εδώ αντικρουόμενα ερευνητικά ευρήματα υπό το πρίσμα γενετικών και περιβαλλοντικών θεωρητικών προσεγγίσεων (βλ. αναλυτικότερα υποκεφ. 1.3.3). Επομένως, η παρούσα έρευνα έχει ως κύριο στόχο τη μελέτη των διαφορών στην πλευρίωση της γλώσσας παιδιών με ΥΝ, ΦΝ και ΝΚ χρησιμοποιώντας έμμεσους (συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς δείκτες) και άμεσους δείκτες (τεχνική λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου με διακρανιακό υπέρηχο Doppler).

Οι κύριες υποθέσεις για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω έμμεσων (προτίμηση χεριού) και άμεσων δεικτών (υπέρηχος Doppler) είναι οι ακόλουθες:

(α₁) Υπόθεση μηδενική: Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται τόσο από έμμεσους δείκτες (προτίμηση/δεξιότητα χεριού), όσο και από άμεσους δείκτες (υπέρηχος Doppler).

(α₂) Υπόθεση εναλλακτική 1: Η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική με τα παιδιά ΥΝ να παρουσιάζουν υψηλότερους δείκτες πλευρίωσης

συγκριτικά με τα παιδιά ΦΝ και τα παιδιά με ΝΚ να παρουσιάζουν τους μικρότερους δείκτες πλευρίωσης.

(α₃) Υπόθεση εναλλακτική 2: Η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, με τα παιδιά των οποίων η νοητική ικανότητα βρίσκεται στα άκρα της κατανομής να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση.

(α₄) Υπόθεση εναλλακτική 3: Ο μέσος όρος των παιδιών των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής παρουσιάζει χαμηλότερες νοητικές ικανότητες, συγκριτικά με τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση, τα οποία εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές ικανότητες.

Τέλος, οι κύριες υποθέσεις για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών είναι οι ακόλουθες:

(γ₁) Υπόθεση μηδενική: Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, όπως διαφαίνεται από τα επίπεδα τεστοστερόνης, τα οποία εκφράζονται μέσα από ορμονικούς δείκτες.

(γ₂) Υπόθεση εναλλακτική 1: Τα παιδιά με μη τυπική πλευρίωση, όπως διαφαίνεται από τα υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης (χαμηλοί λόγοι 2D:4D) έχουν υψηλότερη νοημοσύνη, συγκριτικά με τα παιδιά με μέτρια και χαμηλά επίπεδα.

(γ₃) Υπόθεση εναλλακτική 2: Τα παιδιά των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής, όπως διαφαίνεται από τα πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης εμφανίζουν συχνότερα χαμηλή νοημοσύνη συγκριτικά με τα παιδιά με μέτρια επίπεδα.

Κεφάλαιο 3^ο

Μεθοδολογία μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης

Για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας χορηγήθηκε άδεια από το Υπουργείο Παιδείας, Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων (ΥΠΔΒΜΘ) κατόπιν γνωμοδοτήσεως του Τμήματος Ερευνών, Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Καθώς η παρούσα έρευνα εμπίπτει στο πεδίο των ανθρωπιστικών επιστημών και αφορά μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, τηρήθηκε η κείμενη νομοθεσία περί προσωπικών δεδομένων και σεβασμός για τα ατομικά και γενικά όλα τα συνταγματικά δικαιώματα των συμμετεχόντων.

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 ενημέρωσή 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 3.1 και 3.2), τόσο από τον κηδεμόνα, όσο 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 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 τονίστηκε ότι δεν θα χρησιμοποιηθούν 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.

3.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 102 παιδιά 13-17 ετών, 56 αγόρια ($M.O.=187,18$ μήνες, $T.A.=10,67$ μήνες, $εύρος=166-204$ μήνες) και 46 κορίτσια ($M.O.=186,96$ μήνες, $T.A.=14,96$ μήνες, $εύρος=153-204$ μήνες) από γενικά και ειδικά σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του νομού Αττικής. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, δηλαδή παιδιά εφηβικής ηλικίας, καθώς κάποιες έρευνες έχουν επισημάνει ότι η πλευρίωση παγιώνεται κατά την ύστερη παιδική ηλικία (Mercure, & συν., 2009) ή κατά την εφηβεία (Miller, & Turner, 1973).¹⁴

Τα παιδιά αυτά κατηγοριοποιήθηκαν σε 3 ομάδες ανάλογα με το νοητικό τους πηλίκο (Μόττη-Στεφανίδη, 1999):

(α) 30 μαθητές (18 αγόρια) με υψηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N > 120$), οι οποίοι φοιτούν σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία Γενικής Αγωγής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Επίσης, κάποιοι από αυτούς τους μαθητές είχαν συμμετάσχει και λάβει διακρίσεις σε διαγωνισμούς της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας.

(β) 42 μαθητές (21 αγόρια,) με μέσο νοητικό πηλίκο ($80 < \Delta N < 120$), οι οποίοι φοιτούν σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία Γενικής Αγωγής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

(γ) 30 μαθητές (17 αγόρια) με χαμηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N < 80$), οι οποίοι φοιτούν σε δημόσια σχολεία Ειδικής Αγωγής Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Οι τρεις παραπάνω ομάδες ήταν στοιχισμένες ως προς την ηλικία ($p = 0,449$) και το φύλο ($p = 0,707$).

Αρχικά, εκτός από την αξιολόγηση της νοημοσύνης, αυτές οι τρεις ομάδες παιδιών αξιολογήθηκαν ως προς την πλευρίωση της γλώσσας με συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς δείκτες και σε δεύτερη φάση, 55 παιδιά από το συνολικό δείγμα δέχθηκαν να συμμετάσχουν σε περαιτέρω αξιολόγηση της εγκεφαλικής τους πλευρίωσης μέσω του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler. Από τα παιδιά αυτά, ωστόσο, τα 51 ολοκλήρωσαν επιτυχώς τη δοκιμασία λεξιλογικής παραγωγής μέσω του Doppler (βλ. λεπτομέρειες στο υποκεφ. 3.3). Τα παιδιά αυτής της φάσης αποτέλεσαν: (α) 19 μαθητές (9 αγόρια,) με υψηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N > 120$), (β) 16 μαθητές (7 αγόρια,) με μέσο νοητικό πηλίκο ($\Delta N 80-120$)

¹⁴ Βέβαια, υπάρχουν και έρευνες που επισημαίνουν ότι η πλευρίωση δε αλλάζει με το πέρας της ηλικίας και ότι έχει ήδη παγιωθεί κατά την ηλικία των επτά ετών (Wood, & συν., 2004).

και (γ) 16 μαθητές (8 αγόρια,) με χαμηλό νοητικό πηλίκο ($\Delta N < 80$). Οι τρεις αυτές ομάδες ήταν στοιχισμένες ως προς την ηλικία ($p = 0,114$) και το φύλο ($p = 0,972$).

Τα κριτήρια αποκλεισμού που τέθηκαν αναφορικά με την επιλογή ολόκληρου του δείγματος περιελάμβαναν την απουσία νευρολογικών προβλημάτων (π.χ., επιληψία, μηνιγγίτιδα, σκλήρυνση κατά πλάκας κ.ά.) και παθολογικών καταστάσεων που παρεμβαίνουν στη λειτουργία των άνω άκρων (π.χ. αρθρίτιδα χεριών). Οι πληροφορίες αυτές συλλέχθηκαν κατόπιν συνεντεύξεως με τους γονείς. Ειδικότερα, για τα παιδιά με NK σημαντική προϋπόθεση για τη συμμετοχή τους στην έρευνα αποτέλεσε στη διάγνωση¹⁵ τους να αναγράφεται NK ιδιοπαθούς/άγνωστης φύσεως, η απουσία οποιουδήποτε γενετικού συνδρόμου NK (π.χ. σύνδρομο Down, Turner, Williams, Prader-Willi κ.ά), καθώς και η απουσία συννοσηρότητας με άλλη αναπηρία ή ειδική εκπαιδευτική ανάγκη (π.χ. αισθητηριακές αναπηρίες όρασης και ακοής, κινητικές αναπηρίες, διαταραχές ομιλίας-λόγου, ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, σύνδρομο ελλειμματικής προσοχής με ή χωρίς υπερκινητικότητα, διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές κ.ά.), καθώς τέτοιες μεταβλητές μπορεί να επηρεάζουν τη λειτουργική εγκεφαλική οργάνωση του ατόμου (Grouios, & συν., 1999. Piccirilli, D'Alessandro, Mazzi, Sciarra, & Testa, 1991). Τέλος, όλοι οι μαθητές έπρεπε να έχουν κανονική ή διορθωμένη όραση και μητρική γλώσσα την ελληνική.

3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο τεστ για την αξιολόγηση της νοημοσύνης, τρεις δοκιμασίες αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, μία έμμεση ορμονική μέτρηση, δύο ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, ένα νευροψυχολογικό τεστ μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και απεικόνιση εγκεφάλου με ένα τεστ γλωσσικής παραγωγής μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler (βλ. Παράρτημα 3.1).

Νοημοσύνη: Αναφορικά με την αξιολόγηση της νοημοσύνης επιλέχθηκε το σύντομο τεστ ρέουσας νοημοσύνης Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Raven, 2000) για την προκαταρκτική φάση αξιολόγησης (βλ. παρακάτω υποκεφ. 3.3)

¹⁵ Πριν τη συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα ελέγχθηκαν οι ατομικοί τους φάκελοι και μελετήθηκαν οι διαγνώσεις των μαθητών με NK, οι οποίες είχαν συνταχθεί από επίσημους ιατροπαιδαγωγικούς φορείς της χώρας μας.

και η κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition, 1991), η οποία έχει προσαρμοστεί στα ελληνικά δεδομένα και σταθμίζεται σε ελληνικό δείγμα (Γεώργας, & συν., 1997).

Προτίμηση και δεξιότητα χεριού: Όσον αφορά στην προτίμηση χεριού χορηγήθηκαν δύο συμπεριφορικές δοκιμασίες: το Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (Quantification of Hand Preference Test - Bishop, Ross, Daniels, & Bright, 1996) και το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (Edinburgh Handedness Inventory - Oldfield, 1971), ενώ για τη δεξιότητα χεριού χορηγήθηκε η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (Peg-Moving Test, - Annett, 1985). Αυτά τα συμπεριφορικά τεστ για την αξιολόγηση της προτίμησης/δεξιότητας χεριού επιλέχθηκαν, ώστε η συμπεριφορική πλευρίωση να αξιολογηθεί τόσο ποιοτικά, αλλά και ποσοτικά, καθώς ο συνυπολογισμός ερωτηματολογίων και δοκιμασιών αποδεικνύεται περισσότερο ολοκληρωμένος και αξιόπιστος τρόπος για την αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης (Rigal, 1992).

Ορμονική αξιολόγηση: Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μια έμμεση ορμονική μέτρηση των επιπέδων προγεννητικής τεστοστερόνης μέσω των δαχτύλων του δείκτη (2D) και του παράμεσου (4D) (λόγος 2D:4D - Manning, Scutt, Wilson, & Lewis-Jones, 1998).

Εγκεφαλική πλευρίωση: Για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης χορηγήθηκαν, αρχικά, δύο ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς, το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (Zenhausen, 1978) και το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων (Hemispheric Mode Indicator - McCarthy, 1998) και στη συνέχεια, το νευροψυχολογικό τεστ λεξιλογικής απόφασης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (Visual Half-Field Lexical Decision Test - Stephan, Fink, & Marshall., 2007). Τέλος, η ερευνητική διαδικασία ολοκληρώθηκε με την άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας με τη δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (Animation Description task - Bishop, & συν., 2009) μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler. Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των προαναφερθέντων εργαλείων.

3.2.1 Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (ΠΠΜ-R)

Οι Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (ΠΠΜ-R, Standard Progressive Matrices by J. C. Raven, 1981. 2000. 2003) αποτελούν ένα σύντομο διαγνωστικό τεστ νοημοσύνης. Πρόκειται για ένα τεστ που έχει σχεδιαστεί για να μετρά τη γενική νοητική ικανότητα και την ικανότητα του παιδιού να αναπτύσσει αντιληπτικούς συσχετισμούς και να σκέπτεται λογικά κατ' αναλογία. Αποτελείται από 60 δοκιμασίες κατανεμημένες σε πέντε ομάδες, η κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει 12 δοκιμασίες. Οι δοκιμασίες εντός κάθε ομάδας είναι κατανεμημένες έτσι ώστε το επίπεδο δυσκολίας να αυξάνεται σταδιακά. 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 3.3.1). Κάθε ομάδα δοκιμασιών αφορά και απαιτεί την εξαγωγή ενός διαφορετικού κανόνα ή ακολουθίας για την ορθή συμπλήρωση του σχεδίου. Η διάρκεια του τεστ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 45 λεπτά.

Η βαθμολόγηση των ΠΠΜ-R αρχικά περιλαμβάνει τη μέτρηση των σωστών απαντήσεων στο σύνολο των 60 δοκιμασιών (1 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 νοητική κλάση βάσει σχετικών πινάκων του εγχειριδίου. Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση της νοητικής ικανότητας βάσει των ΠΠΜ-R (Raven, 2000).

Πίνακας 3.1.

Κατηγοριοποίηση της νοημοσύνης βάσει των ΠΠΜ-R.

ΚΛΑΣΗ I	Εξαιρετική νοημοσύνη	> ή = της 95 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
ΚΛΑΣΗ II	Ανώτερη νοημοσύνη	> ή = της 75 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
ΚΛΑΣΗ III	Μέση νοημοσύνη	Μεταξύ 25 ^{ης} και 75 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
ΚΛΑΣΗ IV	Χαμηλή νοημοσύνη	Μεταξύ 10 ^{ης} και 25 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης
ΚΛΑΣΗ V	Νοητικά υπολειπόμενη	< ή = της 10 ^{ης} εκατοστιαίας θέσης

3.2.2 Το Ελληνικό 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 σε ελληνικό δείγμα (Γεώργας, & συν., 1997). Αποτελείται από 13 επιμέρους κλίμακες (10 κύριες κλίμακες, 2 συμπληρωματικές και 1 προαιρετική) που η καθεμία αξιολογεί μια διαφορετική πλευρά της νοημοσύνης. Το WISC-III είναι κατάλληλο για παιδιά 6 έως 16 ετών και η διάρκεια χορήγησης του είναι περίπου μία ώρα.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που έχει το WISC-III είναι ότι παρέχει, μέσω των διαφορετικών κλιμάκων του, ένα μεγάλο εύρος αξιόπιστων και έγκυρων πληροφοριών για τις γνωστικές ικανότητες του παιδιού. Μάλιστα, είναι κατάλληλο για τον εντοπισμό των ευφυών παιδιών - ακόμη και των υπερευφυών - γιατί παρέχει νοητικά ηλίκα άνω του 145, δηλαδή νοητικά ηλίκα που εκτείνονται περισσότερες από τρεις τυπικές αποκλίσεις πάνω από το μέσο όρο. Στην παρούσα έρευνα χορηγήθηκαν οι δέκα κύριες κλίμακες, από τις οποίες εξάγονται τρεις ΔΝ: ο Γενικός Δείκτης Νοημοσύνης (ΓΔΝ), ο Λεκτικός δείκτης Νοημοσύνης (ΛΔΝ) και ο Πρακτικός Δείκτης Νοημοσύνης (ΠΔΝ). Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των δέκα αυτών κύριων κλιμάκων (Μόττη-Στεφανίδη, 1999. Γαλανάκη, 2000):

(1) *Συμπλήρωση εικόνων*. Δίνονται στο μαθητή 30 έγχρωμες εικόνες κοινών αντικειμένων και καταστάσεων, από τις οποίες λείπει ένα σημαντικό στοιχείο. Ο μαθητής καλείται να ονομάσει ή να δείξει το στοιχείο που λείπει σε κάθε εικόνα μέσα σε 20 δευτερόλεπτα. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί την ικανότητα για οπτική διαφοροποίηση και προϋποθέτει συγκέντρωση, οπτική εγρήγορση και οργάνωση, καθώς και μακρόχρονη μνήμη. Επιπρόσθετα, σχετίζεται με την ολιστική επεξεργασία των πληροφοριών από το ΔΗ.

(2) *Πληροφορίες*. Δίνονται στο μαθητή 30 ερωτήσεις που αξιολογούν τις γενικές του γνώσεις, όπως για παράδειγμα: «Σε ποια ήπειρο βρίσκεται η Αίγυπτος;», «Ποιος ήταν ο Κολοκοτρώνης;» κ.λπ. Ο μαθητής καλείται να απαντήσει στις ερωτήσεις αυτές προφορικά. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως το εύρος των γενικών γνώσεων του παιδιού και σχετίζεται με την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Οι υψηλές επιδόσεις στην κλίμακα αυτή θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή, καθώς αντικατοπτρίζουν τις μορφωτικές-πολιτισμικές ευκαιρίες που έχουν δοθεί στο παιδί.

(3) *Κωδικοποίηση*. Δίνονται στο μαθητή 9 αριθμητικά ψηφία που το καθένα αντιστοιχεί σε ένα σύμβολο (ή πέντε γεωμετρικά σχήματα για τα παιδιά 6-8 ετών). Ζητείται από το μαθητή να γράψει το αντίστοιχο σύμβολο κάτω από 119 αριθμούς έχοντας χρονικό περιθώριο 120 δευτερόλεπτα. Η κλίμακα αυτή μετρά κυρίως την ψυχοκινητική ταχύτητα, καθώς και την οπτική βραχύχρονη μνήμη και οπτική αντίληψη αφηρημένων ερεθισμάτων, ενώ σχετίζεται με την επεξεργασία των πληροφοριών και από τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου.

(4) *Ομοιότητες*. 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, ο μαθητής καλείται να εντοπίσει σε τι μοιάζουν ο θυμός και η χαρά (είναι και τα δύο συναισθήματα), οι αριθμοί 9 και 25 (είναι και οι δύο τέλεια τετράγωνα) κ.λπ. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως τη λογική αφαιρετική σκέψη και τη διαλογιστική ικανότητα.

(5) *Σειροθέτηση εικόνων*. Δίνονται στο μαθητή 14 δέσμες έγχρωμων εικόνων, καθεμία από τις οποίες απεικονίζει μια σύντομη ιστορία, όπως για παράδειγμα η ιστορία μιας ληστείας, ενός πικ-νικ κ.λπ. Ο αριθμός των καρτών ανά δέσμη κυμαίνεται από τρεις έως έξι. Οι εικόνες παρουσιάζονται με ανακατεμένη σειρά και ο μαθητής καλείται να τις τοποθετήσει σε μια λογική σειρά, ώστε να απεικονίζουν την ιστορία αυτή σε καθορισμένο χρονικό όριο. Η κλίμακα αυτή μετρά κυρίως την ικανότητα σειροθέτησης βάσει του χρόνου που εκτυλίχθηκαν τα γεγονότα και την ικανότητα πρόβλεψης των συνεπειών διαφόρων καταστάσεων, ενώ σχετίζεται με την επεξεργασία των πληροφοριών και από τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου.

(6) *Αριθμητική*. Δίνονται στο μαθητή 24 αριθμητικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα: «Αν 3 κουτιά μακαρόνια ζυγίζουν 5 κιλά, πόσα κιλά ζυγίζουν τα 24 κουτιά;». Ο μαθητής καλείται να λύσει τα προβλήματα αυτά χωρίς να χρησιμοποιήσει χαρτί και μολύβι μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό όριο. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί τη διαλογιστική ικανότητα του παιδιού για αριθμητικές έννοιες και μαθηματικούς υπολογισμούς.

(7) *Σχέδια με κύβους*. Δίνονται στο μαθητή εννιά δίχρωμοι κύβοι και του ζητείται να αναπαραγάγει 12 σχέδια, χρησιμοποιώντας τους δίχρωμους αυτούς κύβους σε καθορισμένο χρονικό όριο. Η κλίμακα αυτή απαιτεί αντιληπτική οργάνωση και μετρά κυρίως την ικανότητα ανάλυσης του όλου στα επιμέρους συστατικά του και το σχηματισμό μη λεκτικών εννοιών. Επίσης, σχετίζεται με την

επεξεργασία των πληροφοριών (αναλυτική και συνθετική) κι από τα δύο ημισφαίρια του εγκέφαλου.

(8) *Λεξιλόγιο*. Δίνονται στο μαθητή 30 λέξεις και του ζητείται να δώσει τον ορισμό κάθε λέξης προφορικά, για παράδειγμα ο ορισμός της λέξης νησί, εύστοχος, αμφιβολία κ.λπ. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως την ανάπτυξη της γλώσσας και τη γνώση της σημασίας των λέξεων. Επιπλέον, σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τη γενική νοητική ικανότητα, καθώς αντανακλάται η μαθησιακή ικανότητα του παιδιού και έχει διαχρονική σταθερότητα.

(9) *Συναρμολόγηση αντικειμένων*. Πέντε εικόνες αντικειμένων είναι κομμένες, όπως στα παζλ, όπως για παράδειγμα ένα μήλο, ένα άλογο κ.λπ. Ο μαθητής καλείται να συναρμολογήσει τα κομμάτια κάθε εικόνας, ώστε να σχηματίσει το εικονιζόμενο αντικείμενο σε καθορισμένο χρονικό όριο. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως την ικανότητα για σύνθεση και πρόβλεψη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ των επιμέρους στοιχείων και σχετίζεται με την ολιστική επεξεργασία των ερεθισμάτων στο ΔΗ.

(10) *Κατανόηση*. Δίνονται στο μαθητή 18 ερωτήσεις και ο μαθητής καλείται να δώσει λύσεις σε καθημερινά προβλήματα και να δείξει ότι κατανοεί κοινωνικούς κανόνες και έννοιες. Για παράδειγμα, ο μαθητής καλείται να απαντήσει στην ερώτηση: «Τι πρέπει να κάνεις αν βρεις σε ένα κατάστημα ένα ξένο πορτοφόλι;», «Γιατί τα παιχνίδια έχουν κανόνες;» κ.λπ. Η κλίμακα αυτή αξιολογεί κυρίως τη γνώση καθημερινών, πρακτικών θεμάτων και συμβατικών κανόνων συμπεριφοράς.

Ο υπολογισμός των τριών δεικτών του WISC-III - ΓΔΝ, ΛΔΝ και ΠΔΝ - απορρέει από την ακόλουθη διαδικασία: οι βαθμολογίες κάθε κλίμακας (αρχικές τιμές) μετατρέπονται με τη βοήθεια πινάκων του εγχειριδίου σε δευτερογενείς σταθμισμένες τιμές (τυπικοί βαθμοί), συγκρίνοντας την επίδοση του εξεταζόμενου με τον μέσο όρο επίδοσης του αντιπροσωπευτικού δείγματος. Στη συνέχεια, προστίθενται οι τυπικοί βαθμοί των λεκτικών κλιμάκων, των πρακτικών κλιμάκων, καθώς και οι συνολικοί τυπικοί βαθμοί από όλες τις κλίμακες και διεξάγονται οι τρεις τελικοί ΔΝ καθ' υπόδειξη συγκεκριμένων πινάκων του εγχειριδίου (Γεώργας, & συν., 1997). Έτσι, τα παιδιά με ΔΝ έως 80 χαρακτηρίζονται από χαμηλή νοημοσύνη, τα παιδιά με ΔΝ 80-120 από μέση –φυσιολογική νοημοσύνη και τα παιδιά με ΔΝ άνω του 120 από ΥΝ (βλ. αναλυτικότερα Πίνακα 1.1, υποκεφ. 1.1.4).

3.2.3 Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου

Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (Edinburgh Handedness Inventory - Oldfield, 1971) αποτελεί το πιο δημοφιλές ερωτηματολόγιο αυτό-αναφοράς της προτίμησης χεριού στη βιβλιογραφία (Papadatou-Pastou, Martin, & Munafò, 2013), κατά το οποίο οι ερωτώμενοι καλούνται να υποδείξουν την προτίμηση χεριού που επιδεικνύουν για κάθε δραστηριότητα 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 απαρτιζόταν από δέκα ερωτήματα που αφορούν την προτίμηση χεριού (γράψιμο, ζωγραφική, πέταγμα πέτρας, κόψιμο με ψαλίδι, οδοντόβουρτσα, κόψιμο με μαχαίρι, κουτάλι, κράτημα σκούπας, άναμμα σπέρτου και άνοιγμα κουτιού) και δύο ερωτήματα για την προτίμηση ποδιού και ματιού, καθώς αποτελούν και αυτά συμπεριφορικούς δείκτες πλευρίωσης (Coren, 1993). Οι συμμετέχοντες καλούνταν να υποδείξουν με ποιο χέρι (δεξί, αριστερό ή και τα δύο) εκτελούν κάθε δραστηριότητα σημειώνοντας στην αντίστοιχη στήλη την απάντησή τους (βλ. Παράρτημα 3.3.2). Κάθε επιλογή του δεξιού χεριού βαθμολογήθηκε με δύο (2) βαθμούς, η μικτή προτίμηση με έναν (1) βαθμό και η αριστερή προτίμηση χεριού με μηδέν (0) βαθμούς και έπειτα υπολογίστηκε ένας δείκτης πλευρίωσης (ΔΠ) που κυμαινόταν από 0 (ισχυρά αριστερόχειρες) ως 24 (ισχυρά δεξιόχειρες). Στη συνέχεια, οι ΔΠ εκφράστηκαν σε ποσοστιαία αναλογία, σύμφωνα με την οποία οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε αριστερόχειρες (0-25%), αμφιδέξιους (25,01-75%) και δεξιόχειρες (75,01-100%).

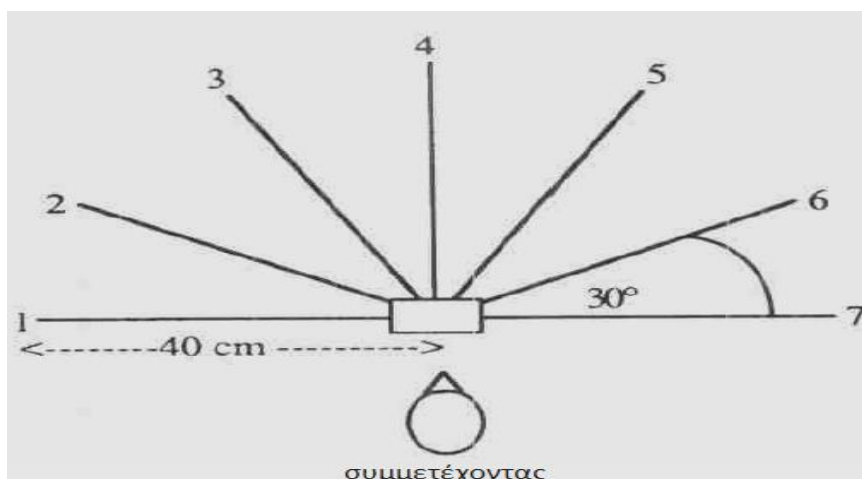
Ας σημειωθεί ότι στην εν λόγω μελέτη, επειδή στο δείγμα συμπεριλήφθησαν και παιδιά με ΝΚ, τα παιδιά αυτά δεν καλούνταν να απαντήσουν στις ερωτήσεις αλλά να μιμηθούν τις δραστηριότητες. Η συμπλήρωση, επομένως, του ερωτηματολογίου γινόταν από την ερευνήτρια μέσα από την παρατήρηση αυτών των μιμήσεων. Η τροποποίηση αυτή του ερωτηματολογίου βασίστηκε σε αντίστοιχη τροποποίηση, στην οποία προέβη η Bishop (1995) προκειμένου να αξιολογήσει την πλευρίωση σε παιδιά ηλικίας 6 χρονών. Μάλιστα, η δραστηριότητα «άναψε ένα σπέρτο», επειδή κρίθηκε επικίνδυνη, αντικαταστάθηκε από τη δραστηριότητα «δώσε μου μια κάρτα».

Στα παιδιά ΥΝ και ΦΝ 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. Για να κάνεις μερικές από τις δραστηριότητες χρειάζεσαι και τα δύο χέρια, για παράδειγμα για να ανοίξεις ένα κουτί. Για αυτές τις δραστηριότητες, μέσα στην παρένθεση θα βρεις για ποια δραστηριότητα ή αντικείμενο πρέπει να απαντήσεις ποιο χέρι χρησιμοποιείς. Πριν απαντήσεις, φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση.

3.2.4 Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού

Αρκετοί ερευνητές έχουν επισημάνει ότι ερωτηματολόγια, όπως αυτό της Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου, που προαναφέρθηκε και άλλα παρόμοια ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς είναι υποκειμενικά, καθώς ο βαθμός κατανόησης των ερωτήσεων έγκειται στην υποκειμενική ερμηνεία του αναγνώστη, ενώ παράλληλα το άτομο για να απαντήσει στις ερωτήσεις πρέπει να φανταστεί ή να ανακαλέσει τον τρόπο με τον οποίο θα εκτελούσε καθεμία από τις δραστηριότητες του ερωτηματολογίου (Bryden, & συν., 2000. Bryden, & Roy, 2006). Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε συμπληρωματικά το τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ, Quantification of Hand Preference Test - Bishop, & συν., 1996), το οποίο αποτελεί ένα σύντομο συμπεριφοριστικό τεστ 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, & συν., 1996).



Εικόνα 3.1. Σχηματική αναπαράσταση του τεστ ΠΠΧ. Πηγή: Bishop και συν., 1996. Οι θέσεις 1-3 αντιστοιχούν στο αριστερό ημιπεδίο, η θέση 4 δηλώνει συμμετρία, ενώ οι θέσεις 5-7 αντιστοιχούν στο δεξί ημιπεδίο (Bryden, & συν., 2000).

Στην παρούσα μελέτη για το τεστ ΠΠΧ χρησιμοποιήθηκαν 21 κάρτες, οι οποίες αναπαριστούσαν ζώα και αντικείμενα, τα οποία επιλέχθηκαν ώστε να αποτελούν οικείες απεικονίσεις για παιδιά (βλ. Εικ. 3.2). Η επιλογή των καρτών ήταν τυχαία, αλλά τηρήθηκε η ίδια σειρά σε όλους τους συμμετέχοντες (Bishop, & συν., 1996). Για τη δοκιμασία αυτή υπολογίστηκε ένας ΔΠ, ο οποίος προέκυψε από το ποσοστό των καρτών που επιλέχθηκαν με το δεξί χέρι και κυμαινόταν από 0% (ακραία αριστεροχειρία) έως 100% (ακραία δεξιοχειρία) (Papadarou-Pastou, 2008). Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες βάσει των ποσοστών τους χωρίστηκαν σε αριστερόχειρες (0-25%), αμφιδέξιους (25,01-75%) και δεξιόχειρες (75,01-100%). Τέλος, οι οδηγίες που δόθηκαν προφορικά στους συμμετέχοντες 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.



Εικόνα 3.2. Το τεστ ΠΠΧ που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα. Το παιδί στεκόταν όρθιο στο κέντρο του χάρτινου πίνακα και τοποθετούσε τις κάρτες που του ζητούσε η ερευνήτρια μέσα στο κουτί με το προτιμώμενο χέρι.

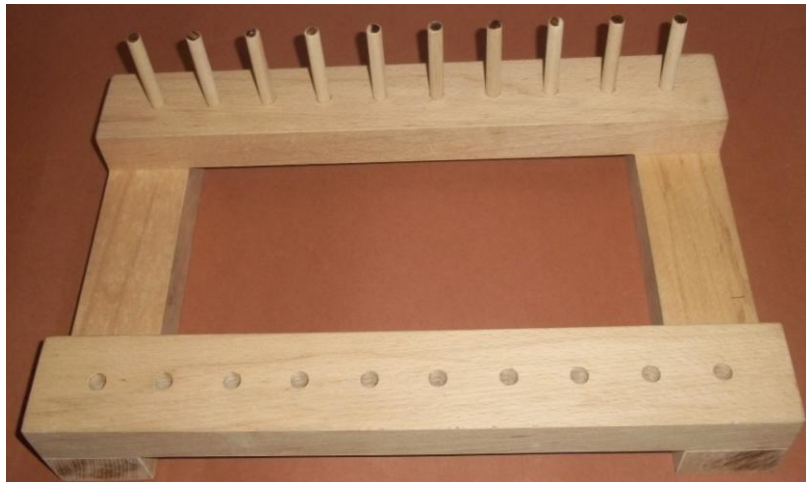
3.2.5 Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων

Η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (Peg-Moving test - Annett, 1985, 2002) αποτελεί δοκιμασία δεξιότητας χεριού (hand skill test) και έχει ως στόχο την αξιολόγηση της ικανότητας αριστερού και δεξιού χεριού κατά τη διεκπεραίωση μιας διαδικασίας. Οι δοκιμασίες δεξιότητας χεριού αποτελούν έναν περισσότερο αντικειμενικό τρόπο μέτρησης της δεξιότητας/ικανότητας των χεριών. Επιπλέον, συνίστανται περισσότερο σε πληθυσμούς, όπως παιδιά και ηλικιωμένους, καθώς δυσκολεύονται να χειριστούν γραπτά ερωτηματολόγια και να θυμηθούν ποιο χέρι χρησιμοποιούν για να εκτελέσουν κάποια δραστηριότητα (Bryden, & συν., 2000).

Ειδικότερα, η δοκιμασία αυτή περιλαμβάνει 10 κυλινδρικούς μικρούς πασσάλους και ένα παραλληλόγραμμο διάτρητο πίνακα (βλ. Εικ. 3.3). 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 δεξί 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.

Οι ακόλουθες οδηγίες δόθηκαν προφορικά στους συμμετέχοντες:

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, χρησιμοποιώντας είτε το αριστερό είτε το δεξί χέρι εναλλάξ. Προσπάθησε να μη μιλάς όσο μετακινείς τα ξυλάκια, γιατί θα καθυστερείς. 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.



Εικόνα 3.3. Ο διάτρητος πίνακας με τους δέκα πασσάλους. Η απόσταση μεταξύ των δύο σειρών του διάτρητου πίνακα ήταν 20,32 εκ. (από το κέντρο της κάθε τρύπας). Κάθε σειρά αποτελούταν από 10 τρύπες διαμέτρου 1,27 εκ. και βάθους 2,2 εκ. η καθεμία, ενώ η κάθε τρύπα απείχε από την άλλη 3,8 εκ. Κάθε πάσσαλος είχε μήκος 8,1 εκ. και διάμετρο 0,9 εκ. (Annett, 2002).

Για τη βαθμολόγηση του κάθε παιδιού 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 συμμετέχοντας έπιασε τον πρώτο πάσσαλο μέχρι τη στιγμή που τοποθέτησε τον τελευταίο πάσσαλο στην τελευταία τρύπα. Στη συνέχεια, οι διαφορές στη δεξιότητα των δύο χεριών εκφράστηκαν ως ένας ΔΠ, οι θετικές τιμές του οποίου

δηλώνουν επικράτηση του δεξιού χεριού, ενώ οι αρνητικές τιμές επικράτηση του αριστερού χεριού. Ο ΔΠ προέκυψε από τον ακόλουθο τύπο:

$$\Delta\Pi_{\Delta\Pi\Pi} = (\Delta X - AX) / (\Delta X + AX),$$

όπου ΔX = ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε για τη μετακίνηση των πασσάλων με το δεξί χέρι και AX = ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε για τη μετακίνηση των πασσάλων με το αριστερό χέρι. Οι συμμετέχοντες αρχικά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: παιδιά με αριστερή δεξιότητα χεριού και δεξιά δεξιότητα χεριού. Πραγματοποιήθηκε, όμως, και μια νέα ομαδοποίηση σε τρεις κλάσεις ίσους πλάτους, οπότε οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε παιδιά με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού.

3.2.6 Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων

Το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων (ΕΔΗΤ) αποτελεί ένα εργαλείο αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης μέσω ερωτήσεων αυτο-αναφοράς για την επεξεργασία πληροφοριών είτε από το ΔΗ, είτε από το ΑΗ (McCarthy, 1998). Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 30 ζεύγη αντίθετων δηλώσεων, όπως για παράδειγμα: «προτιμώ να μιλώ εμπειρικά» ή «προτιμώ να μιλώ αφηρημένα» κ.λπ. Ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει μία από τις δύο δηλώσεις κάθε ζεύγους και να δηλώσει το βαθμό συμφωνίας του με αυτή τη δήλωση (πολύ, κάπως ή καμία προτίμηση) στην αντίστοιχη στήλη (βλ. Παράρτημα 3.3.3).

Οι επιλογές της αριστερής στήλης βαθμολογούνται με αρνητικούς βαθμούς (-2 βαθμούς για την προτίμηση «πολύ» και -1 βαθμό για την προτίμηση «κάπως»), η επιλογή «καμία προτίμηση» βαθμολογείται με μηδέν, ενώ οι επιλογές της δεξιάς στήλης βαθμολογούνται με θετικούς βαθμούς (+2 βαθμούς για την προτίμηση «πολύ» και +1 βαθμό για την προτίμηση «κάπως»). Τέλος, προκύπτει ένας δείκτης πλευρίωσης από το άθροισμα όλων των βαθμών. Επομένως, αρνητικά σκορ προκύπτουν αν το υποκείμενο έχει επιλέξει περισσότερες απαντήσεις από την αριστερή στήλη του ερωτηματολογίου (-60 έως -9) και σχετίζονται με επεξεργασία πληροφοριών από το ΑΗ, ενώ οι θετικές βαθμολογίες προκύπτουν από την επιλογή της δεξιάς στήλης (9 έως 60) υποδηλώνουν επεξεργασία πληροφοριών από το ΔΗ. Τέλος, βαθμολογίες μεταξύ του +8 και του -8 υποδηλώνουν συγκυριαρχία των δύο ημισφαιρίων και άρα μεγαλύτερη εγκεφαλική συμμετρία (McCarthy, 1998).

Το παρόν ερωτηματολόγιο ΕΔΗΤ χορηγήθηκε μόνο στα παιδιά με ΥΝ και ΦΝ, καθώς οι ερωτήσεις-δηλώσεις που εμπεριέχουν κρίθηκαν εννοιολογικά δύσκολες για να τις κατανοήσουν τα παιδιά με ΝΚ. Οι οδηγίες που δόθηκαν, γραπτά και προφορικά, στους συμμετέχοντες ήταν οι ακόλουθες:

Για κάθε αριθμημένο στοιχείο του παρακάτω πίνακα υπάρχουν πέντε δυνατές επιλογές. Μπορείτε να επιλέξετε “πολύ” ή “κάπως” από τη στήλη Α είτε “πολύ” ή “κάπως” από τη στήλη Β. Εάν πραγματικά δεν έχετε καμία προτίμηση, επιλέξτε τη στήλη “καμία προτίμηση” στο κέντρο. Σημειώστε “x” στο κατάλληλο κενό, για να δείξετε την προτίμησή σας. Παρακαλώ προσέξτε όμως: σημειώστε μόνο μία απάντηση για κάθε αριθμημένη δήλωση.

3.2.7 Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών

Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (ΕΠΗΣ) αποτελεί, επίσης, ένα εργαλείο αξιολόγησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης και έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς ερευνητές για την αξιολόγηση της επικράτησης του ΔΗ ή του ΑΗ (Zenhausen, 1978). Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 20 ερωτήσεις-δηλώσεις, από τις οποίες οι 10 αναφέρονται σε ικανότητες του ΑΗ (π.χ. η δήλωση «Όταν αποφασίζω κάτι βασίζομαι κυρίως σε αντικειμενικά δεδομένα παρά σε συναισθήματα») και οι υπόλοιπες 10 σε ικανότητες του ΔΗ (π.χ. η δήλωση «Μου αρέσει να χρησιμοποιώ σύμβολα και εικόνες για να λύνω προβλήματα»). Η κλίμακα αξιολόγησης κυμαίνεται από το 1 έως το 10, με το 1 να δείχνει την πλήρη διαφωνία του μαθητή στη συγκεκριμένη δήλωση-ικανότητα και το 10 την πλήρη συμφωνία του με αυτήν. Για να βρεθεί η προτίμηση του ημισφαιρίου υπολογίζεται ένας δείκτης πλευρίωσης, ο οποίος προκύπτει από την ακόλουθη διαδικασία: προστίθενται οι βαθμοί που συγκεντρώθηκαν για το ΔΗ και έπειτα για το ΑΗ και στη συνέχεια αφαιρείται το σύνολο των βαθμών του ΔΗ από το ΑΗ. Έτσι, ένα θετικό αποτέλεσμα λαμβάνεται ως ένδειξη μιας ισχυρότερης προτίμησης του ΑΗ, ενώ ένα αρνητικό δείχνει την επικράτηση του ΔΗ (βλ. Παράρτημα 3.3.4).

Ας σημειωθεί ότι και το παρόν ερωτηματολόγιο (ΕΠΗΣ), όπως και το προηγούμενο (ΕΔΗΤ), χορηγήθηκαν μόνο στα παιδιά με ΥΝ και ΦΝ εξαιτίας του

βαθμού δυσκολίας των ερωτήσεων. Οι οδηγίες που δόθηκαν, γραπτά και προφορικά, στους συμμετέχοντες ήταν οι ακόλουθες:

Δίπλα σε καθεμία από τις παρακάτω 20 ερωτήσεις βάλε ένα βαθμό από το 1-10, όπου το 1 δείχνει την πλήρη διαφωνία σου και το 10 την πλήρη συμφωνία σου.

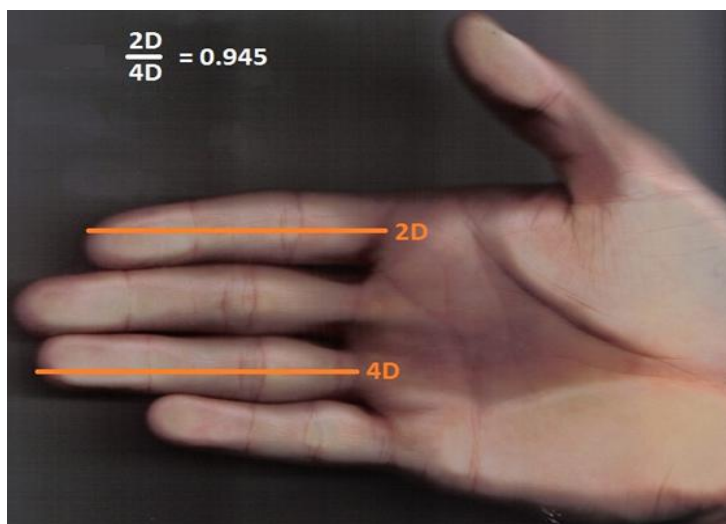
3.2.8 Ορμονική αξιολόγηση

Οι Geschwind και Galaburda (1985) υποστήριξαν ότι διαφορές στα επίπεδα ορμονών, και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης κατά την εμβρυϊκή περίοδο, αποτελούν την αιτία της διαφοροποιημένης προτίμησης χεριού ανάμεσα στα δύο φύλα. Ειδικότερα, ανέφεραν ότι η τεστοστερόνη οδηγεί σε καθυστέρηση της ανάπτυξης του ΑΗ κι έτσι αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης αριστεροχειρίας και επικράτησης του ΔΗ για τη γλώσσα (Geschwind, & Galaburda, 1985. 1987). Μάλιστα, οι Geschwind και Behan (1982) πρότειναν ότι τα αγόρια, τα οποία εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης, θα εμφανίζουν συχνότερα και αριστεροχειρία. Λίγο αργότερα, η Benbow (1986) επεσήμανε ότι τα αγόρια, τα οποία έχουν υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης, εμφανίζουν συχνότερα και υψηλές μαθηματικές κυρίως ικανότητες.

Με αφορμή τα ευρήματα αυτά επιλέχθηκε μια έμμεση αξιολόγηση των ορμονικών επιπέδων μέσω του λόγου του μήκους των δαχτύλων του δείκτη και του παράμεσου (λόγος 2D:4D, Second to Fourth Digit Length Ratio - Manning, & συν., 1998). Ο λόγος 2D:4D, αρχικά, έχει βρεθεί ότι σχετίζεται αρνητικά με τα επίπεδα τεστοστερόνης, καθώς όσο μικρότερος είναι ο λόγος 2D:4D, τόσο υψηλότερο το επίπεδο εμβρυϊκής τεστοστερόνης (Lutchmaya, Baron-Cohen, Raggatt, Knickmeyer, & Manning, 2004. Manning, & Peters, 2009) (βλ. Εικ. 3.4). Όσον αφορά στη σχέση μεταξύ πλευρίωσης και λόγου 2D:4D, έρευνες έχουν καταλήξει ότι χαμηλές τιμές του λόγου 2D:4D συνδέονται με υψηλότερες επιδόσεις του αριστερού χεριού (Fink, Manning, Neave, & Grammer, 2004. Manning, Barley, Walton, Lewis-Jones, Trivers, & συν., 2000).

Περαιτέρω, αναφορικά με τη σχέση του λόγου 2D:4D και της νοητικής ικανότητας, αρνητική συσχέτιση έχει βρεθεί μεταξύ του λόγου 2D: 4D του δεξιού χεριού και των υψηλών μαθηματικών νοητικών ικανοτήτων (δηλαδή όσο πιο χαμηλός

ο λόγος 2D:4D και άρα υψηλά τα επίπεδα της τεστοστερόνης, τόσο υψηλότερη η μαθηματική νοημοσύνη - Luxen, & Buunk, 2005). Οι Fink, Brookes, Neave, Manning και Geary (2006) διαπίστωσαν, επίσης, ότι τα χαμηλότερα ποσοστά του λόγου 2D:4D στα αγόρια σχετίζονταν με υψηλότερες επιδόσεις στα μαθηματικά συγκριτικά με τα κορίτσια. Ομοίως, οι Hooven, Chabris, Ellison και Kosslyn (2004) κατέληξαν ότι τα υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης στα αγόρια μπορεί να επηρεάσουν θετικά την ικανότητα τους σε δοκιμασίες νοητικής περιστροφής (mental rotation tasks) δίνοντάς τους σημαντικό γνωστικό πλεονέκτημα συγκριτικά με τα κορίτσια. Τέλος, και η διαφορά μεταξύ των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού (Dδ-α) έχει βρεθεί ότι σχετίζεται θετικά με τη γνωστική ικανότητα (Beaton, Rudling, Kissling, Taurines, & Thome, 2011).



Εικόνα 3.4. Απεικόνιση χεριού με το δείκτη να είναι μικρότερος από τον παράμεσο. Στο παράδειγμα αυτό, το αποτέλεσμα είναι ένας μικρός λόγος 2D: 4D δηλωτικός των υψηλών επιπέδων εμβρυϊκής τεστοστερόνης. Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Digit_ratio

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 χιλ. (βλ. Εικ. 3.5). Στη συνέχεια υπολογίστηκαν δύο λόγοι 2D:4D, ένας για το δεξί κι ένας για το αριστερό χέρι, καθώς και ένας δείκτης (Dδ-α), ο οποίος προέκυψε από την διαφορά των λόγων 2D:4D του δεξιού μείον του αριστερού χεριού Τα παιδιά χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα τον κάθε ορμονικό δείκτη, ενώ τα επίπεδα τεστοστερόνης ορίστηκαν με βάση τα άκρα της κανονικής κατανομής των τριών αυτών δεικτών (κάτω του 10% και άνω του

90%). Έτσι, στην πρώτη ομάδα εντάχθηκαν τα παιδιά με πολύ χαμηλούς ορμονικούς δείκτες (άρα υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης), στη δεύτερη ομάδα τα παιδιά με μέτρια επίπεδα τεστοστερόνης και στην τρίτη ομάδα τα παιδιά με υψηλούς ορμονικούς δείκτες (και άρα χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης). Παρόμοια κατηγοριοποίηση πραγματοποιήθηκε και για τη διαφορά των λόγων Dδ-α.



Εικόνα 3.5. Μέτρηση μήκους δαχτύλων με το ψηφιακό παχύμετρο. Πηγή: Papadatou-Pastou, 2008.

3.2.9 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 ευρέως για την ανίχνευση ατομικών διαφορών στη λειτουργία των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Stephan, Fink, & Marshall 2007). Η δοκιμασία ΛΑΟΗ έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε ασθενείς με διχοτομημένο εγκέφαλο, δηλαδή ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε εγχείρηση διατομής μεσολοβίου (Iacoboni, Rayman, & Zaidel, 1997. Iacoboni, & Zaidel, 1996. Zaidel, Zaidel, Oxbury, & Oxbury, 1995). Περιλαμβάνει την ταχιστοσκοπική προβολή ενός ερεθίσματος (π.χ. λέξης/ψευδολέξης) είτε στο αριστερό, είτε στο δεξί οπτικό ημιπεδίο προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το ερέθισμα θα τύχει επεξεργασίας

μόνο σε ένα από τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια, καθώς όταν η παρουσίαση του ερεθίσματος γίνεται πολύ γρήγορα (περίπου 120 χιλιοστά του δευτερολέπτου) εμποδίζονται οι σακκαδικές κινήσεις των ματιών (Papadatou-Pastou, 2008). Οι διαφορές στην επίδοση στη δοκιμασία ΛΑΟΗ αναφορικά με την ακρίβεια της απάντησης και το χρόνο αντίδρασης είναι ενδεικτικές της ημισφαιρικής εξειδίκευσης του εγκεφάλου (Papadatou-Pastou, 2008).

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 λέξεων στο ΔΟΗ οδηγεί σε περισσότερο ακριβή και γρήγορα αποτελέσματα, εύρημα το οποίο αποτελεί ένδειξη της κυριαρχίας του ΑΗ για τη γλώσσα (Boles, 1990. Cohen, Dehaene, Naccache, Lehericy, Dehaene-Lambertz, & συν., 2000. Nicholls, & Wood, 1998. Weems, & Reggia, 2004). Αξίζει να σημειωθεί, ότι το πλεονέκτημα του ΔΟΗ 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 πλευρίωσης της γλώσσας (Kim, & Levine, 1991). Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό, εφαρμόστηκε η αμφίπλευρη παρουσίαση δύο διαφορετικών ερεθισμάτων, όπου το ένα θα αποτελούσε το ερέθισμα-στόχο και το άλλο θα λειτουργούσε ως παράγοντας απόσπασης της προσοχής από το ερέθισμα-στόχο και θα έπρεπε να το αγνοήσει ο συμμετέχοντας (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).

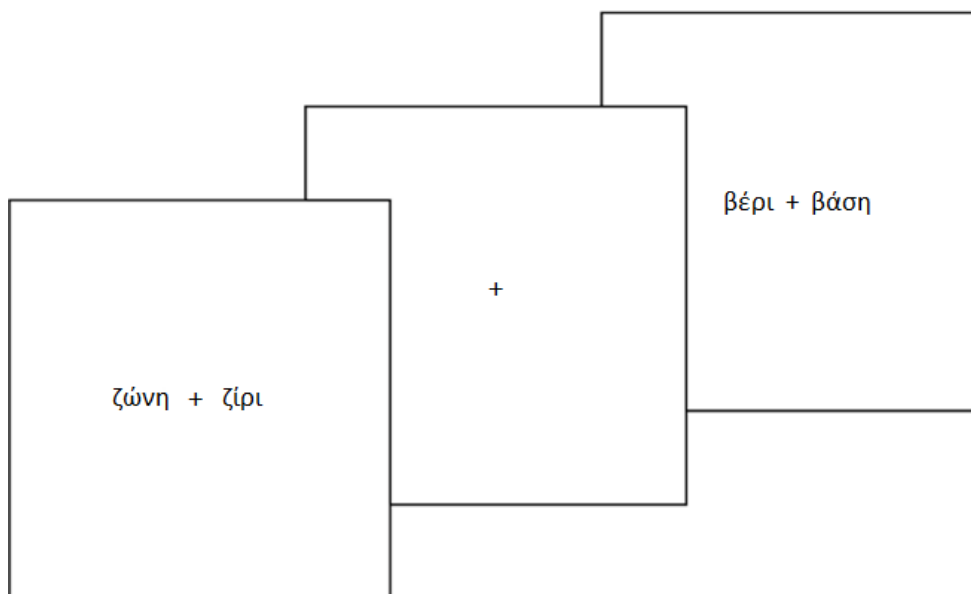
Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκε μία ελληνική εκδοχή της δοκιμασίας ΛΑΟΗ (Visual Half-Field Lexical Decision Test) για πρώτη φορά σε ελληνικό δείγμα, η οποία αναπτύχθηκε από το Κέντρο Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και

Εκπαίδευσης του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (www.primeedu.uoa.gr/rcpe/lab) (Papadatou-Pastou, Koufaki, Rantou, Tomprou, & Liakata, 2012). Η εν λόγω δοκιμασία περιλαμβάνει την ταυτόχρονη ταχιστοσκοπική 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 3.3.5). 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, & συν., 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 LCD 20 ιντσών (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 απείχε από το σημείο προσήλωσης 1 εκατοστό (βλ. Εικ. 3.6). 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 σκακαδικές 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 3.6. 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 στήριγμα πιγουνιού (chin rest) προκειμένου να μην μεταβάλλεται αυτή η απόσταση κατά τη διάρκεια του πειράματος. Έχοντας τοποθετημένους τους δείκτες των δύο χεριών τους στα πλήκτρα

«C» (αριστερό χέρι) και «M» (δεξί 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. 3.7) 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 υπολογίστηκαν δύο δείκτες πλευρίωσης, ένας για την ακρίβεια των απαντήσεων (ΔΠα) κι ένας για τον χρόνο αντίδρασης (ΔΠχα) βάσει των ακόλουθων τύπων (Papadatou-Pastou, 2008):

$$\Delta\Pi\alpha = (\Delta O H - A O H) / (\Delta O H + A O H),$$

όπου ΔΟΗ= ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στο δεξί ημιπεδίο και ΑΟΗ= ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στο αριστερό ημιπεδίο και

$$\Delta\Pi\chi\alpha = (\Delta O H - A O H) / (\Delta O H + A O H),$$

όπου ΔΟΗ= ο μέσος χρόνος αντίδρασης των σωστών απαντήσεων στο δεξί ημιπεδίο και ΑΟΗ= ο μέσος χρόνος αντίδρασης των σωστών απαντήσεων στο αριστερό ημιπεδίο. 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 δηλωτικές 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. Αναφορικά με το ΔΠα, οι αρνητικές τιμές ήταν ενδεικτικές τιμές της επικράτησης του ΔΟΗ και κατ' επέκταση της αριστερής (τυπικής) ημισφαιρικής επικράτησης για τη γλώσσα, ενώ οι θετικές τιμές ενδεικτικές της επικράτησης του ΑΟΗ και άρα της δεξιάς (μη τυπικής) ημισφαιρικής επικράτησης για τη γλώσσα (Mohr, Krummenacher, Landis, Sandor & Fathi, 2005). Αντίθετα, για τον ΔΠχα, οι θετικές τιμές ήταν ενδεικτικές της επικράτησης του ΔΟΗ (τυπικής ημισφαιρικής επικράτησης για τη γλώσσα) και οι αρνητικές τιμές της επικράτησης του ΑΟΗ (μη τυπικής ημισφαιρικής επικράτησης) (Mohr, & συν., 2005).

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

Τέλος, ας σημειωθεί ότι το παρόν νευροψυχολογικό τεστ ΛΑΟΗ χορηγήθηκε μόνο στα παιδιά με ΥΝ και ΦΝ (όπως και τα ερωτηματολόγια ΕΠΗΣ και ΕΔΗΤ), καθώς η δοκιμασία αυτή κρίθηκε δύσκολη για να τη φέρουν εις πέρας τα παιδιά με ΝΚ.

3.2.10 Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler

Η απεικόνιση του ανθρώπινου εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης μιας γνωστικής δοκιμασίας συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου, καθώς και στη χαρτογράφηση των εγκεφαλικών περιοχών που υποστηρίζουν μια συγκεκριμένη γνωστική λειτουργία. Πριν τη χρήση των νευροαπεικονιστικών τεχνικών, η χαρτογράφηση του εγκεφάλου ήταν δυνατή μόνο μέσω μεταθανάτιας εξέτασης ανθρώπινων εγκεφάλων χωρίς, ωστόσο, να παρέχεται η δυνατότητα να μελετηθούν αναπτυξιακά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του εγκεφάλου, αλλά μόνο ανατομικά (Παπαδάτου-Παστού, Κουφάκη, Ράντου, & Τόμπρου, 2013). Τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, έχει καταστεί δυνατή η *in vivo* απεικόνιση της λειτουργίας του εγκεφάλου μέσα από μία σειρά απεικονιστικών τεχνικών, μεταξύ των οποίων εντάσσεται και ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler (functional transcranial Doppler ultrasound, fTCD).

Ο λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler (functional Transcranial Doppler Ultrasound, fTCD) εφαρμόζεται τα τελευταία 15 περίπου χρόνια σε ενήλικες, αλλά και σε παιδιά για την αξιολόγηση της ημισφαιρικής επικράτησης γνωστικών λειτουργιών και κυρίως για την αξιολόγηση της πλευρίωσης της γλώσσας (Deppe, Knecht, Papke, Lohmann, Fleischer, & συν., 2000). Ο υπέρηχος 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). Η μεταβολή της συχνότητας μεταξύ των εκπεμπόμενων υπερήχων και της αντανάκλασης αυτών από τα ερυθρά αιμοσφαίρια συνιστά την βασική αρχή των υπερήχων Doppler. Οι ηχοβολείς, που βρίσκονται τοποθετημένοι επιδερμικά στην περιοχή του κροταφικού οστού, εκπέμπουν ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας. Στη συνέχεια ανιχνεύουν πώς τα κύματα αυτά ανακλώνται σε κινούμενα αντικείμενα, εν

προκειμένω στα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος, που κινούνται μέσα στις μέσες εγκεφαλικές αρτηρίες (ΜΕΑ) επιτρέποντας τον υπολογισμό της ταχύτητας της αιματικής ροής. Κατόπιν, μέσω της σύγκρισης της αλλαγής στην ταχύτητα αιμάτωσης στη δεξιά και την αριστερή ΜΕΑ, καθορίζεται ποιο ημισφαίριο είναι επικρατές για την υπό μελέτη λειτουργία (Deppe, Ringelstein, & Knecht, 2004).

Επομένως, μέσω του υπερήχου Doppler επιτυγχάνεται η μέτρηση και σύγκριση της ταχύτητας της αιματικής ροής στις μέσες εγκεφαλικές αρτηρίες του εγκεφάλου με τη χρήση ηχοβολέων που εφάπτονται στο δέρμα (Deppe, & συν., 2000), καθώς οι αλλαγές αυτές στην αιμάτωση των ημισφαιρίων κατά τη διάρκεια γνωστικών δραστηριοτήτων θεωρούνται αντιπροσωπευτικές των αλλαγών στο μεταβολικό ρυθμό του εγκεφάλου, αλλά και στη νευρωνική δραστηριότητα καθεαυτή (Rihs, Gutbrod, Gutbrod, Steiger, Sturzenegger, & συν., 1995. Silvestrini, Letizia, Matteis, Troisi, & Caltagirone, 1994. Silvestrini, Troisi, Matteis, Cupini, & Caltagirone, 1995). Με απλά λόγια, βασική αρχή αυτής της απεικονιστικής τεχνικής αποτελεί το γεγονός ότι όσο πιο έντονα «δουλεύει» κάποια περιοχή του εγκεφάλου, τόσο περισσότερο αιματώνεται, το οποίο ισχύει και σε άλλες απεικονιστικές μεθόδους, όπως η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI) και η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET).

Σε σχέση με τις άλλες απεικονιστικές μεθόδους, η μέθοδος του διακρανιακού υπερήχου Doppler παρέχει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα. Αρχικά, έχει σημαντικά χαμηλότερο κόστος και είναι σχετικά εύκολη στην εφαρμογή της σε σχέση με άλλες απεικονιστικές τεχνικές. Επίσης, δεν είναι παρεμβατική (Dragovic, Allet, & Janca, 2004), όπως η δοκιμασία της αμυτάλης (Wada test, Wada, 1949), ούτε απαιτεί την ενέσιμη χορήγηση ραδιοϊσοτόπων, όπως γίνεται στην περίπτωση της PET. Επιπλέον, 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), όπως συμβαίνει στην περίπτωση της fMRI, ενώ παράλληλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παιδιά ή σε ειδικές κατηγορίες πληθυσμού, όπως τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. 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 (Σύλλογος Προστασίας Αγέννητου Παιδιού, 2009).

Ένα, όμως, από τα μειονεκτήματα του διακρανιακού υπέρηχου Doppler είναι το γεγονός ότι δεν παρουσιάζει καλή χωρική ανάλυση, μη επιτρέποντας να μελετηθούν συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια του υπό μελέτη γνωστικού έργου. Αντίθετα, παρέχει πληροφορίες μόνο σε επίπεδο ημισφαιρίων. Ωστόσο, η ιδιαίτερα καλή χρονική ανάλυση που παρουσιάζει, η σχετική ευκολία στη συλλογή δεδομένων και ο αυτοματοποιημένος τρόπος ανάλυσής τους, την καθιστούν ιδανική μέθοδο για μελέτες μεγάλης κλίμακας, καθώς και για μελέτες παιδιών και ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Παπαδάτου-Παστού & συν., 2013). Στα μειονεκτήματα της μεθόδου, τέλος, συγκαταλέγεται το γεγονός ότι το κροταφικό οστό δεν παρουσιάζει διαπερατότητα σε ποσοστό 5% του πληθυσμού, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διενέργεια της εξέτασης στα άτομα αυτά (Παπαδάτου-Παστού & συν., 2013).

Αναφορικά με τον τεχνικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε, η ταχύτητα ροής του αίματος μετρήθηκε από μία συσκευή μέτρησης υπέρηχου Doppler (DWL Multidop T2: manufacturer, DWL Elektronische Systeme, Singen, Germany), με τη χρήση δύο αισθητήρων/ηχοβολέων των 2 MHz, οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι στο κεφάλι του κάθε συμμετέχοντα υπό τις κατάλληλες γωνίες, έτσι ώστε να μετρούν την ταχύτητα ροής του αίματος στις MEA (βλ. Εικ. 3.8). Παράλληλα, η δοκιμασία λεξιλογικής παραγωγής που επιλέχθηκε παρουσιαζόταν σε μία οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή (Turbo X, WXGA 1440x900, 19 ιντσών) με το λογισμικό πρόγραμμα Presentation 14.7 (Neurobehavioral systems, Matlab, 2010), ενώ οι δύο ηχοβολείς τοποθετημένοι σε μία στεφάνη εφάρμοζαν στο κεφάλι του συμμετέχοντα κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (βλ. Εικ. 3.9 & 3.10). Οι ηχοβολείς τοποθετούνταν επιδερμικά στο κεφάλι του συμμετέχοντα, χρησιμοποιώντας ειδικό ζελέ υπέρηχων, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή επαφή μεταξύ των ηχοβολέων και του δέρματος στην περιοχή του κροταφικού οστού που βρίσκεται περίπου μπροστά από το αυτί. Σε αυτό το σημείο το κροταφικό οστό είναι αρκετά λεπτό, επιτρέποντας στα υπερηχητικά κύματα να το διαπεράσουν. Η MEA εντοπίζεται συνήθως σε βάθος 45-55 χιλιοστά του μέτρου (Arnolds & Von Reutern, 1986. Haag, Moeller, Knake, Hermsen, Oertel, & συν., 2010) ή ακόμη και κάποιες

φορές μεταξύ 40-65 χιλιοστών (Lust, Geuze, Groothuis, van der Zwan, Brouwer, vanWolffelaar, & Bouma, 2011).



Εικόνα 3.8. Συσκευή μέτρησης διακρανιακού υπερήχου Doppler.



Εικόνα 3.9. Αισθητήρες/ηχοβολείς 2 MHz του διακρανιακού υπερήχου Doppler.

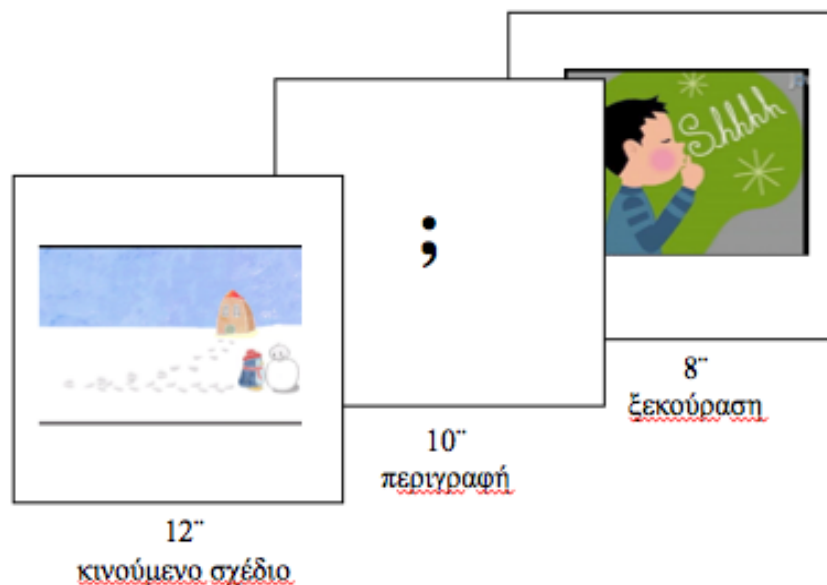


Εικόνα 3.10. Εφαρμογή του διακρανιακού υπερήχου Doppler σε ανήλικο συμμετέχοντα.
 Πηγή:<http://www.jove.com/video/2161/assessment-of-cerebral-lateralization-in-children-using-functional-transcranial-doppler-ultrasound-ftcd>

Η κλασική δοκιμασία που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας με τον υπερήχο Doppler είναι η δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής (Word Generation task), η οποία αναπτύχθηκε από τους Knecht, Henningsen, Deppe, Huber, Ebner και συνεργάτες (1996). Στη δοκιμασία αυτή ο συμμετέχοντας βλέπει ένα γράμμα στην οθόνη του Η/Υ και καλείται να σκεφτεί, δηλαδή να παράγει σιωπηλά, όσες περισσότερες λέξεις μπορεί που να ξεκινούν με το γράμμα αυτό. 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, & συν., 2005). Οι Bishop, Watt και Papadatou-Pastou (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 και παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με τη δοκιμασία Λεξιλογικής Παραγωγής ($r = 0,68, p < 0,01$).

Η δοκιμασία ΠΚΣ 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 ηλεκτρονικού υπολογιστή. Στη συνέχεια, με το άκουσμα ενός δεύτερου ηχητικού σήματος ξεκινάει η περίοδος ξεκούρασης που διαρκεί οκτώ δευτερόλεπτα (βλ. Εικ. 3.11). Ο κάθε πειραματικός κύκλος διαρκεί 30 δευτερόλεπτα και η δοκιμασία ολοκληρώνεται ύστερα από 30 πειραματικούς κύκλους. Η δοκιμασία ΠΚΣ επίσης μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμα και με την ολοκλήρωση μόλις δέκα (Bishop, Badcock, & Holt, 2010) ή δώδεκα πειραματικών κύκλων (Groen & συν., 2012).



Εικόνα 3.11. Σχηματική αναπαράσταση της δοκιμασίας Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου.

Για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν με τη μέθοδο του διακρανιακού υπέρηχου Doppler χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό dopOSCII (Matlab, Mathworks, Natick, MA, USA), το οποίο αναπτύχθηκε για να απλουστευθεί η ανάλυση των δεδομένων του fTCD (Badcock, Holt, Holden, & Bishop, 2012). Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα αυτού του λογισμικού είναι ότι επεξεργάζεται ταυτόχρονα πολλά αρχεία και οπτικοποιεί τα δεδομένα σε αρχείο εικόνας. Ειδικότερα, η ανάλυση των δεδομένων περιλαμβάνει (α) τον υπολογισμό του μέσου όρου της ταχύτητας αιματικής ροής στη δεξιά και την αριστερή MEA κατά τη διάρκεια μίας περιόδου ενδιαφέροντος κατά την οποία λαμβάνει χώρα η δοκιμασία

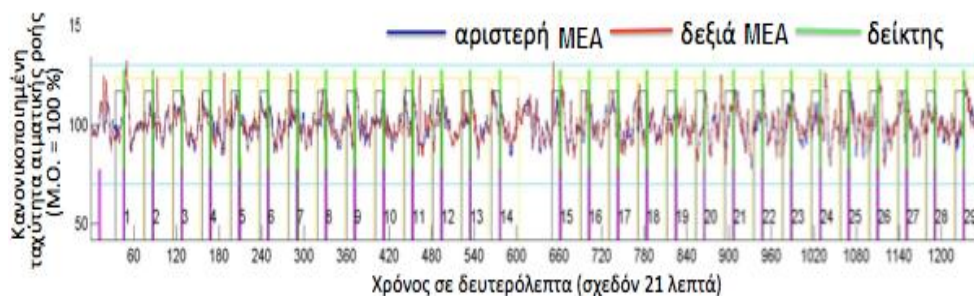
ΠΚΣ και (β) τη μελέτη της διαφοράς ανάμεσα στην ενεργοποίηση των δύο ημισφαιρίων, ώστε να υπολογιστεί ένας δείκτης ημισφαιρικής πλευρίωσης (ή αλλιώς ΔΠ). Κατά τη διαδικασία της ανάλυσης των δεδομένων, λαμβάνονται υπόψη πρώτον ο παλμός της καρδιάς και δεύτερον οι συνολικές διαφορές στην αιμάτωση των δύο ημισφαιρίων (δηλαδή οι διαφορές που δε σχετίζονται με τη γνωστική δοκιμασία).

Αναλυτικότερα, για την κατηγοριοποίηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης σε τυπική ή μη τυπική και τον υπολογισμό ενός γενικού ΔΠ ($\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$) λαμβάνονται υπόψη ο μέσος ΔΠ όλων των πειραματικών κύκλων, καθώς και το τυπικό σφάλμα του μέσου όρου (Standard Error of Mean, SEM). Ο μέσος ΔΠ 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 του μέσου όρου αντιπροσωπεύει την μεταβλητότητα μεταξύ των ΔΠ 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 σήματος Doppler σε όλη την πειραματική διαδικασία. Ο $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ προέκυψε από τον ακόλουθο τύπο:

$$\Delta\Pi_{\text{Doppler}} = \text{μέσος } \Delta\Pi - 2\text{SEM}$$

Κάθε θετικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi - 2\text{SEM} > 0$) δηλώνει αριστερή ημισφαιρική επικράτηση και άρα τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ ένας αρνητικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ (δηλαδή μέσος $\Delta\Pi - 2\text{SEM} < 0$) δηλώνει δεξιά ημισφαιρική επικράτηση ή συμμετρία και άρα μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Haag, & συν., 2010).

Στην Εικόνα 3.12 παρουσιάζεται μία πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στις δύο MEA κατά τη διάρκεια 29 πειραματικών κύκλων. Κάθε ορατή κορύφωση της κυματομορφής αντιστοιχεί σε ένα καρδιακό παλμό. Ο δείκτης που υποδεικνύει την έναρξη της παρουσίας των ερεθισμάτων έχει πράσινο χρώμα. Επίσης, μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι το σήμα της καταγραφής για τον 14^ο πειραματικό κύκλο παρουσίασε παρεμβολές. Τέτοιες μη ικανοποιητικές καταγραφές αφαιρούνται αυτόματα από το λογισμικό επεξεργασίας και ανάλυσης του σήματος.

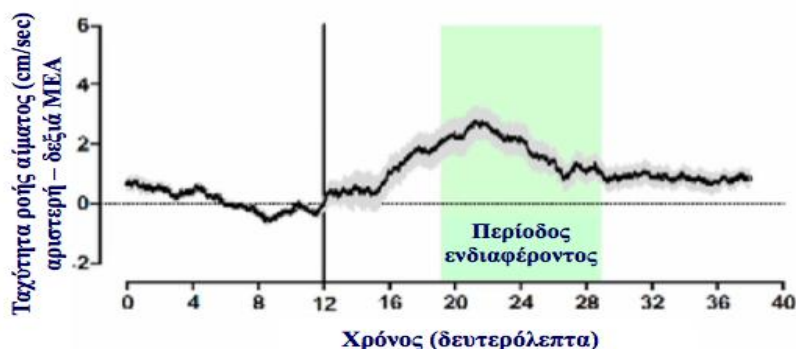


Εικόνα 3.12. Πλήρης καταγραφή της αιματικής ροής στην αριστερή και τη δεξιά MEA για ένα συμμετέχοντα (29 πειραματικοί κύκλοι).

Η Εικόνα 3.13 παρουσιάζει ένα παράδειγμα της μέσης τιμής του σήματος στις περιόδους ενδιαφέροντος για την αριστερή και τη δεξιά αρτηρία και προκύπτει από την ανάλυση όλων των πειραματικών κύκλων που είχαν ικανοποιητικό σήμα 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 MEA, παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.14. 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. Ο δείκτης ημισφαιρικής επικράτησης υπολογίζεται με βάση τα δύο δευτερόλεπτα της περιόδου ενδιαφέροντος κατά τα οποία η διαφορά στην ταχύτητα αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά MEA αποκτά τη μέγιστη τιμή της (Bishop & συν., 2010). Η τυπική ευαισθησία για τον εντοπισμό διαφορών στην αιμάτωση των δύο ημισφαιρίων είναι της τάξης του 1% (Knecht, Deppe, Bäcker, Ringelstein, & Henningsen, 1997. Knecht, Deppe, Ebner, Henningsen, Huber, & συν., 1998).



Εικόνα 3.13. Μέση τιμή της αιματικής ροής στους πειραματικούς κύκλους με καθαρές καταγραφές για την αριστερή και τη δεξιά MEA.



Εικόνα 3.14. Διαφορά στην ταχύτητας αιματικής ροής ανάμεσα στην αριστερή και τη δεξιά ΜΕΑ.

3.3 Διαδικασία συλλογής των δεδομένων

Η εν λόγω έρευνα ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2010 και ολοκληρώθηκε το Φεβρουάριο του 2012. Το τελικό δείγμα της έρευνας προέκυψε έπειτα από μια προκαταρκτική διαδικασία χορήγησης του σύντομου τεστ νοημοσύνης ΠΠΜ-R σε 173 παιδιά. Σε αυτή την προκαταρκτική φάση αξιολόγησης, η χορήγηση των ΠΠΜ-R για τα παιδιά με ΝΚ ήταν ατομική σε ένα ήσυχο δωμάτιο, το οποίο είχε παραχωρήσει για τις ανάγκες της έρευνας η διεύθυνση του ειδικού σχολείου. Στα υπόλοιπα παιδιά η χορήγηση των ΠΠΜ-R ήταν ομαδική μέσα στις αίθουσες διδασκαλίας και δεν υπερέβαινε τη μία διδακτική ώρα. Με το πέρας αυτής της φάσης δημιουργήθηκαν οι τρεις τελικές ομάδες 102 παιδιών (30 παιδιά ΝΚ, 42 παιδιά ΦΝ και 30 παιδιά ΥΝ), ώστε να καλύπτουν όλο το φάσμα της νοητικής ικανότητας.

Στη συνέχεια, σε όλους τους συμμετέχοντες πραγματοποιήθηκε ατομική αξιολόγηση της νοημοσύνης μέσω του τεστ νοημοσύνης WISC-III και της πλευρίωσης μέσω των προαναφερθέντων δοκιμασιών σε έναν ήσυχο χώρο. Αναφορικά με τις συμπεριφορικές δοκιμασίες, παρόλο που οι συμμετέχοντες είχαν ενημερωθεί για το γεγονός ότι η έρευνα αυτή αφορά και την προτίμηση χεριού, το τεστ ΠΠΧ δόθηκε πρώτο, όσο ακόμη τα παιδιά είχαν άγνοια για την ερευνητική διαδικασία στην πράξη. Ο λόγος που επιλέχθηκε το ΠΠΧ ως πρώτο τεστ είναι για να εξασφαλιστεί η αυθόρμητη επιλογή χεριού κατά τη δοκιμασία αυτή, χωρίς να έχουν επηρεαστεί τα παιδιά από τις επιδόσεις και επιλογές τους στις υπόλοιπες συμπεριφορικές δοκιμασίες. Έπειτα, ακολούθησαν όλα τα υπόλοιπα συμπεριφορικά τεστ και τα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς (Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου,

Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων, ΕΠΗΣ, ΕΔΗΤ), η σειρά των οποίων είχε αντισταθμιστεί και στη συνέχεια η μέτρηση των δαχτύλων και το νευροψυχολογικό τεστ ΛΑΟΗ. Η συνολική διάρκεια της αξιολόγησης στη φάση αυτή δεν υπερέβαινε τις δύο διδακτικές ώρες.

Τέλος, ακολούθησε περαιτέρω αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας μέσω της απεικονιστικής τεχνικής του διακρανιακού υπερήχου Doppler, σε όσους από τους συμμετέχοντες δέχθηκαν να προχωρήσουν στη φάση αυτή. Η αξιολόγηση κατά τη χορήγηση της δοκιμασίας ΠΚΣ διήρκεσε 30 λεπτά για κάθε συμμετέχοντα, ενώ ο συνολικός χρόνος για την αξιολόγηση μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler (προετοιμασία για την εύρεση των ΜΕΑ και δοκιμασία) δεν υπερέβαινε τη μία ώρα.

Η αξιολόγηση των παιδιών με ΝΚ πραγματοποιήθηκε μέσα στο χώρο του ειδικού σχολείου, όπως και κατά την προκαταρκτική αξιολόγηση. Για τα υπόλοιπα παιδιά 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 Εκπαίδευσης,¹⁶ είτε κατ' οίκον κατόπιν συνεννοήσεως με τους κηδεμόνες των παιδιών. Οι απαντήσεις των παιδιών στα συμπεριφορικά τεστ καταγράφονταν από την ερευνήτρια σε ειδικά διαμορφωμένα έντυπα καταγραφής (βλ. Παράρτημα 3.4). Ομοίως, και η αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler πραγματοποιήθηκε στο χώρο του Κέντρου Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και Εκπαίδευσης, καθώς στο χώρο αυτό στεγάζεται ο εξοπλισμός του υπερήχου Doppler. Για κάποια παιδιά με ΝΚ, ωστόσο, εξαιτίας της αδυναμίας προσέλευσης τους στο χώρο του Κέντρου Μελέτης Ψυχοφυσιολογίας και Εκπαίδευσης, η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε μέσα στο χώρο του σχολείου έπειτα από τη σχετική έγκριση της διεύθυνσης το σχολείου, αφού υπήρχε η δυνατότητα μεταφοράς του εξοπλισμού Doppler.

¹⁶ 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 εκπαιδευτικές ανάγκες. Επιστημονικός υπεύθυνος του εν λόγω εργαστηρίου είναι ο Καθηγητής Γιάννης Παπαδάτος, επιβλέπων καθηγητής της παρούσας έρευνας, ενώ η ερευνήτρια αποτελεί επιστημονική συνεργάτιδα του εργαστηρίου από το 2005.

Από τους 55 συνολικά συμμετέχοντες που αξιολογήθηκαν με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler, αποκλείστηκαν δύο παιδιά NK λόγω αδυναμίας εύρεσης σήματος και δύο παιδιά ΦΝ, γιατί δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν επιτυχώς δέκα πειραματικούς κύκλους της δοκιμασίας ΠΚΣ λόγω δυσκολίας σταθεροποίησης του σήματος, ώστε να προκύψει αξιόπιστο αποτέλεσμα. Επίσης, σε δέκα παιδιά και από τις τρεις νοητικές ομάδες και πάλι λόγω δυσκολίας σταθεροποίησης του σήματος, η ερευνήτρια χρειαζόταν να κρατάει τους αισθητήρες για μια ομαλότερη καταγραφή. Τέλος, σε ένα παιδί η δοκιμασία λεξιλογικής παράγωγης ήταν καθοδηγούμενη, καθώς η ερευνήτρια χρειαζόταν να του υποβάλλει ερωτήσεις σχετικές με το κινούμενο σχέδιο που είχε δει στο χρονικό διάστημα που κάθε φορά έπρεπε να το περιγράψει και να παράγει λόγο, καθώς το παιδί αυτό είχε βαριά NK.

3.4 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 r_s αντίστοιχα. (βλ. υποκεφ. 4.2).

Αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω έμμεσων συμπεριφορικών και άμεσων εγκεφαλικών δεικτών ελέγχθηκαν τρεις εναλλακτικές υποθέσεις (βλ. υποκεφ. 4.3.1 & 4.3.2). Η πρώτη εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική, ελέγχθηκε με τους στατιστικούς δείκτες συνάφειας: τον παραμετρικό δείκτη Pearson r (για τα τεστ ΠΠΧ και ΔΜΠ, τα δεδομένα των οποίων οποία ακολουθούν κανονική κατανομή) και το μη παραμετρικό δείκτη Spearman r_s (για τα τεστ ΕΕ₁₀ και ΕΕ₁₂, αφού τα δεδομένα τους δεν ακολουθούν κανονική κατανομή), ενώ όπου εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν αναλύσεις γραμμικής

παλινδρόμησης (μέθοδος enter), ώστε να ελεγχθεί η στατιστική πρόβλεψη μιας εξαρτημένης μεταβλητής από μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές.

Για τον έλεγχο της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U – και επομένως τα παιδιά των οποίων η νοητική ικανότητα βρίσκεται στα άκρα της κατανομής εμφανίζουν μη τυπική πλευρίωση – πραγματοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης (curve estimation regression, quadratic model). Όταν η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης ελέγχθηκε με την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 , ώστε να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με NK, ΦN και YN στα διαφορετικά επίπεδα πλευρίωσης.

Για τον έλεγχο της τρίτης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία ο μέσος όρος νοητικής ικανότητας των παιδιών των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής είναι χαμηλότερος συγκριτικά με τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), καθώς και το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis, όπου ο αριθμός του δείγματος ήταν μικρότερος του 30 ή δεν πληρούσαν το κριτήριο της κανονικής κατανομής μιας μεταβλητής. Επίσης, τα μη παραμετρικά τεστ Kolmogorov-Smirnov Z και Mann-Whitney U χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις σχετικά με την νοημοσύνη των παιδιών και μόνο για τις περιπτώσεις όπου η πλευρίωση είχε οριστεί λειτουργικά να έχει δύο μόνο επίπεδα (τυπική και μη τυπική πλευρίωση).

Αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών ελέγχθηκαν δύο εναλλακτικές υποθέσεις (βλ. υποκεφ. 4.3.3). Για τον έλεγχο της πρώτης υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία τα παιδιά με υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης έχουν υψηλότερη νοημοσύνη, συγκριτικά με τα παιδιά με μέτρια και χαμηλά επίπεδα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Τέλος, η δεύτερη εναλλακτική υπόθεση, ελέγχθηκε με το κριτήριο χ^2 ανεξαρτησίας, ώστε να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με NK, ΦN και YN ως προς τα επίπεδα τεστοστερόνης, όπως εκφράζονται από τους τρεις ορμονικούς δείκτες. Στην παρούσα ανάλυση εξαιτίας του μικρού αριθμού των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Monte Carlo, κατά την οποία μέσω της προσομοίωσης αναπαρίστανται στοιχεία του πραγματικού προβλήματος και έτσι αποκτάται ευχέρεια στην αντιμετώπιση προβλημάτων δειγματοληψίας (Μπούφη, 1995).

Κεφάλαιο 4ο

Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης

Η παρούσα έρευνα είχε ως κύριο στόχο τη μελέτη των διαφορών στη συμπεριφορική και εγκεφαλική πλευρίωση παιδιών με ΥΝ, ΦΝ και ΝΚ χρησιμοποιώντας συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς δείκτες, καθώς και την τεχνική λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα ευρήματα της έρευνας, η διάρθρωση των οποίων θα είναι η ακόλουθη: (α) αποτελέσματα των περιγραφικών στατιστικών αναλύσεων, (β) αποτελέσματα διερεύνησης της σχέσης μεταξύ των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα, (γ) αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω έμμεσων συμπεριφορικών δεικτών, (δ) αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω εγκεφαλικών δεικτών και (ε) αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών.

4.1 Περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις

Αναφορικά με την αξιολόγηση της νοημοσύνης, οι περιγραφικές αναλύσεις των ΠΠΜ-R έδειξαν ότι το 31,4 % των παιδιών ($N=32$) είχαν χαμηλή νοημοσύνη ($\Delta N < 25^{ης}$ εκατοστιαίας θέσης) το 34,3 % ($N=35$) είχαν μέση-φυσιολογική νοημοσύνη ($25^{ης} < \Delta N < 75^{ης}$ εκατοστιαίας θέσης) και το 34,3 % ($N=35$) είχαν υψηλή νοημοσύνη ($\Delta N > 75^{ης}$ εκατοστιαίας θέσης). Καθώς, όμως, το εν λόγω τεστ αποτέλεσε εργαλείο αξιολόγησης της νοημοσύνης στα πλαίσια της προκαταρκτικής διαδικασίας για την εύρεση του τελικού δείγματος, οι ομάδες των παιδιών καθορίστηκαν με βάση την κατηγοριοποίηση του τεστ νοημοσύνης WISC-III. Έτσι, προέκυψαν 3 ομάδες

παιδιών με βάση το γενικό ΔΝ τους ($\Gamma\Delta N_{WISC}$) ως ακολούθως: 30 παιδιά χαμηλής νοημοσύνης (29,4%) ($\Delta N < 80$), 42 παιδιά ΦΝ (41,2%) ($80 < \Delta N < 120$) και 30 παιδιά (29,4%) υψηλής νοημοσύνης ($\Delta N > 120$). Ωστόσο, οι ομάδες αυτές διαφοροποιήθηκαν σε ένα μικρό βαθμό, όταν η κατηγοριοποίηση των παιδιών βασίστηκε στο λεκτικό και τον πρακτικό ΔΝ ($\Lambda\Delta N_{WISC}$ και $\Pi\Delta N_{WISC}$ αντίστοιχα) (βλ. Πίνακα 4.1). Περαιτέρω, τα παιδιά χωρίστηκαν σε επιμέρους νοητικές ομάδες βάσει μιας αναλυτικότερης κατηγοριοποίησης του WISC-III (βλ. αναλυτικότερα για την κατηγοριοποίηση αυτή υποκεφ. 1.1.4 & Πίνακα 4.2) (Μόττη-Στεφανίδη, 1999).

Πίνακας 4.1.

Συχνότητες και ποσοστά % των παιδιών βάσει της Λεκτικής και Πρακτικής Νοημοσύνης.

Επίπεδο νοημοσύνης	Λεκτικός ΔΝ	Πρακτικός ΔΝ
	Αριθμός παιδιών (ποσοστά%)	
Χαμηλή Νοημοσύνη	30 (29,4%)	26 (25,5%)
Μέση Νοημοσύνη	47 (46,1%)	55 (53,9%)
Υψηλή Νοημοσύνη	25 (24,5%)	21 (20,6%)
Σύνολο	102	100,0

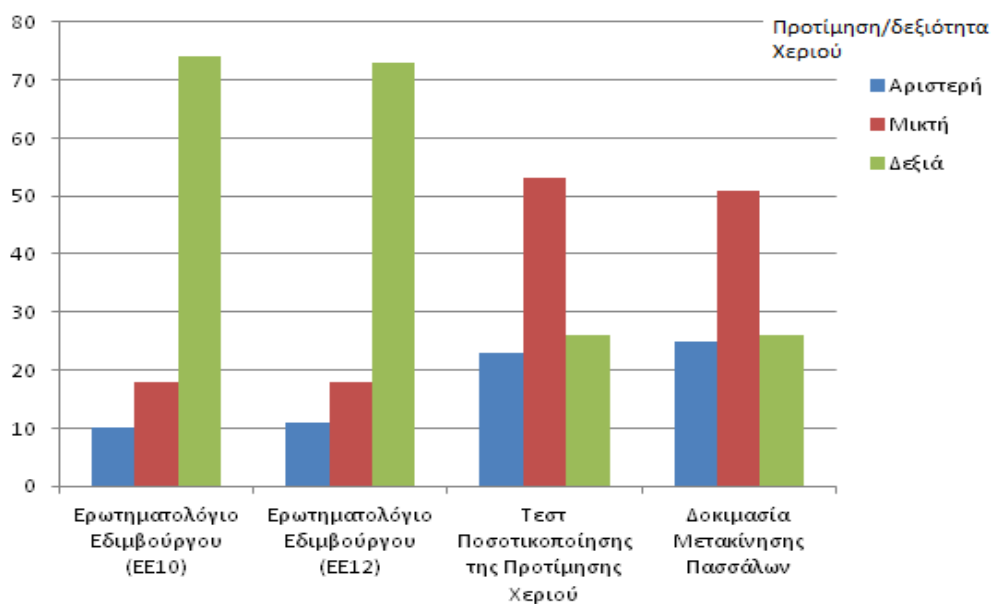
Πίνακας 4.2.

Συχνότητες και ποσοστά % των παιδιών βάσει της 7θμιας κατηγοριοποίησης του $\Gamma\Delta N_{WISC}$.

Επίπεδο γενικής νοημοσύνης βάσει WISC-III	Αριθμός παιδιών	Ποσοστό %
Νοητική Υστέρηση	26	25,5
Οριακό επίπεδο νοημοσύνης	4	3,9
Χαμηλότερο φυσιολογικό επίπεδο νοημοσύνης	4	3,9
Μέση-φυσιολογική νοημοσύνη	25	24,5
Ανώτερο φυσιολογικό επίπεδο νοημοσύνης	13	12,7
Ανώτερο επίπεδο νοημοσύνης	17	16,7
Ανώτατο επίπεδο νοημοσύνης-Ευφυΐα	13	12,7
Σύνολο	102	100,0

Όσον αφορά στην προτίμηση χεριού, η οποία αξιολογήθηκε από το Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου (EE₁₀ και EE₁₂, οι δύο εκδοχές με 10 και 12 δοκιμασίες αντίστοιχα) και το τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ), οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν με βάση τα ποσοστά που υπολογίστηκαν από τα δύο τεστ σε αριστερόχειρες, αμφιδέξιους και δεξιόχειρες (βλ. υποκεφ. 3.2.3, 3.2.4 & Εικ. 4.1). Με βάση το Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου (EE₁₀), 10 παιδιά (9,8%) είχαν αριστερή προτίμηση χεριού, 18 παιδιά (17,6%) είχαν μικτή και 74 παιδιά (72,5%) είχαν δεξιά προτίμηση χεριού, ενώ και βάσει του Ερωτηματολογίου Εδιμβούργου (EE₁₂) τα ποσοστά ήταν σχεδόν ίδια (11 παιδιά είχαν αριστερή προτίμηση χεριού, 18 μικτή και 73 παιδιά δεξιά προτίμηση χεριού). Με βάση, όμως, το Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού τα ποσοστά φάνηκαν να διαφοροποιούνται, καθώς 23 παιδιά (22,5%) εμφάνισαν αριστερή προτίμηση χεριού, 53 παιδιά (52%) μικτή προτίμηση χεριού και 26 παιδιά (25,5%) δεξιά προτίμηση χεριού.

Εκτός από τις δύο δοκιμασίες προτίμησης χεριού, δόθηκε και η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ), η οποία αποτελεί δοκιμασία δεξιότητας χεριού. Οι συμμετέχοντες αρχικά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: παιδιά με μη δεξιά δεξιότητα χεριού (20,6% των συμμετεχόντων, $N=21$) ($\Delta\P<0$) και δεξιά δεξιότητα χεριού (79,4% των συμμετεχόντων, $N=81$) ($\Delta\P>0$). Πραγματοποιήθηκε, όμως, και μια νέα κατηγοριοποίηση σε παιδιά με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού (το εύρος των ΔΠ ομαδοποιήθηκε σε τρεις κλάσεις ίσους πλάτους, βλ. υποκεφ. 3.2.5) (βλ. Εικ. 4.1). Ειδικότερα, 25 παιδιά (24,5%) φάνηκαν να έχουν αριστερή δεξιότητα χεριού, 51 παιδιά (51%) μικτή δεξιότητα χεριού και 26 παιδιά (25,5%) δεξιά δεξιότητα χεριού. Όσον αφορά στην ταχύτητα με την οποία ο κάθε συμμετέχοντας ολοκλήρωνε τη δοκιμασία με κάθε χέρι, από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι οι συμμετέχοντες εκτελούσαν τη δοκιμασία πιο γρήγορα με το δεξί χέρι ($M.O.=12,71$ δευτερόλεπτα, $\epsilon\upsilon\rho\omicron\varsigma=8-27,33$, $T.A.=3,35$) συγκριτικά με το αριστερό ($M.O.=13,61$ δευτερόλεπτα, $\epsilon\upsilon\rho\omicron\varsigma=9-26,33$, $T.A.=3,33$).



Εικόνα 4.1. Γραφική αναπαράσταση της προτίμησης/δεξιότητας χεριού των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα βάσει των συμπεριφορικών εργαλείων EE₁₀, EE₁₂, ΠΠΧ και ΔΜΠ.

Περαιτέρω, στον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί, παρατίθενται οι συχνότητες των παιδιών με διαφορετική προτίμηση/δεξιότητα χεριού σε κάθε νοητική ομάδα.

Πίνακας 4.3.

Συχνότητες των παιδιών σε κάθε νοητική ομάδα – NK, ΦN και YN - βάσει της προτίμησης/δεξιότητας χεριού στα τεστ EE, ΠΠΧ και ΔΜΠ.

Προτίμηση/ δεξιότητα χεριού			
Νοημοσύνη	Αριστερή	Μικτή	Δεξιά
Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου			
NK	1	9	20
ΦN	6	3	33
YN	3	6	21
Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού			
NK	1	21	8
ΦN	2	27	13
YN	8	13	5

Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων			
NK	12	11	7
ΦN	10	22	10
YN	7	10	9

Αναφορικά με τους ορμονικούς δείκτες, στο παρόν δείγμα ο Μ.Ο. του λόγου 2D:4D δ ήταν 1,00 (εύρος=0,93-1,12, *T.A.*=0,036) και ο Μ.Ο. του λόγου 2D:4D α ήταν εξίσου 1,00 (εύρος=0,92-1,19, *T.A.*=0,042). Επίσης, οι αριστερόχειρες φάνηκε να έχουν μεγαλύτερους λόγους στο αριστερό χέρι συγκριτικά με το δεξί (*M.O.*_{2D:4D α} =1,007> *M.O.*_{2D:4D δ} =1,005) και οι δεξιόχειρες μεγαλύτερους λόγους στο δεξί χέρι συγκριτικά με το αριστερό (*M.O.*_{2D:4D δ} =1,001> *M.O.*_{2D:4D α} =0,997), εύρημα το οποίο αναμενόταν (Manning & Peters, 2009). Όσον αφορά στις διαφορές των ορμονικών δεικτών μεταξύ των δύο φύλων, παρατηρήθηκε ότι τα αγόρια εμφανίζουν χαμηλότερους δείκτες συγκριτικά με τα κορίτσια (βλ. Πίν. 4.4), εύρημα επίσης αναμενόμενο, καθώς οι χαμηλοί ορμονικοί δείκτες είναι δηλωτικοί των υψηλών επιπέδων τεστοστερόνης που παρατηρούνται στα αγόρια.

Πίνακας 4.4.

Διαφορές στους Μέσους Όρους και τις Τυπικές Αποκλίσεις των ορμονικών δεικτών μεταξύ των δύο φύλων.

Φύλο	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
2D:4D δ Αγόρι	56	0,998	0,037
2D:4D δ Κορίτσι	46	1,003	0,036
2D:4D α Αγόρι	56	0,998	0,033
2D:4D α Κορίτσι	46	1,014	0,050
D δ - α Αγόρι	56	-0,000	0,038
D δ - α Κορίτσι	46	-0,001	0,053

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε κατηγοριοποίηση των επιπέδων τεστοστερόνης (βλ. υποκεφ. 3.2.8), σε παιδιά με χαμηλούς (*N*=10 για το 2D:4D δ και *N*=21 για το 2D:4D α) (ορμονικός ΔΠ<10%), μέτριους (*N*=75 για το 2D:4D δ και *N*=68 για το 2D:4D α) (ορμονικός ΔΠ κυμαινόταν από 10%-90%) και υψηλούς ορμονικούς δείκτες

($N=17$ για το 2D:4D_δ και $N=13$ για το 2D:4D_α) (ορμονικός ΔΠ>90%). Παρόμοια κατηγοριοποίηση πραγματοποιήθηκε και για τη διαφορά των λόγων Dδ-α, σύμφωνα με την οποία 14 παιδιά παρουσίασαν μια μικρή διαφορά μεταξύ των δύο λόγων των δύο χεριών, 76 παιδιά μια μέτρια διαφορά και 12 παιδιά μεγάλη διαφορά.

Στη συνέχεια, χορηγήθηκαν τα ερωτηματολόγια ΕΠΗΣ και ΕΔΗΤ, αλλά μόνο σε 65 παιδιά με φυσιολογική/μέση και υψηλή νοημοσύνη (βλ. υποκεφ. 3.2.6 & 3.2.7). Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των συμμετεχόντων αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει των δύο αυτών ερωτηματολογίων. Κατόπιν, χορηγήθηκε η δοκιμασία ΛΑΟΗ, από την οποία υπολογίστηκαν δύο νευροψυχολογικοί δείκτες εγκεφαλικής πλευρίωσης, ένας για την ακρίβεια των απαντήσεων ($\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}/\alpha}$) κι ένας για το χρόνο αντίδρασης στις σωστές απαντήσεις ($\Delta\Pi_{\Lambda\text{ΟΗ}/\chi\alpha}$). Στην παρούσα έρευνα ο αριθμός των σωστών απαντήσεων ήταν μεγαλύτερος στα ερεθίσματα του ΔΟΗ συγκριτικά με του ΑΟΗ ($M.O_{\Delta\text{ΟΗ}}=39,13 > M.O_{\text{ΑΟΗ}}=38$ ορθές απαντήσεις), ενώ ο χρόνος αντίδρασης μικρότερος στα ερεθίσματα του ΔΟΗ συγκριτικά με του ΑΟΗ ($M.O_{\Delta\text{ΟΗ}}=803,49 < M.O_{\text{ΑΟΗ}}=834,11$ χιλιοστά του δευτερολέπτου), εύρημα το οποίο αναμενόταν, καθώς είναι δηλωτικό της τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα.

Η δοκιμασία ΛΑΟΗ, όπως και τα δύο προηγούμενα ερωτηματολόγια, χορηγήθηκε μόνο στα παιδιά με φυσιολογική-μέση και υψηλή νοημοσύνη ($N=60$). Δύο συμμετέχοντες δε συμπεριλήφθησαν στις αναλύσεις, καθώς δεν απάντησαν σωστά στο 50% των ζευγών ερεθισμάτων¹⁷ και επομένως ένας ΔΠ διεξαγόμενος από τόσο μικρό ποσοστό ορθών απαντήσεων δεν μπορεί να είναι αντιπροσωπευτικός της πλευρίωσης. Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των συμμετεχόντων αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει των δύο αυτών ερωτηματολογίων.

Τελευταία χορηγήθηκε η δοκιμασία ΠΚΣ μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler. Όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, από τους 30 πειραματικούς κύκλους αυτής της δοκιμασίας προέκυψε ένας γενικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ λαμβάνοντας υπόψη το μέσο ΔΠ όλων των πειραματικών κύκλων, καθώς και το τυπικό σφάλμα του μέσου όρου (Standard Error of Mean, SEM) βάσει του τύπου: $\Delta\Pi_{\text{Doppler}} = \text{μέσος } \Delta\Pi - 2\text{SEM}$.

¹⁷ Πιο συγκεκριμένα, ο πρώτος συμμετέχοντας έδωσε 13 ορθές απαντήσεις και ο δεύτερος 48 ορθές απαντήσεις σε σύνολο 120 δοκιμασιών (ποσοστό επιτυχίας 10,8% και 40% αντίστοιχα).

Η δοκιμασία αυτή χορηγήθηκε σε 51 παιδιά και από τις τρεις νοητικές ομάδες ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ από το συνολικό δείγμα των 102 παιδιών (βλ. Πίν. 4.5 για τον αριθμό των συμμετεχόντων αναφορικά με την εγκεφαλική τους πλευρίωση), ενώ ο Μ.Ο. των $\Delta\text{P}_{\text{Doppler}}$ ολόκληρου του δείγματος ήταν 1,97 (εύρος=-5,81-8,31, $T.A.=3,25$).

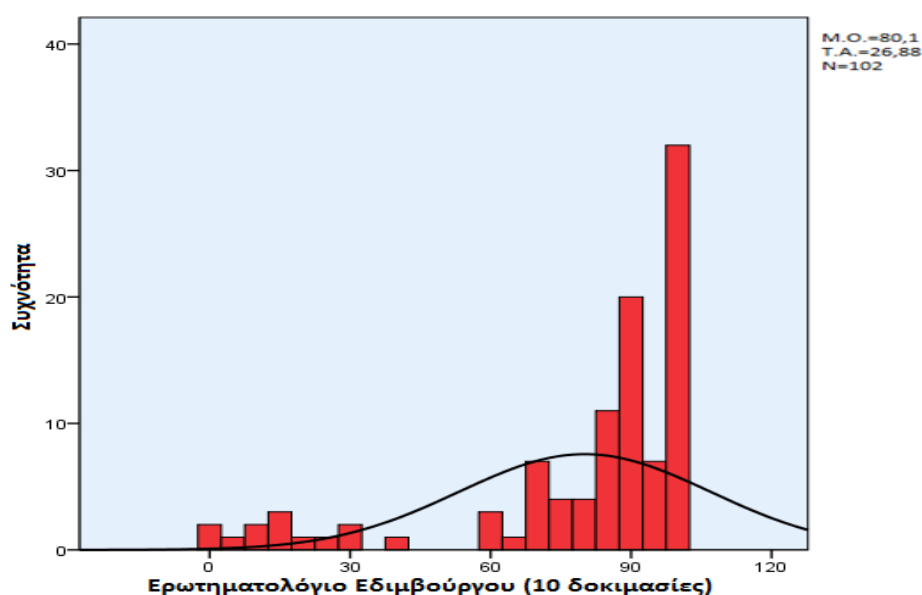
Πίνακας 4.5.

Συχνότητες και ποσοστά των παιδιών βάσει της εγκεφαλικής πλευρίωσης βάσει των ερωτηματολογίων ΕΔΗΤ και ΕΠΗΣ, της δοκιμασίας ΛΑΟΗ μέσω Η/Υ και της δοκιμασίας ΠΚΣ μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Εγκεφαλική Πλευρίωση	Μη τυπική (δεξιά-συμμετρία)	Τυπική (αριστερή)
	Αριθμός παιδιών (ποσοστά%)	
Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων	34 (52,3%)	31 (47,7%)
Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών	31 (47,7%)	34 (52,3%)
Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου	26 (43,3%)	34 (56,7%)
Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου μέσω υπερήχου Doppler	22 (43,1%)	29 (56,9%)

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. Από τον έλεγχο κανονικότητας προέκυψε ότι όλες οι μεταβλητές ακολουθούσαν κανονική κατανομή με εξαίρεση την Πρακτική Νοημοσύνη ($Z=1,43$, $p=0,033$) και το Ερωτηματολόγιο προτίμησης χεριού του Εδιμβούργου, είτε στην έκδοση με τις δέκα δραστηριότητες ($Z=2,61$, $p<0,001$), είτε στην έκδοση με τις δώδεκα δραστηριότητες ($Z=2,37$, $p<0,001$). Ενδεικτικά στην Εικόνα 4.2 παρατίθεται ένα ιστόγραμμα στο οποίο φαίνεται ότι το ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου δεν ακολουθεί κωδωνοειδή συμμετρική κατανομή, όπως άλλωστε αναμενόταν, αλλά ασύμμετρη δεξιά κατανομή, καθώς οι μεγάλες συχνότητες συγκεντρώνονται στο δεξιό άκρο της κατανομής.



Εικόνα 4.2. Ιστόγραμμα συχνοτήτων ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου, στο οποίο φαίνεται ότι ακολουθεί ασύμμετρη δεξιά κατανομή.

Ο μη παραμετρικός έλεγχος συνάφειας μεταξύ των τεστ νοημοσύνης ΠΠΜ-R και WISC-III με τον στατιστικό δείκτη συνάφειας Spearman Rho (καθώς η Πρακτική Νοημοσύνη δεν ακολουθούσε κανονική κατανομή) έδειξε, όπως αναμενόταν, εξαιρετικά δυνατή συσχέτιση μεταξύ των δεικτών νοημοσύνης σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p<0,01$) (βλ. Πίν. 4.6).

Πίνακας 4.6.

Συσχετίσεις, μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις μεταξύ των δεικτών νοημοσύνης στα τεστ των ΠΠΜ-R και WISC-III.

Δείκτης Νοημοσύνης	1	2	3	4
1.ΠΠΜ-R	-	0,85**	0,85**	0,82**
2.ΓΔΝ στο WISC-III	0,85**	-	0,98**	0,96**
3.ΛΔΝ στο WISC-III	0,85**	0,98**	-	0,90**
4.ΠΔΝ στο WISC-III	0,82**	0,96**	0,90**	-

Σημείωση. ** Οι συσχετίσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 0,01.

Για τα δύο τεστ προτίμησης χεριού πραγματοποιήθηκε, επίσης, έλεγχος συνάφειας με το μη παραμετρικό δείκτη Spearman Rho, καθώς το ερωτηματολόγιο

του Εδιμβούργου δεν ακολουθούσε κανονική κατανομή και παρατηρήθηκε μια μικρή συσχέτιση μεταξύ των τεστ σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($r_s=0,19$, $p=0,05$ μεταξύ του ερωτηματολογίου του EE_{10} και του τεστ ΠΠΧ και $r_s=0,28$, $p=0,001$ μεταξύ του EE_{12} και του τεστ ΠΠΧ).

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνάφειας με τον παραμετρικό δείκτη Pearson r , καθώς και το μη παραμετρικό δείκτη Spearman r_s για να ελεγχθεί αν τα τεστ προτίμησης χεριού και η δοκιμασία δεξιότητας χεριού σχετίζονται μεταξύ τους και σε ποιο βαθμό. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.7 παρατηρήθηκε μια μικρή συσχέτιση μεταξύ του EE_{10} , του τεστ ΠΠΧ και της ΔΜΠ σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p<0,05$), καθώς και μια μικρή συσχέτιση μεταξύ του EE_{12} και της ΔΜΠ, όμως σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο.

Πίνακας 4.7.

Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των τεστ προτίμησης και δεξιότητας χεριού, EE_{10} , EE_{12} , ΠΠΧ και της ΔΜΠ.

Εργαλεία προτίμησης/δεξιότητας χεριού	1	2	3	4
1. Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού	-	0,22*	0,25*	0,30**
2. Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου (10 δοκιμασίες)	0,22*	-	0,98**	0,20**
3. Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου (12 δοκιμασίες)	0,25*	0,98**	-	0,16
4. Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων	0,30**	0,20**	0,16	-
Σημείωση. * Οι συσχετίσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 0,05. ** Οι συσχετίσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 0,01.				

Ο παραμετρικός έλεγχος συνάφειας των τριών ορμονικών δεικτών τεστοστερόνης 2D:4Dδ, 2D:4Dα και Dδ-α, έδειξε μέτρια έως δυνατή συσχέτιση μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($r=0,33$, $p=0,001$ μεταξύ 2D:4Dδ και 2D:4Dα, $r=0,49$, $p=0,001$ μεταξύ 2D:4Dδ και Dδ-α και $r=-0,68$, $p=0,001$ μεταξύ

2D:4Da και Dδ-α)¹⁸. Παράλληλα ενδιαφέρον εύρημα αποτελεί η στατιστικά σημαντική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ του ορμονικού δείκτη Dδ-α και του Ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου ($r_s=0,21$, $p=0,032$ για το EE₁₀ και $r_s=0,28$, $p=0,005$ για το EE₁₂). Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των μέσων όρων των ορμονικών δεικτών μεταξύ των δύο φύλων με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα χωρίς να βρεθούν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p>0,09$). Το εύρημα αυτό είναι αντίθετο από αυτό που αναμενόταν και μόνο για τον ορμονικό δείκτη 2D:4Da παρατηρήθηκε μια οριακά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, $t(100)=-1,74$, $p=0,087$ με τα αγόρια να παρουσιάζουν μικρότερο μέσο όρο στον ορμονικό δείκτη 2D:4Da και άρα υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης ($M.O.=0,99$, $T.A.=0,031$) συγκριτικά με τα κορίτσια ($M.O.=1,011$, $T.A.=0,051$).

Για τα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς της εγκεφαλικής πλευρίωσης ΕΔΗΤ και ΕΠΗΣ, αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος αξιοπιστίας με το δείκτη εσωτερικής συνέπειας Cronbach α , καθώς τα δύο αυτά ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά σε ελληνική μετάφραση σε μελέτη που αφορά στην εγκεφαλική πλευρίωση. Πιο συγκεκριμένα, και για τα δύο ερωτηματολόγια το επίπεδο αξιοπιστίας ήταν κάτω από τα αποδεκτά για τη χρήση των εργαλείων επίπεδα ($\alpha=0,38$ για το ΕΔΗΤ και $\alpha=0,71$ για το ΕΠΗΣ). Επιπλέον, ο έλεγχος συνάφειας μεταξύ των δύο ερωτηματολογίων με τον παραμετρικό δείκτη Pearson r δεν έδειξε καμία συσχέτιση μεταξύ τους ($p=0,39$), εύρημα αντίθετο από αυτό που αναμενόταν. Τέλος, τα δύο ερωτηματολόγια δεν βρέθηκαν να σχετίζονται με κανένα εργαλείο αξιολόγησης της πλευρίωσης, είτε συμπεριφορικής, είτε εγκεφαλικής (όλα τα $p>0,06$) και για το λόγο αυτό αποκλείστηκαν από τις περαιτέρω αναλύσεις και δε συμπεριλήφθηκαν στον έλεγχο των στατιστικών υποθέσεων.

Ο έλεγχος συνάφειας μεταξύ των δύο ΔΠ_{ΛΑΟΗ/α} και ΔΠ_{ΛΑΟΗ/χα} με τον παραμετρικό δείκτη Pearson r έδειξε μέτρια συσχέτιση μεταξύ τους στατιστικά σημαντική και μάλιστα αρνητική ($r=-0,48$, $p<0,001$), ενώ καμία σχέση δεν βρέθηκε μεταξύ των δύο νευροψυχολογικών δεικτών και των υπόλοιπων ορμονικών και συμπεριφορικών δεικτών (όλα τα $p>0,08$)¹⁹. Τέλος, ο παραμετρικός και μη

¹⁸ Σύμφωνα με το κριτήριο του Cohen (1988), μεταξύ δύο μεταβλητών ο βαθμός συσχέτισης μπορεί να είναι δυνατός ($r>0,5$), μέτριος ($0,5>r>0,3$) ή μικρός ($0,3>r>0,1$), καθώς και η απουσία συσχέτισης.

¹⁹ Μια μικρή αρνητική συσχέτιση σε οριακά σημαντικό επίπεδο ($r_s=-0,23$, $p=0,075$) εντοπίστηκε μεταξύ του ΔΠ_{ΛΑΟΗ/α} και του EE₁₀.

παραμετρικός έλεγχος συνάφειας του άμεσου εγκεφαλικού δείκτη $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ με όλους τους δείκτες πλευρίωσης, συμπεριφορικούς, ορμονικούς και εγκεφαλικούς έδειξε ότι ο $\Delta\Pi$ που προκύπτει από το διακρανιακό υπέρηχο Doppler σχετίζεται θετικά σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μόνο με το νευροψυχολογικό δείκτη $\Delta\Pi_{\text{ΛΑΟΗ/χα}}$ ($r=0,38$, $p=0,037$) και αρνητικά σε οριακό επίπεδο με τον ορμονικό δείκτη 2D:4Dδ ($r=-0,26$, $p=0,067$). Για τους υπόλοιπους δείκτες δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση (όλα τα $p>0,22$).

4.3 Έλεγχος στατιστικών υποθέσεων

4.3.1 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω έμμεσων συμπεριφορικών δεικτών

Η πρώτη εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική, ελέγχθηκε με τους στατιστικούς δείκτες συνάφειας, Pearson r και Spearman r_s και από τα αποτελέσματα φάνηκε μια οριακή σχέση μεταξύ $\Delta\Pi$ και γενικής και λεκτικής νοημοσύνης ($r=0,19$, $p=0,058$ & $r=0,19$, $p=0,055$ αντίστοιχα), ενώ καμία σχέση δεν βρέθηκε μεταξύ νοημοσύνης και των υπολοίπων συμπεριφορικών τεστ (όλα τα $p>0,16$). Περαιτέρω, όταν ελέγχθηκε η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και της ταχύτητας εκτέλεσης της $\Delta\Pi$ για κάθε χέρι ξεχωριστά, η υπόθεση της γραμμικής σχέσης επιβεβαιώθηκε για όλους τους ΔN και για τα δύο χέρια σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (βλ. Πίν. 4.8), καθώς όσο μεγαλύτερος ήταν ο ΔN του παιδιού, τόσο μικρότερος ο μέσος όρος των δευτερολέπτων που χρειαζόταν για να ολοκληρώσει τη δοκιμασία.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν δύο αναλύσεις μονής παλινδρόμησης (μέθοδος enter) για να ελεγχθεί η δυνατότητα πρόβλεψης της επίδοσης στη $\Delta\Pi$ (βάσει του M.O. της ταχύτητας κάθε χεριού) από το ΔN στις ΠΠΜ-R. Το 33% της διασποράς του αριθμού των επιδόσεων στη $\Delta\Pi$ με το δεξί χέρι (ο δείκτης πολλαπλής συνάφειας $R=0,58$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,33$) και το 29% της διασποράς του αριθμού των επιδόσεων στη $\Delta\Pi$ με το αριστερό χέρι (ο δείκτης πολλαπλής συνάφειας $R=0,54$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,29$) μπορεί να ερμηνευθεί από το ΔN στις ΠΠΜ-R, ο οποίος ήταν η ανεξάρτητη μεταβλητή. Η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης και

στις δύο αναλύσεις ήταν σημαντικά διαφορετική του μηδενός, $F(1,100)=50,30$, $p<0,001$ για το δεξί χέρι και $F(1,100)=42,03$, $p<0,001$ για το αριστερό χέρι.

Πίνακας 4.8.

Έλεγχος συνάφειας μεταξύ των τεσσάρων ΔΝ και του μέσου όρου της ταχύτητας του κάθε χεριού στη ΔΜΠ.

Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων	Δείκτες Νοημοσύνης			
	$\Delta N_{\text{IIIIM-R}}$	$\Gamma \Delta N_{\text{WISC}}$	$\Lambda \Delta N_{\text{WISC}}$	$\Pi \Delta N_{\text{WISC}}$
1. Μ.Ο. της ταχύτητας του δεξιού χεριού	-0,56**	-0,72**	-0,68**	-0,72**
2. Μ.Ο. της ταχύτητας του αριστερού χεριού	-0,54**	-0,68**	-0,65**	-0,68**

Σημείωση. ** Οι συσχετίσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 0,01.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν και δύο αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης (μέθοδος enter) για να ελεγχθεί η δυνατότητα πρόβλεψης της επίδοσης στη ΔΜΠ (βάσει του Μ.Ο. της ταχύτητας κάθε χεριού) από τους δείκτες λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης του WISC-III²⁰. Και εδώ το 50% της διασποράς του αριθμού των επιδόσεων στη ΔΜΠ με το δεξί χέρι (ο δείκτης πολλαπλής συνάφειας $R=0,72$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,50$) και το 45% της διασποράς του αριθμού των επιδόσεων στη ΔΜΠ με το αριστερό χέρι (ο δείκτης πολλαπλής συνάφειας $R=0,68$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,45$) μπορεί να ερμηνευθεί από το $\Lambda \Delta N$ και $\Pi \Delta N$ του WISC-III, οι οποίοι ήταν οι ανεξάρτητες μεταβλητές. Η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης και στις δύο αναλύσεις ήταν σημαντικά διαφορετική του μηδενός, $F(2,99)=52,37$, $p<0,001$ για το δεξί χέρι και $F(2,99)=42,80$, $p<0,001$ για το αριστερό χέρι. Από την επισκόπηση των συντελεστών παλινδρόμησης διαπιστώνουμε ότι μόνο η μία ανεξάρτητη μεταβλητή, ο $\Pi \Delta N$, συμβάλλει σημαντικά στην πρόβλεψη της επίδοσης στη ΔΜΠ, τόσο με το δεξί ($\beta=-0,60$, $t=-3,16$, $p=0,002$), όσο και με το αριστερό χέρι ($\beta=-0,57$, $t=-2,86$,

²⁰ Στην πολλαπλή ανάλυση της παλινδρόμησης δεν συμπεριλήφθηκε ο $\Gamma \Delta N$, καθώς προκύπτει από τους δύο δείκτες πρακτικής και λεκτικής νοημοσύνης κι επομένως η προσθήκη του δεν θα διαφοροποιούσε την προβλεπτική αξία του μοντέλου.

$p=0,005$). Επομένως, όσο μεγαλύτερος ο δείκτης πρακτικής νοημοσύνης, τόσο μικρότεροι οι μέσοι όροι της ταχύτητας στη ΔΜΠ (δηλαδή ταχύτερη επίδοση) και για τα δύο χέρια (βλ. Πίν. 4.9).

Πίνακας 4.9.

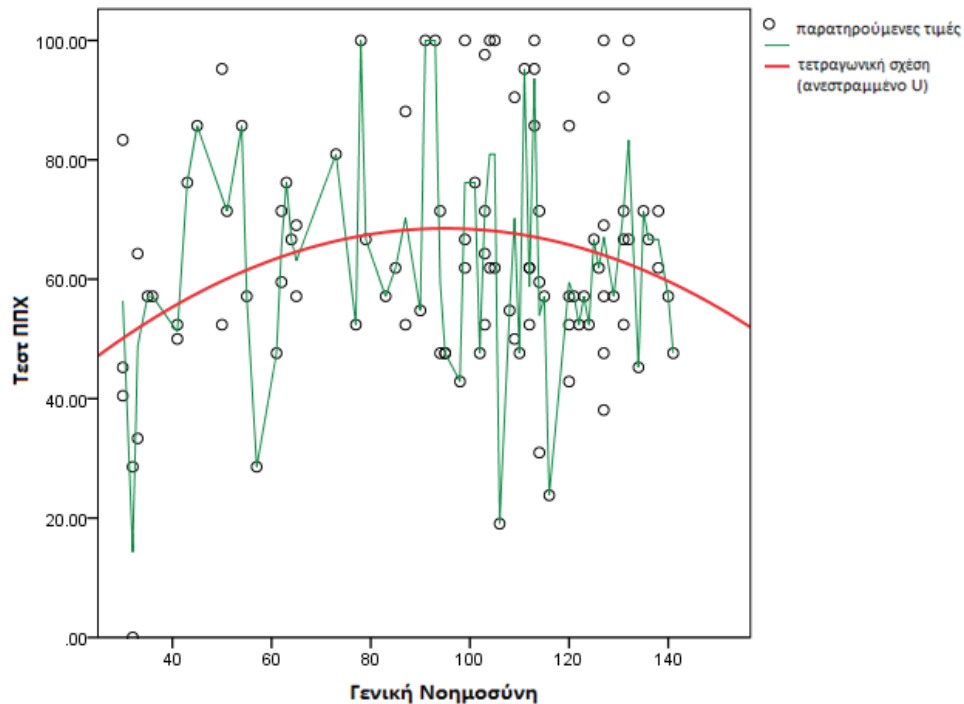
Ανάλυση παλινδρόμησης για τη στατιστική πρόβλεψη της επίδοσης στη ΔΜΠ (βάσει του Μ.Ο. της ταχύτητας κάθε χεριού) από το ΔΝ στις ΠΠΜ-R και τους ΑΔΝ και ΠΔΝ του WISC-III.

Μεταβλητές πρόβλεψης	β	Τυπικό σφάλμα β	Beta
Δεξί χέρι			
ΔΝ στις ΠΠΜ-R	-0,05	0,01	-0,58
Λεκτικός ΔΝ στο WISC-III	-0,01	0,02	-0,12
Πρακτικός ΔΝ στο WISC-III	-0,07	0,02	-0,60
Αριστερό χέρι			
ΔΝ στις ΠΠΜ-R	-0,05	0,01	-0,54
Λεκτικός ΔΝ στο WISC-III	-0,01	0,02	-0,58
Πρακτικός ΔΝ στο WISC-III	-0,07	0,02	0,57

Σημείωση. * Οι συσχετίσεις ήταν στατιστικώς σημαντικές σε επίπεδο 0,05.

Για τον έλεγχο της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, πραγματοποιήθηκαν πολλαπλές ξεχωριστές αναλύσεις παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης (curve estimation regression, quadratic model) με τα συμπεριφορικά τεστ EE₁₀, EE₁₂, ΠΠΧ και ΔΜΠ ως εξαρτημένες μεταβλητές και καθένα από τους τέσσερις ΔΝ ως ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε φορά και εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές σχέσεις μεταξύ νοημοσύνης βάσει του ΓΔΝ_{WISC-III} και της προτίμησης χεριού βάσει του τεστ ΠΠΧ, $F(2,99)=3,18$, $p=0,046$ (βλ. Εικ. 4.3). Ωστόσο, βάσει του δείκτη πολλαπλής συνάφειας ($R=0,06$) και του προσαρμοσμένου συντελεστή προσδιορισμού ($R^2=0,04$), μόνο το 4,1% της διασποράς των δεικτών προτίμησης χεριού βάσει του τεστ ΠΠΧ μπορεί να ερμηνευθεί από την γενική νοημοσύνη ($\beta=0,83$, $t=2,28$, $p=0,025$). Το ποσοστό αυτό, αν και στατιστικά σημαντικό, είναι ωστόσο και καταφανώς χαμηλό, γεγονός που υποδεικνύει ότι

περαιτέρω και ασφαλή συμπεράσματα για την τετραγωνική σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή. Οι υπόλοιπες αναλύσεις παλινδρόμησης δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p > 0,12$).



Εικόνα 4.3. Ανάλυση παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης μεταξύ γενικής νοημοσύνης και προτίμησης χεριού βάσει του τεστ ΠΠΧ.

Όταν η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και προτίμησης/δεξιότητας χεριού ελέγχθηκε με την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών προτίμησης/δεξιότητας (βλ. παραπάνω υποκ. 4.2) πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 . Για τα τεστ προτίμησης χεριού ΕΕ και ΠΠΧ δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p > 0,098$, βλ. ενδεικτικά Πιν. 10). Τα αποτελέσματα, όμως, έδειξαν ότι οι επιδόσεις των παιδιών στη ΔΜΠ διαφέρουν ανάλογα με το ΔΝ στις ΠΠΜ-R, $\chi^2(4, N=102)=12,07, p=0,02$ και τον ΠΔΝ_{WISC-III}, $\chi^2(4, N=102)=11,36, p=0,02$. Για το ΛΔΝ_{WISC-III}, οι διαφορές ήταν οριακά σημαντικές $\chi^2(4, N=102)=8,64, p=0,07$. Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.11 και στις Εικόνες 4.4 και 4.5 τα παιδιά με ΝΚ φάνηκε να έχουν συχνότερα αριστερή δεξιότητα χεριού συγκριτικά με τα παιδιά ΦΝ και ΥΝ, τα οποία μάλιστα φάνηκε να έχουν υψηλότερα ποσοστά μικτής δεξιότητας χεριού βάσει της ΔΜΠ.

Πίνακας 4.10.

Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του $\Gamma\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την προτίμηση χεριού στις δοκιμασίες ΕΕ₁₀ και ΠΠΧ με το κριτήριο χ^2 .

Επίπεδο Γενικής Νοημοσύνης	Ερωτηματολόγιο Εδιμβούργου (10 δοκιμασίες)			
	Αριστερή δεξιότητα	Μικτή δεξιότητα	Δεξιά δεξιότητα	Σύνολο
Νοητική Υστέρηση	1	9	20	30
Μέση Νοημοσύνη	6	3	33	42
Υψηλή Νοημοσύνη	3	6	21	30
Σύνολο	10	18	74	102

Τεστ Ποσοτικοποίησης Προτίμησης Χεριού				
Νοητική Υστέρηση	1	21	8	30
Μέση Νοημοσύνη	2	27	13	42
Υψηλή Νοημοσύνη	0	25	5	30
Σύνολο	3	73	26	102

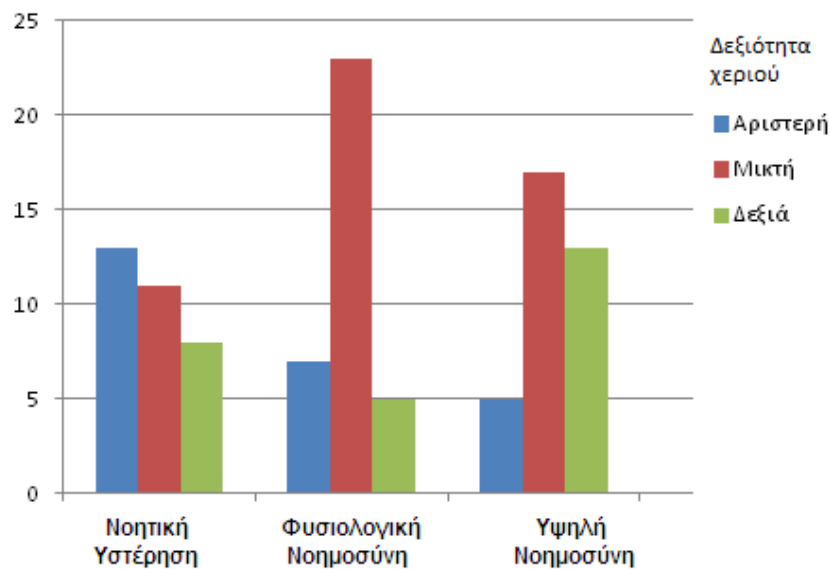
\

Πίνακας 4.11.

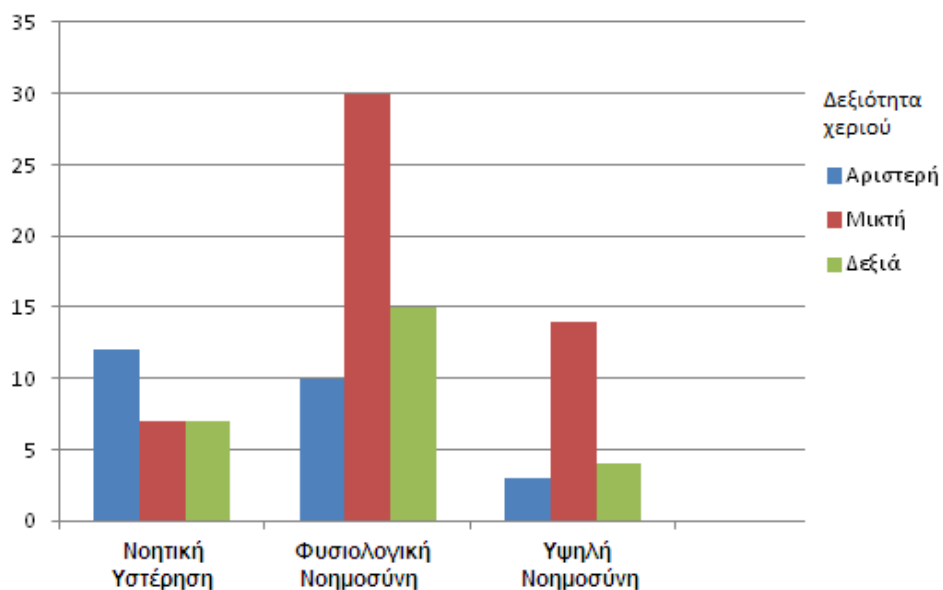
Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει των $\Delta N_{ΠΠΜ-R}$ και $Π\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την προτίμηση/δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ με το κριτήριο χ^2 .

Επίπεδο Νοημοσύνης	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων			
	Αριστερή δεξιότητα	Μικτή δεξιότητα	Δεξιά δεξιότητα	Σύνολο
ΔN βάσει ΠΠΜ-R				
Νοητική Υστέρηση	13	11	8	32
Μέση Νοημοσύνη	7	23	5	35
Υψηλή Νοημοσύνη	5	17	13	35
Σύνολο	25	51	26	102

Πρακτική Νοημοσύνη βάσει WISC-III				
Νοητική Υστέρηση	12	7	7	26
Μέση Νοημοσύνη	10	30	15	55
Υψηλή Νοημοσύνη	3	14	4	21
Σύνολο	25	51	26	102



Εικόνα 4.4. Γραφική αναπαράσταση της δεξιότητας χεριού των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει των ΠΠΜ-R.



Εικόνα 4.5. Γραφική αναπαράσταση της δεξιότητας χεριού των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του ΠΔΝ_{WISC}.

Για τον έλεγχο της τρίτης εναλλακτικής υπόθεσης, πραγματοποιήθηκε πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης σε μονοβλητό επίπεδο (univariate ANOVA), καθώς και το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis, με εξαρτημένες μεταβλητές τους τέσσερις ΔΝ (ΔΝ_{ΠΠΜ-R}, ΓΔΝ_{WISC}, ΛΔΝ_{WISC} και ΠΔΝ_{WISC}) και ανεξάρτητη μεταβλητή

το καθένα από τα τεστ προτίμησης χεριού ΕΕ, ΠΠΧ και ΔΜΠ, ώστε να διερευνηθούν τυχόν διαφορές στους μέσους όρους αναφορικά με τη νοημοσύνη στα παιδιά με διαφορετική προτίμηση χεριού. Αναφορικά με τις δύο εκδόσεις του ΕΕ και το τεστ ΠΠΧ δεν εντοπίστηκαν διαφορές στο επίπεδο νοημοσύνης μεταξύ των παιδιών με δεξιά, αριστερή ή μικτή προτίμηση χεριού (όλα τα $p > 0,205$).

Για το τεστ δεξιότητας χεριού ΔΜΠ, όμως, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη νοημοσύνη παιδιών με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού. Πιο συγκεκριμένα, σχεδιάστηκαν τέσσερα μοντέλα διπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης (univariate ANOVAs) 2 (φύλο: αγόρια-κορίτσια) X 3 (δεξιότητα χεριού: αριστερή-μικτή-δεξιά) με εξαρτημένη μεταβλητή καθένα από τους τέσσερις ΔΝ κάθε φορά. Από τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, μόνο η επίδραση της δεξιότητας χεριού ήταν στατιστικώς σημαντική σε αντίθεση με την επίδραση του φύλου (όλα τα $p > 0,20$), ενώ ούτε και η αλληλεπίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο και δεξιότητα χεριού) ήταν στατιστικώς σημαντική (όλα τα $p > 0,78$).

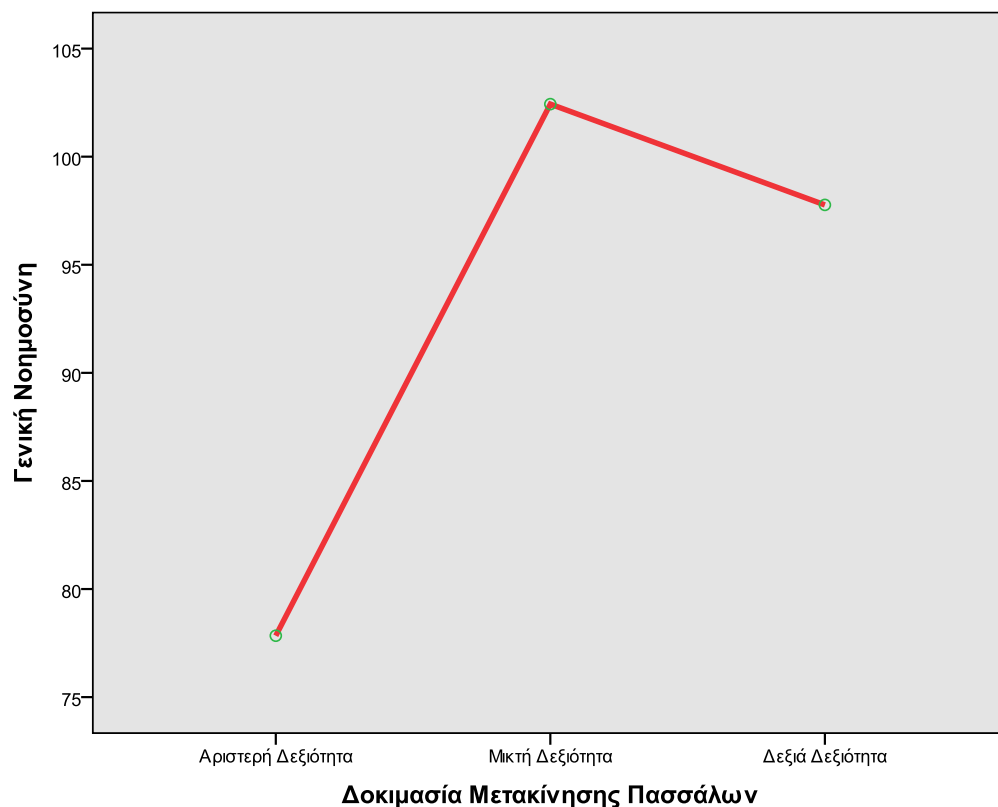
Αναφορικά με την επίδραση της δεξιότητας χεριού, οι αναλύσεις διακύμανσης και οι πολλαπλές συγκρίσεις με το post hoc κριτήριο του Bonferroni έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη νοημοσύνη μεταξύ παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα στο τεστ νοημοσύνης WISC-III, $F(2, 96)=5,28$, $p=0,007$ για τη γενική νοημοσύνη, $F(2,96)=5,63$, $p=0,005$ για τη λεκτική νοημοσύνη, $F(2,96)=4,54$, $p=0,013$ για την πρακτική νοημοσύνη - και μια οριακή τάση στο τεστ ΠΠΜ-R, $F(2,96)=2,81$, $p=0,065$ - και μάλιστα τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα φαίνεται πως έχουν στατιστικά σημαντικά μικρότερους $\Gamma\Delta N_{WISC}$, $\Lambda\Delta N_{WISC}$ και $\Pi\Delta N_{WISC}$ σε σχέση με τα αμφιδέξια παιδιά (βλ. Πίν. 4.12 & Εικ. 4.6). Μεταξύ παιδιών με αριστερή-δεξιά δεξιότητα βρέθηκε διαφορά σε οριακά στατιστικά σημαντικό επίπεδο, σύμφωνα με την οποία τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα φαίνεται να έχουν μικρότερους $\Gamma\Delta N_{WISC}$ ($p=0,075$) και $\Lambda\Delta N_{WISC}$ ($p=0,056$), ενώ καμία διαφορά δεν εντοπίστηκε αναφορικά με τον $\Pi\Delta N_{WISC}$ και το $\Delta N_{\Pi\Pi\text{M-R}}$. Τέλος, για τα παιδιά με δεξιά δεξιότητα-αμφιδεξιότητα δεν φάνηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (όλα τα $p=1,00$).

Πίνακας 4.12.

Μέσοι όροι των παιδιών με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ ως προς τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.

Νοημοσύνη	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων					
	Αριστερή δεξιότητα*		Μικτή δεξιότητα*		Δεξιά δεξιότητα	
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.
ΓΔΝ _{WISC-III}	77,84	35,68	102,43	28,12	97,77	32,56
ΛΔΝ _{WISC-III}	78,72	32,24	102,10	26,71	98,35	31,28
ΠΔΝ _{WISC-III}	80,80	32,89	101,02	26,19	97,73	26,17

Σημείωση. *Στατιστική σημαντικότητα σημειώθηκε μόνο μεταξύ των παιδιών με αριστερή δεξιότητα χεριού και αμφιδεξιότητα σε επίπεδο 0,05 και στους τρεις ΔΝ του τεστ WISC-III.



Εικόνα 4.6. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με αριστερή, μικτή και δεξιά δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.

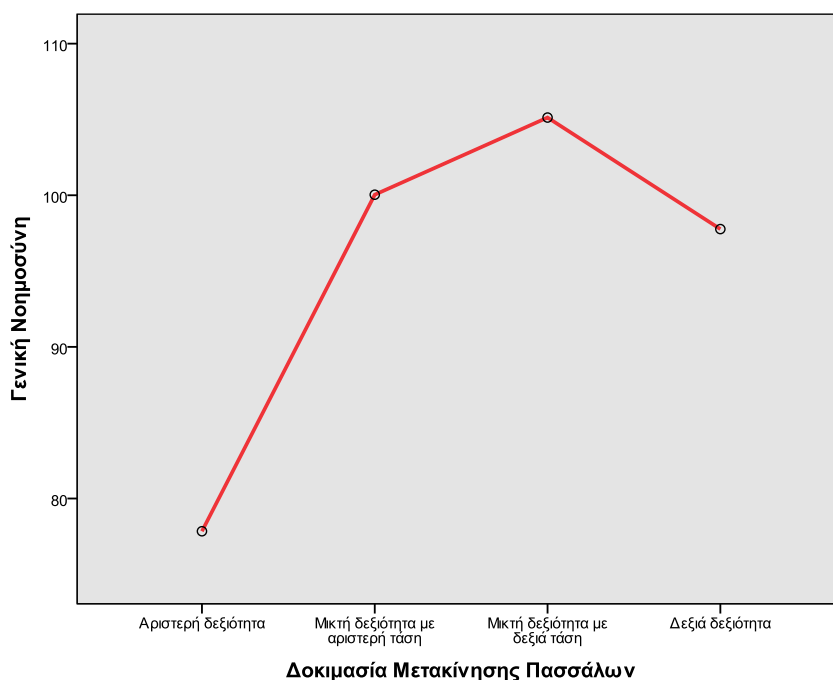
Στη συνέχεια, η ομάδα των αμφιδέξιων παιδιών χωρίστηκε σε αμφιδέξιους με αριστερή τάση και αμφιδέξιους με δεξιά τάση, ώστε να ελεγχθούν περαιτέρω διαφορές που σχετίζονται με την ήπια δεξιότητα χεριού. Και πάλι εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές στη νοημοσύνη μεταξύ παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα, αλλά στατιστική σημαντικότητα σημειώθηκε μόνο μεταξύ των παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση στο τεστ νοημοσύνης WISC-III, $F(3,98)=3,63$, $p=0,016$ για τη γενική νοημοσύνη, $F(3,98)=3,81$, $p=0,012$ για τη λεκτική νοημοσύνη και $F(3,98)=3,17$, $p=0,028$ για την πρακτική νοημοσύνη. Και εδώ τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα φαίνεται πως έχουν στατιστικώς σημαντικά μικρότερους $\Gamma\Delta N_{WISC}$, $\Lambda\Delta N_{WISC}$ και $\Pi\Delta N_{WISC}$ σε σχέση με τους αμφιδέξιους με δεξιά τάση (βλ. Πίν. 4.13 & Εικ. 4.7).

Πίνακας 4.13.

Μέσοι όροι των παιδιών με αριστερή, μικτή δεξιότητα με αριστερή τάση, μικτή δεξιότητα με δεξιά τάση και δεξιά δεξιότητα στη ΔΜΠ ως προς τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.

Νοημοσύνη	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων							
	Αριστερή δεξιότητα*		Μικτή δεξιότητα με αριστερή τάση		Μικτή δεξιότητα με δεξιά τάση*		Δεξιά δεξιότητα	
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.
Γενική Νοημοσύνη	77,84	35,68	100,4	27,86	105,13	28,75	97,77	32,56
Λεκτική Νοημοσύνη	78,72	32,24	99,41	27,47	105,13	26,07	98,35	31,28
Πρακτική Νοημοσύνη	80,80	32,89	98,41	27,42	103,96	24,96	97,73	26,17

Σημείωση. *Στατιστική σημαντικότητα σημειώθηκε μόνο μεταξύ των παιδιών με αριστερή δεξιότητα χεριού και αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση και στους τρεις ΔΝ του τεστ WISC-III.



Εικόνα 4.7. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με αριστερή, μικτή δεξιότητα με αριστερή τάση, μικτή δεξιότητα με δεξιά τάση και δεξιά δεξιότητα στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.

Έπειτα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των μέσων όρων για όλες τις υποκλίμακες του WISC-III για τα παιδιά με διαφορετική δεξιότητα χεριού και φάνηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ παιδιών με αριστερή, αμφιδεξιότητα και δεξιά δεξιότητα χεριού. Ειδικότερα, και εδώ, όπως φάνηκε από την ανάλυση διακύμανσης και από τις πολλαπλές συγκρίσεις με το post hoc κριτήριο του Bonferroni, τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα είχαν χαμηλότερους ΔΝ σε σχέση με τα παιδιά με αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση σε όλες τις λεκτικές υποκλίμακες του WISC-III, Πληροφορίες, $F(3,98)=3,16$, $p=0,028$, Ομοιότητες, $F(3,98)=3,27$, $p=0,024$, Αριθμητική, $F(3,98)=3,23$, $p=0,026$, Λεξιλόγιο, $F(3,98)=3,55$, $p=0,017$, Κατανόηση, $F(3,98)=3,88$, $p=0,011$, και στις πρακτικές υποκλίμακες Κωδικοποίηση, $F(3,98)=2,78$, $p=0,045$ και Σειροθέτηση Εικόνων, $F(3,98)=2,70$, $p=0,050$. Για την πρακτική υποκλίμακα Σχέδια με Κύβους εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα με αριστερή τάση, $F(3,98)=3,40$, $p=0,021$, ενώ δεν παρουσιάστηκαν διαφορές για τις πρακτικές υποκλίμακες Συμπλήρωση Εικόνων, $F(3,98)=2,44$, $p=0,069$ και Συναρμολόγηση Αντικειμένων, $F(3,98)=1,77$, $p=0,159$.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ακόμη ένας έλεγχος μέσω των όρων αναφορικά με την ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας για κάθε χέρι σε παιδιά με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος μέσω των όρων με το τεστ Kruskal Wallis (καθώς οι μεταβλητές της ταχύτητας του κάθε χεριού δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή) με εξαρτημένες μεταβλητές την ταχύτητα κάθε χεριού και ανεξάρτητες του τέσσερις ΔΝ ($\Delta N_{\text{ΠΠΜ-R}}$, ΔN_{WISC} , ΔN_{WISC} και ΔN_{WISC}). Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα παιδιά με ΝΚ, βάσει και των τεσσάρων ΔΝ, εκτέλεσαν με πιο αργή ταχύτητα τη δοκιμασία και για τα δύο χέρια συγκριτικά με τα παιδιά ΦΝ και ΥΝ σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο [$\chi^2(2, N=102)=23,956, p=0,001$ για το δεξί χέρι και $\chi^2(2, N=102)=25,361, p=0,001$ για το αριστερό χέρι βάσει του $\Delta N_{\text{ΠΠΜ-R}}$, $\chi^2(2, N=102)=50,036, p=0,001$ για το δεξί χέρι και $\chi^2(2, N=102)=50,071, p=0,001$ για το αριστερό χέρι βάσει του ΔN_{WISC} , $\chi^2(2, N=102)=45,155, p<0,001$ για το δεξί χέρι και $\chi^2(2, N=102)=42,580, p<0,001$ για το αριστερό χέρι βάσει του ΔN_{WISC} , $\chi^2(2, N=102)=42,803, p<0,001$ για το δεξί χέρι και $\chi^2(2, N=102)=42,502, p<0,001$ για το αριστερό χέρι βάσει του ΔN_{WISC}]. Μεταξύ των παιδιών με ΦΝ και ΥΝ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αναφορικά με την ταχύτητα εκτέλεσης της δοκιμασίας. Στον Πίνακα 4.14 που ακολουθεί παρατίθενται οι μέσοι βαθμοί για κάθε χέρι των τριών νοητικών ομάδων.

Πίνακας 4.14.

Μέσοι βαθμοί (mean ranks) για την ταχύτητα του κάθε χεριού στη ΔΜΠ των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει όλων των ΔΝ.

Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων		ΠΠΜ-R	ΔN_{WISC}	ΔN_{WISC}	ΔN_{WISC}
Ταχύτητα δεξιού χεριού	NK	72,64	83,53	81.93	84.08
	ΦΝ	42,70	38,64	38.48	41.57
	ΥΝ	40,97	37,47	39.46	37.17
Ταχύτητα αριστερού χεριού	NK	73,14	83.58	81.07	83.98
	ΦΝ	39,51	36.12	38.74	41.61
	ΥΝ	43,70	40.95	40.00	37.19

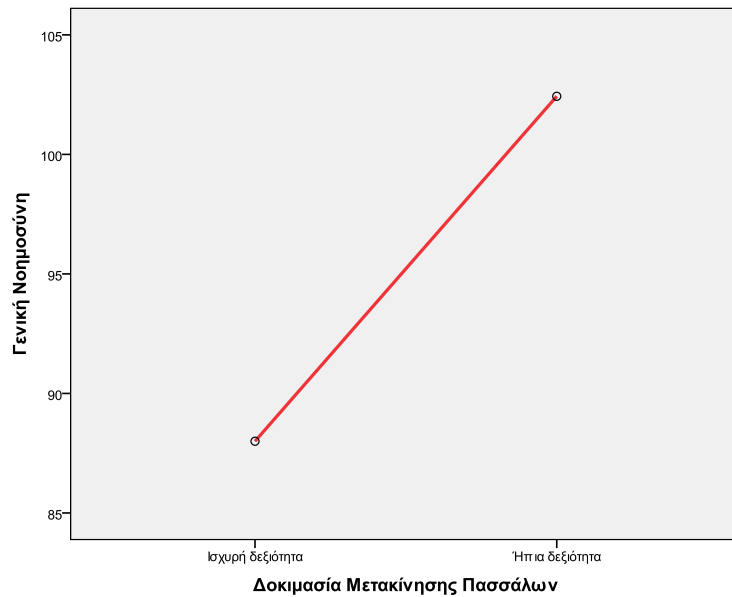
Τέλος, τα παιδιά ομαδοποιήθηκαν με βάση το βαθμό δεξιότητας χεριού, σε παιδιά με ισχυρή δεξιότητα (είτε αριστερή, είτε δεξιά κατόπιν ενοποίησης των δύο ακραίων τεταρτημόριων) και σε παιδιά με ήπια δεξιότητα (είτε αριστερή είτε δεξιά κατόπιν ενοποίησης των δύο μεσαίων τεταρτημόριων). Ο έλεγχος των μέσων όρων με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε ότι ο βαθμός δεξιότητας χεριού συνδέεται με τη νοημοσύνη σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο και μάλιστα ότι τα παιδιά με ήπια δεξιότητα χεριού έχουν υψηλότερη γενική, $t(100)=-2,286$, $p=0,024$, λεκτική, $t(100)=-2,251$, $p=0,027$ και πρακτική νοημοσύνη, $t(100)=-2,056$, $p=0,042$ συγκριτικά με τα παιδιά με ισχυρή δεξιότητα χεριού (βλ. Πίνακα 4.15 & Εικ. 4.8).

Πίνακας 4.15.

Διαφορές στους μέσους όρους των παιδιών με ισχυρή και ήπια δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ αναφορικά με τη νοημοσύνη βάσει των ΔΝ του WISC-III.

Νοημοσύνη	Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων			
	Ισχυρή δεξιότητα χεριού*		Ήπια δεξιότητα χεριού*	
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.
Γενική Νοημοσύνη	88,00	35,25	102,43	28,12
Λεκτική Νοημοσύνη	88,73	32,96	102,10	26,71
Πρακτική Νοημοσύνη	89,43	30,57	101,02	26,18

Σημείωση. *Βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα μεταξύ των παιδιών με ισχυρή και ήπια δεξιότητα χεριού σε επίπεδο 0,05.



Εικόνα 4.8. Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών με ήπια και ισχυρή δεξιότητα στη ΔΜΠ βάσει του τεστ νοημοσύνης WISC-III.

4.3.2 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω εγκεφαλικών δεικτών

Όπως περιγράφηκε στη μεθοδολογία της παρούσας έρευνας στο Κεφάλαιο 3 για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω εγκεφαλικών δεικτών υπολογίστηκαν τέσσερις έμμεσοι δείκτες πλευρίωσης ($\Delta\Pi_{ΕΔΗΤ}$ και $\Delta\Pi_{ΕΠΗΣ}$ μέσω δύο ερωτηματολογίων αυτό-αναφοράς και οι νευροψυχολογικοί $\Delta\Pi_{ΛΑΟΗ/α}$ και $\Delta\Pi_{ΛΑΟΗ/χα}$ μέσω της δοκιμασίας λεξιλογικής απόφασης σε Η/Υ) και ένας άμεσος δείκτης εγκεφαλικής πλευρίωσης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler. Τα δύο ερωτηματολόγια ΕΔΗΤ και ΕΠΗΣ δεν χρησιμοποιήθηκαν στις περαιτέρω αναλύσεις (βλ. υποκεφ. 4.2), ενώ για τον έλεγχο των υποθέσεων αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω εγκεφαλικών δεικτών πραγματοποιήθηκαν μη παραμετρικά τεστ, καθώς όπως περιγράφηκε και στο Κεφάλαιο 3 ο αριθμός των παιδιών για κάθε ομάδα της νοημοσύνης –ΥΝ, ΦΝ και ΝΚ- ήταν μικρότερος του 30.

Νευροψυχολογική δοκιμασία ΛΑΟΗ. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της πρώτης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία η σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική, με τον μη παραμετρικό δείκτη συνάφειας Spearman r_s . Από τα αποτελέσματα δεν επιβεβαιώθηκε η υπόθεση αυτή με εξαίρεση μια τάση προς συσχέτιση του ΔΝ στις ΠΠΜ-R και του $\Delta\Pi_{ΛΑΟΗ/χα}$ ($r_s=0,218$, $p=0,095$).

Για τον έλεγχο της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, δεν πραγματοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης, όπως στη σχέση νοημοσύνης και προτίμησης χεριού, καθώς δεν υπήρχαν δεδομένα από τα παιδιά με ΝΚ. Επομένως, η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης ελέγχθηκε με την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών (βλ. παραπάνω υποκ. 4.2) και πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 , ώστε να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΦΝ και ΥΝ αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση (τυπική ή μη τυπική). Τα αποτελέσματα, ωστόσο, δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p > 0,296$, βλ. ενδεικτικά Πιν. 4.16).

Πίνακας 4.16.

Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΦΝ και ΥΝ βάσει του $\Gamma\Delta N_{WISC-III}$ αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει της δοκιμασίας ΛΑΟΗ με το κριτήριο χ^2 .

Επίπεδο Γενικής Νοημοσύνης	Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (βάσει της ακρίβειας των απαντήσεων)		
	Μη τυπική πλευρίωση	Τυπική πλευρίωση	Σύνολο
Μέση Νοημοσύνη	18	20	38
Υψηλή Νοημοσύνη	8	14	22
Σύνολο	26	34	60
Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου (βάσει του χρόνου αντίδρασης)			
Μέση Νοημοσύνη	18	20	38
Υψηλή Νοημοσύνη	10	12	22
Σύνολο	28	32	60

Για τον έλεγχο της τρίτης εναλλακτικής υπόθεσης, ελέγχθηκαν οι μέσοι όροι των παιδιών με τυπική και μη τυπική πλευρίωση αναφορικά με τη νοημοσύνη τους με το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U. Τις εξαρτημένες μεταβλητές αποτέλεσαν οι τέσσερις ΔΝ ($\Delta N_{IIIIM-R}$, $\Gamma\Delta N_{WISC}$, $\Lambda\Delta N_{WISC}$ και $\Pi\Delta N_{WISC}$) και ανεξάρτητες

μεταβλητές καθένα από τους $\Delta\Pi_{\text{ΛΑΟΗ/α}}$ και $\Delta\Pi_{\text{ΛΑΟΗ/χα}}$, όπου και πάλι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παιδιών με τυπική και μη τυπική πλευρίωση ως προς τη νοημοσύνη (όλα τα $p > 0,250$).

Διακρανιακός υπέρηχος Doppler. Όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, για τον υπολογισμό του $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ λαμβάνονται υπόψη τόσο ο αριθμός των πειραματικών κύκλων στη δοκιμασία ΠΚΣ που αντιστοιχούν σε ικανοποιητικές καταγραφές χωρίς παρεμβολές, όσο και το τυπικό σφάλμα της μέτρησης ως μέτρο της ποιότητας του σήματος και της συνέχειας των επιδόσεων των συμμετεχόντων. Καθώς, λοιπόν, οι δύο αυτοί δείκτες είναι ιδιαίτερα σημαντικοί στον υπολογισμό του τελικού $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ κρίθηκε σκόπιμο, αρχικά, να πραγματοποιηθεί έλεγχος τυχόν διαφορών στη νοημοσύνη που σχετίζονται με τον αριθμό των πειραματικών κύκλων και του τυπικού σφάλματος. Έτσι, πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος μέσων όρων με το τεστ Kruskal-Wallis με εξαρτημένες μεταβλητές τον αριθμό των πειραματικών κύκλων από τον οποίο προέκυψε ο τελικός $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ και το τυπικό σφάλμα και ανεξάρτητες μεταβλητές καθένα από τους τέσσερις ΔΝ ($\Delta N_{\text{ΠΠΜ-R}}$, $\Gamma\Delta N_{\text{WISC}}$, $\Lambda\Delta N_{\text{WISC}}$ και $\Pi\Delta N_{\text{WISC}}$). Τα αποτελέσματα του τεστ δεν έδειξαν κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των πειραματικών κύκλων και στο τυπικό σφάλμα της μέτρησης μεταξύ των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης (όλα τα $p > 0,341$ για τον αριθμό των πειραματικών κύκλων και όλα τα $p > 0,623$ για το τυπικό σφάλμα).

Η πρώτη εναλλακτική υπόθεση για τον έλεγχο της γραμμικής σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και εγκεφαλικής πλευρίωσης με τον μη παραμετρικό δείκτη συνάφειας Spearman r_s απορρίφθηκε και πάλι (όλα τα $p > 0,240$). Στη συνέχεια, για τον έλεγχο της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, πραγματοποιήθηκαν τέσσερις ξεχωριστές αναλύσεις παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης με το $\Delta\Pi_{\text{Doppler}}$ ως εξαρτημένη μεταβλητή και καθένα από τους τέσσερις ΔΝ ως ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε φορά χωρίς, ωστόσο, να βρεθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές (όλα τα $p > 0,284$, βλ. ενδεικτικά Πιν. 4.17).

Τέλος, για τον έλεγχο της τρίτης εναλλακτικής υπόθεσης πραγματοποιήθηκε έλεγχος μέσων όρων με το μη παραμετρικό κριτήριο Mann-Whitney U, με εξαρτημένες μεταβλητές τους τέσσερις ΔΝ ($\Delta N_{\text{ΠΠΜ-R}}$, $\Gamma\Delta N_{\text{WISC}}$, $\Lambda\Delta N_{\text{WISC}}$ και

ΠΑΝ_{WISC}) και ανεξάρτητη μεταβλητή το ΔΠ_{Doppler}. Τα αποτελέσματα και πάλι έδειξαν ότι τα παιδιά με τυπική και μη τυπική πλευρίωση δεν διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη νοημοσύνη (όλα τα $p > 0,408$).

Πίνακας 4.17.

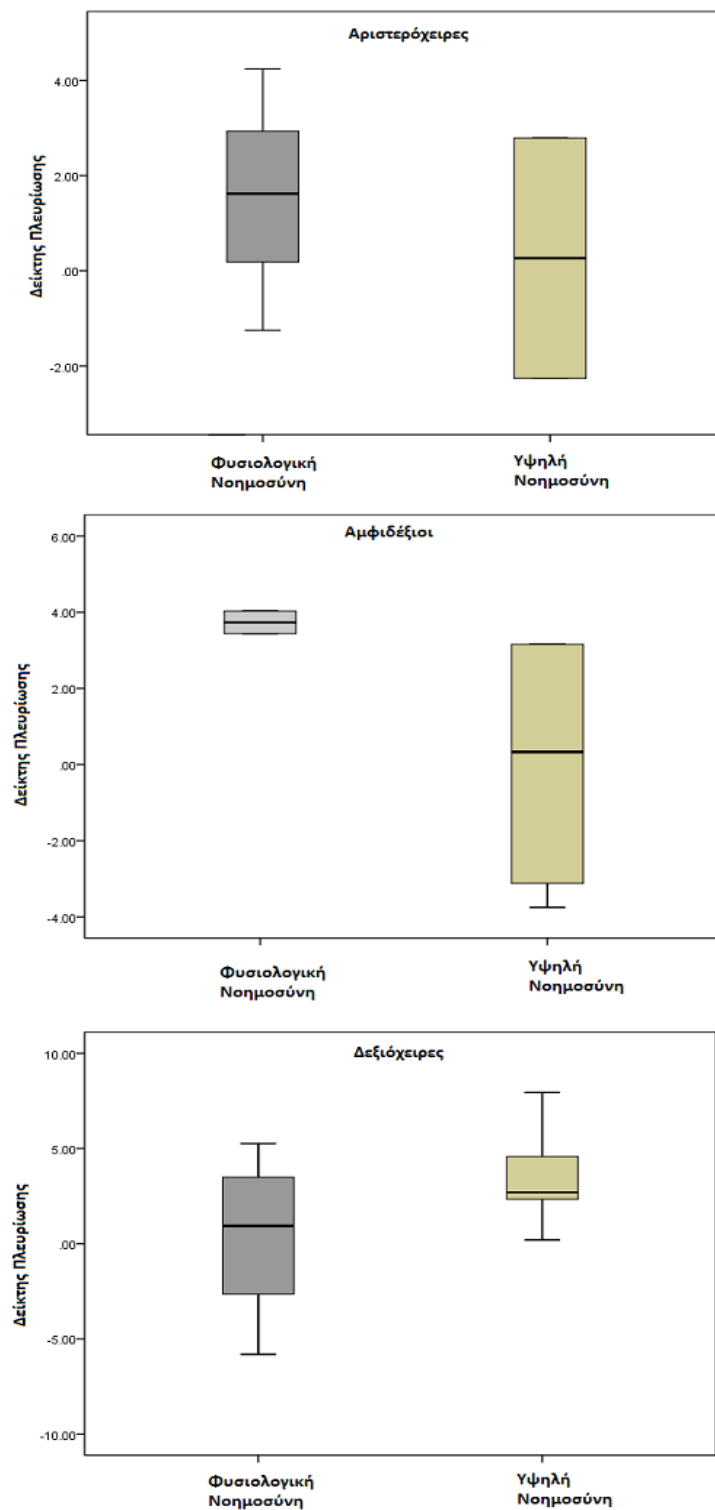
Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει του ΓΑΝ_{WISC-III} αναφορικά με την εγκεφαλική πλευρίωση βάσει της δοκιμασίας ΠΚΣ στο διακρανιακό υπέρηχο Doppler με το κριτήριο χ^2 .

Επίπεδο Γενικής Νοημοσύνης	Δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου στο διακρανιακό υπέρηχο Doppler		
	Μη τυπική πλευρίωση	Τυπική πλευρίωση	Σύνολο
Νοητική Υστέρηση	6	10	16
Μέση Νοημοσύνη	8	8	16
Υψηλή Νοημοσύνη	7	12	19
Σύνολο	21	30	51

Αξίζει να σημειωθεί πως οι παραπάνω έλεγχοι μέσω των όρων (με εξαρτημένη μεταβλητή το ΔΠ και ανεξάρτητες τους ΔΝ και το αντίστροφο) πραγματοποιήθηκαν εκ νέου αφαιρώντας 8 συνολικά συμμετέχοντες (3 παιδιά ΝΚ, 3 παιδιά ΦΝ και 2 παιδιά ΥΝ), οι οποίοι δεν είχαν ολοκληρώσει επιτυχώς 15 πειραματικούς κύκλους στη δοκιμασία ΠΚΣ μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler, ώστε να ελεγχθεί πιθανή αλλοίωση των αποτελεσμάτων. Ωστόσο, τα ευρήματα δεν έδειξαν και πάλι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης (όλα τα $p > 0,201$).

Όσον αφορά τυχόν διαφορές ανά φύλο που μπορεί να σχετίζονται με τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης, πραγματοποιήθηκε εκ νέου έλεγχος μέσω των όρων για το κάθε φύλο ξεχωριστά, όπως και παραπάνω, αλλά και πάλι δεν εντοπίστηκαν διαφορές, ως προς τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης μεταξύ των δύο φύλων (όλα τα $p > 0,227$). Όταν, όμως, ελέγχθηκαν τυχόν διαφορές μεταξύ αριστερόχειρων και δεξιόχειρων παιδιών με το μη παραμετρικό τεστ Kruskal Wallis παρατηρήθηκε μια τάση οι δεξιόχειρες ΥΝ (βάσει της γενικής νοημοσύνης) να εμφανίζουν πιο αριστερή

πλευρίωση (μεγαλύτερους ΔΠ) αναφορικά με τους δεξιόχειρες ΦΝ [$\chi^2(2, N=34)=4,749, p=0,090$] (βλ. Εικ. 4.9).



Εικόνα 4.9. Θηκόγραμμα της κατανομής των Δεικτών Πλευρίωσης στα παιδιά με Φυσιολογική και Υψηλή Νοημοσύνη.

4.3.3 Αποτελέσματα μελέτης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω ορμονικών δεικτών

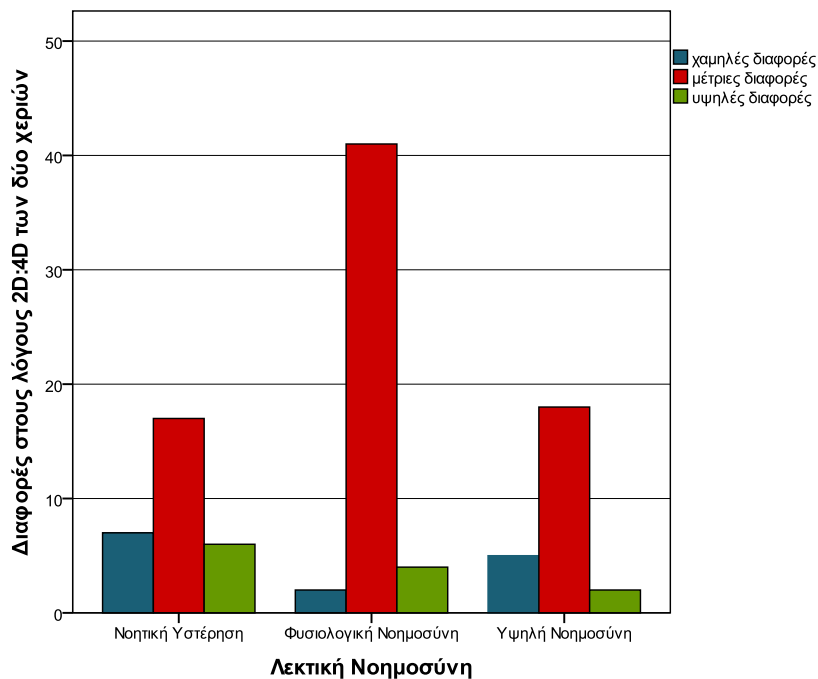
Για τον έλεγχο της πρώτης υπόθεσης, σχεδιάστηκαν τέσσερα μοντέλα διπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης (univariate ANOVAs) 2 (φύλο: αγόρια-κορίτσια) X 3 (ορμονικοί δείκτες: λόγος 2D:4D για το δεξί χέρι, λόγος 2D:4D για το αριστερό χέρι και διαφορά των δύο λόγων Dδ-α) με εξαρτημένη μεταβλητή καθένα από τους τέσσερις ΔN ($\Delta N_{\text{PIPM-R}}$, $\Gamma \Delta N_{\text{WISC}}$, $\Lambda \Delta N_{\text{WISC}}$ και $\Pi \Delta N_{\text{WISC}}$) κάθε φορά ώστε να διερευνηθούν τυχόν διαφορές στους μέσους όρους αναφορικά με τη νοημοσύνη στα παιδιά με διαφορετικά επίπεδα τεστοστερόνης. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τη μηδενική υπόθεση, καθώς από τις αναλύσεις διακύμανσης δεν φάνηκε να επιδρά καμία από τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, (φύλο και επίπεδο ορμονών) στη νοημοσύνη (όλα τα $p > 0,15$), ενώ ούτε και η αλληλεπίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών φάνηκε να είναι στατιστικώς σημαντική (όλα τα $p > 0,28$).

Για τον έλεγχο της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος ανεξαρτησίας με το κριτήριο χ^2 , ώστε να ελεγχθούν τυχόν διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με NK, ΦN και YN αναφορικά με τα επίπεδα τεστοστερόνης, όπως εκφράζονται από τους τρεις ορμονικούς δείκτες. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με NK, ΦN και YN αναφορικά με τους λόγους 2D:4D για το δεξί και το αριστερό χέρι (όλα τα $p > 0,798$). Ενδιαφέρον εύρημα, όμως, αποτέλεσαν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που εντοπίστηκαν μεταξύ των παιδιών αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.18, καθώς και στις Εικόνες 4.10 και 4.11, τα παιδιά με NK βάσει του λεκτικού και πρακτικού ΔN παρουσιάζουν συχνότερα υψηλούς ή χαμηλούς Dδ-α, $\chi^2(4, N=102)=10,584$, $p=0,031$ για τη λεκτική νοημοσύνη και $\chi^2(4, N=102)=9,160$, $p=0,055$ για την πρακτική νοημοσύνη συγκριτικά με τα παιδιά ΦN και YN. Επομένως, επιβεβαιώθηκε η δεύτερη εναλλακτική υπόθεση, καθώς στα παιδιά με NK φάνηκε να εντοπίζονται συχνότερα είτε χαμηλές, είτε υψηλές διαφορές στους λόγους 2D:4D των δύο χεριών.

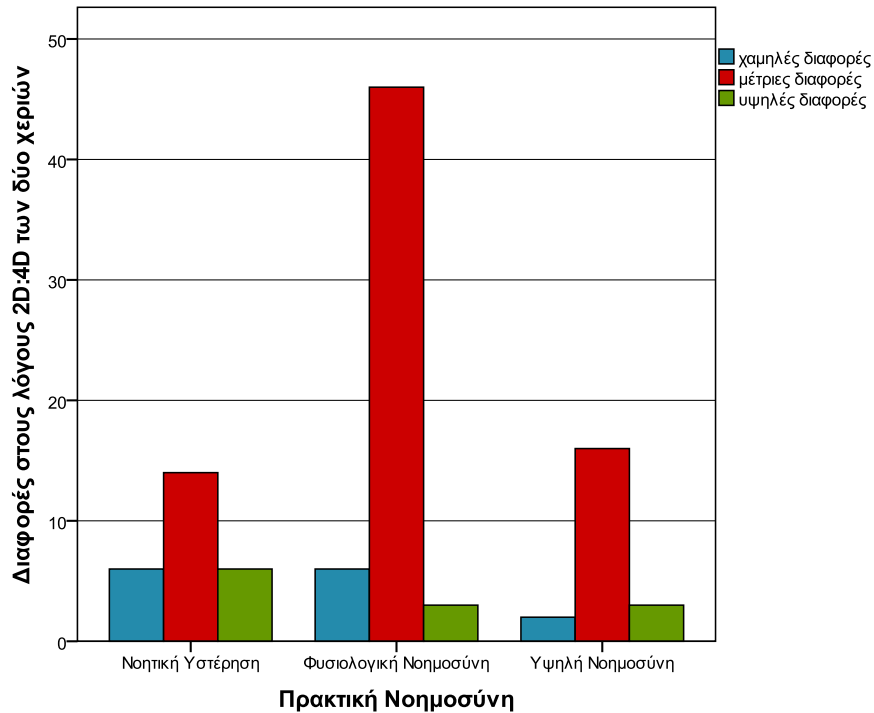
Πίνακας 4.18.

Διαφορές στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Λεκτικής και Πρακτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α.

Επίπεδο Νοημοσύνης	Διαφορές στους λόγους 2D:4D των δύο χεριών			
Λεκτική Νοημοσύνη	Χαμηλές διαφορές	Μέτριες διαφορές	Υψηλές διαφορές	Σύνολο
Νοητική Υστέρηση	7	17	6	30
Μέση Νοημοσύνη	2	41	4	47
Υψηλή Νοημοσύνη	5	18	2	25
Σύνολο	14	76	12	102
Πρακτική Νοημοσύνη				
Νοητική Υστέρηση	6	14	6	26
Μέση Νοημοσύνη	6	46	3	55
Υψηλή Νοημοσύνη	2	16	3	21
Σύνολο	14	76	12	102



Εικόνα 4.10. Γραφική αναπαράσταση των διαφορών στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Λεκτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α (διαφορά των λόγων 2D:4D των δύο χεριών).



Εικόνα 4.11. Γραφική αναπαράσταση των διαφορών στις συχνότητες των παιδιών με ΝΚ, ΦΝ και ΥΝ βάσει της Πρακτικής Νοημοσύνης αναφορικά με τον ορμονικό δείκτη Dδ-α (διαφορά των λόγων 2D:4D των δύο χεριών).

Τέλος, όταν διερευνήθηκαν τυχόν διαφορές ανά φύλο μεταξύ νοημοσύνης και επιπέδων τεστοστερόνης με το κριτήριο χ^2 και τη μέθοδο προσομοίωσης Monte Carlo (εξαιτίας του μικρού αριθμού του δείγματος), τα αποτελέσματα φάνηκε να επιβεβαιώνουν και πάλι τη δεύτερη εναλλακτική υπόθεση, αλλά μόνο για τα κορίτσια. Ειδικότερα, τα κορίτσια με ΝΚ παρουσίαζαν συχνότερα υψηλούς ή χαμηλούς Dδ-α, $\chi^2(4, N=46)=12,454, p=0,013$ για τη γενική νοημοσύνη, $\chi^2(4, N=46)=12,528, p=0,014$ για τη λεκτική νοημοσύνη και $\chi^2(4, N=46)=14,584, p=0,008$ για την πρακτική νοημοσύνη συγκριτικά με τα κορίτσια ΦΝ και ΥΝ.

Κεφάλαιο 5ο

Συζήτηση των αποτελεσμάτων της μελέτης της σχέσης λειτουργικής πλευρίωσης και νοημοσύνης

Η συμβολή της επιστήμης της Νευροψυχολογίας στο χώρο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι μπορεί να αναλύσει και να κατανοήσει καλύτερα το ετερογενές γνωστικό προφίλ των παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Σύγχρονες ερευνητικές προσπάθειες έχουν ανοίξει ενδιαφέρουσες προοπτικές, καθώς έχουν στρέψει το ενδιαφέρον στη μελέτη του νευροβιολογικού υποστρώματος της νοημοσύνης, ώστε να κατανοηθεί καλύτερα ο τρόπος με τον οποίο συγκεκριμένα βιολογικά χαρακτηριστικά περιορίζουν ή ενισχύουν τις νοητικές ικανότητες του ανθρώπου. Αυτό το ιδιαίτερα γόνιμο ερευνητικό πεδίο έχει και μεγάλη παιδαγωγική χρησιμότητα, διότι αν αξιοποιηθούν τα ερευνητικά ευρήματα θα γίνει δυνατή η δημιουργία περισσότερο αποτελεσματικών προγραμμάτων παρέμβασης στα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη, αλλά και νοητική υστέρηση (Vaivre-Douret, 2011).

Παρόλο που στη χώρα μας τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη συμπεριλαμβάνονται στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Νόμος 3699/2008 – ΦΕΚ 199/Α΄/2.10.2008, Άρθρο 3), η εφαρμογή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων στα παιδιά αυτά δεν έχει λάβει ποτέ συστηματικό χαρακτήρα. Η κατανόηση του σύνθετου τρόπου εγκεφαλικής λειτουργίας που χαρακτηρίζει τα παιδιά με υψηλό νοητικό δυναμικό είναι μεγίστης σημασίας για την περαιτέρω εκπαίδευσή τους, καθώς τα παιδιά αυτά μπορούν να επεξεργαστούν μεγάλο αριθμό πληροφοριών παρέχοντας τους μεγάλη ευελιξία, σημαντικά πλεονεκτήματα αναφορικά με τις μαθησιακές τους ικανότητες και μεγαλύτερη εγκεφαλική πλαστικότητα συγκριτικά με ένα παιδί μέσου νοητικού δυναμικού (Geary, & Brown, 1991). Επομένως, η μελέτη των νευροψυχολογικών τους χαρακτηριστικών κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική, ώστε να κατανοηθεί εις βάθος αυτή η βιολογική υπεροχή που παρουσιάζουν και να ξεδιπλωθεί

όλο το νοητικό δυναμικό τους (Vaivre-Douret, 2011). Από την άλλη πλευρά, όμως, τα παιδιά με νοητική υστέρηση αντιμετωπίζουν παρουσιάζουν πλήθος γνωστικών ελλειμμάτων σε πολλούς τομείς (όπως για παράδειγμα στις γλωσσικές λειτουργίες, στην προσοχή, στην ταχύτητα επεξεργασίας των πληροφοριών, στο εύρος της μνήμης κ.λπ.) και συνεπώς η ανάλυση του γνωστικού τους προφίλ κρίνεται απαραίτητη για μια αποτελεσματικότερη εκπαιδευτική παρέμβαση (Παπαδατος, 2010).

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή, η οποία εκκινεί από την άποψη ότι η σύζευξη των ευρημάτων της Νευροψυχολογίας και των πρακτικών της Ειδικής Αγωγής είναι πλέον απαραίτητη, γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης της νευροψυχολογικής οργάνωσης των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης, εστιάζοντας στις διαφορές που παρουσιάζονται στη γλωσσική τους πλευρίωση. Μάλιστα, η καινοτόμος αυτή προσπάθεια διερεύνησης των διαφορών στην πλευρίωση παιδιών με υψηλή, μέση/φυσιολογική και χαμηλή νοημοσύνη επιτυγχάνεται μέσα από συμπεριφορικές δοκιμασίες, καθώς και μια σύγχρονη νευροφυσιολογική και νευροψυχολογική τεχνική απεικόνισης εγκεφάλου, το διακρανιακό υπέρηχο Doppler.

Η εγκεφαλική ασυμμετρία/πλευρίωση της γλώσσας αποτελεί μία από τις πιο χαρακτηριστικές πλευριωμένες γνωστικές λειτουργίες στον άνθρωπο (Lieberman, 1975. 1984). Στην πλειοψηφία των ανθρώπων το αριστερό ημισφαίριο είναι περισσότερο εξειδικευμένο για τις γλωσσικές λειτουργίες και την αναλυτική επεξεργασία των ερεθισμάτων, ενώ το δεξί ημισφαίριο για τις οπτικοχωρικές λειτουργίες και το συνθετικό τρόπο επεξεργασίας των πληροφοριών (McManus, & Bryden, 1993). Η λειτουργική πλευρίωση του εγκεφάλου, όμως, και σε επίπεδο συμπεριφοράς, έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση διαφόρων ασυμμετριών με περισσότερο εμφανή την προτίμηση χεριού, η οποία αναφέρεται στην προτίμηση χρήσης του ενός χεριού έναντι του άλλου (Corey, & συν., 2001). Η πλειονότητα των ανθρώπων εμφανίζει τυπική προτίμηση χεριού, δηλαδή δεξιοχειρία, με το ποσοστό να κυμαίνεται στο 90% περίπου του γενικού πληθυσμού (Annett, 1985. 2004. Bryden, & συν., 2000), ενώ η επικρατέστερη εκτίμηση για το ποσοστό των ανθρώπων με μη τυπική προτίμηση χεριού – αριστερή ή μικτή – είναι περίπου στο 10% (Cavill, & Bryden, 2003. Holtzen, 1994. Kalat, 1998).

Η προτίμηση χεριού συνδέεται στενά με την εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας, καθώς έχουν καταγραφεί αρκετές μεγαλύτερες ανατομικές ασυμμετρίες σε περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού που σχετίζονται με τη γλώσσα στους δεξιόχειρες

συγκριτικά με τους μη δεξιόχειρες, που οι ασυμμετρίες αυτές είναι μικρότερες (Geschwind, & Galaburda, 1987). Επιπρόσθετα, τα αριστερόχειρα και αμφιδέξια άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερη διακύμανση της γλωσσικής εγκεφαλικής πλευρίωσης και παρουσιάζουν πιο συχνά μη τυπική πλευρίωση της γλώσσας (Grabowska, & συν., 1994. Hellige, 1993). Έτσι, η γλωσσική κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου κυμαίνεται μεταξύ 50% και 70% στους αριστερόχειρες και αμφιδέξιους, ενώ για τους δεξιόχειρες το ποσοστό είναι περίπου 95% και άνω (Geschwind, 1970. Hellige, 1993. Rasmussen, & Milner, 1977).

Η παρούσα μελέτη είχε ως κύριο στόχο τη μελέτη της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, ώστε να κατανοηθούν καλύτερα οι ατομικές διαφορές στη συμπεριφορική και εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Μέχρι σήμερα, οι διαφορές στην εγκεφαλική πλευρίωση για τη γλώσσα, οι οποίες σχετίζονται με τη νοημοσύνη έχουν μελετηθεί από λίγες έρευνες που να διερευνούν με άμεσους δείκτες τη σχέση αυτή. Επιπλέον, τα εμπειρικά δεδομένα εμφανίζονται ετερόκλητα, καθώς οι μελέτες αυτές έχουν καταλήξει σε αντίθετα συμπεράσματα για τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και γλωσσικής πλευρίωσης. Η πλειοψηφία των μελετών, μάλιστα, που εστιάζουν στη μελέτη της εν λόγω σχέσης περιορίζονται στην αξιολόγηση της πλευρίωσης μόνο με έμμεσους συμπεριφορικούς δείκτες, γεγονός στο οποίο ενδεχομένως να οφείλεται και η ασυμφωνία των ερευνητικών ευρημάτων (βλ. αναλυτικότερα υποκεφ. 1.3 και μετα-ανάλυση κεφ. 2).

Περαιτέρω, η επισκόπηση της υπάρχουσας διεθνούς και εγχώριας βιβλιογραφίας έχει αναδείξει την απουσία μελετών που να εξετάζουν – μέσα στα πλαίσια της ίδιας μελέτης – πληθυσμούς με υψηλή, μέση/φυσιολογική και χαμηλή νοημοσύνη (συμπεριλαμβανομένων και παιδιών που η νοημοσύνη τους βρίσκεται στα άκρα της κανονικής κατανομής της νοημοσύνης) χρησιμοποιώντας μεθόδους λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. Ειδικότερα, η χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler, που έχει επιλεγεί στην παρούσα μελέτη, δεν έχει ξαναχρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε μελέτες πάνω στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης της γλώσσας και εφαρμόζεται για πρώτη φορά για την αξιολόγηση της πλευρίωσης σε παιδιά με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης.

Η τεχνική του λειτουργικού διακρανιακού υπέρηχου Doppler εφαρμόζεται τα τελευταία 15 περίπου χρόνια κυρίως για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής

πλευρίωσης της γλώσσας (Deppe, & συν., 2000). Μέσω του υπερήχου Doppler μετράται η αιματική ροή στις μέσες εγκεφαλικές αρτηρίες του εγκεφάλου, καθώς και οι αλλαγές στην ταχύτητα αιμάτωσης του, οι οποίες είναι δηλωτικές του επικρατούντος ημισφαιρίου για την υπό μελέτη γνωστική λειτουργία (Deppe, & συν., 2000, 2004). Στην παρούσα μελέτη που αφορά στην εγκεφαλική πλευρίωση της γλώσσας, η αριστερή ημισφαιρική επικράτηση θεωρείται τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, ενώ αντίθετα η δεξιά ημισφαιρική επικράτηση ή η συμμετρία δηλώνει μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα (Haag, & συν., 2010).

Η μέθοδος του διακρανιακού υπερήχου Doppler, σε σχέση με τις άλλες απεικονιστικές μεθόδους, παρέχει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς είναι μια μη παρεμβατική τεχνική με σημαντικά χαμηλότερο κόστος, ενώ είναι και σχετικά εύκολη στην εφαρμογή της (Dragovic, & συν., 2004). Παρόλο, που ένα σημαντικό μειονέκτημα της τεχνικής Doppler είναι η ανεπαρκής χωρική ανάλυση – μη επιτρέποντας να μελετηθούν συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές του εγκεφάλου, αλλά παρέχοντας πληροφορίες μόνο σε επίπεδο ημισφαιρίων – η ιδιαίτερα καλή χρονική ανάλυση που παρουσιάζει, την καθιστούν ιδανική μέθοδο για μελέτες παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Παπαδάτου-Παστού, & συν., 2013).

Στα πλαίσια της παρούσας διατριβής και σε μια πρώτη προσπάθεια αποσαφήνισης της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης πραγματοποιήθηκε μια μετα-ανάλυση ερευνών που έχουν μελετήσει τις διαφορές στην προτίμηση χεριού μεταξύ παιδιών με νοητική υστέρηση άγνωστης/ιδιοπαθούς φύσεως και υψηλή νοημοσύνη και αντίστοιχες ομάδες ελέγχου μέσης νοητικής ικανότητας, αλλά και να προσδιορίσει ποσοτικά το μέγεθος αυτών των διαφορών (βλ. για λεπτομέρειες κεφ. 2). Στη μετα-ανάλυση συμπεριλήφθησαν 15 μελέτες που συνολικά συμπεριελάμβαναν 15.974 συμμετέχοντες (5.765 παιδιά με νοητική υστέρηση, 8.270 παιδιά μέσης νοημοσύνης και 1.939 παιδιά με υψηλή νοημοσύνη). Από τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης προέκυψε ότι τα παιδιά με νοητική υστέρηση εμφανίζουν σχεδόν τριπλάσιες πιθανότητες να παρουσιάζουν μη τυπική προτίμηση χεριού σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, σε επίπεδο στατιστικά σημαντικό (*περιττός λόγος*=2,68, $p<0,01$), ενώ τα παιδιά με υψηλό νοητικό δυναμικό βρέθηκε να έχουν 4% λιγότερες πιθανότητες να εμφανίζουν μη τυπική προτίμηση χεριού, αλλά σε μη στατιστικά σημαντικό επίπεδο (*περιττός λόγος*= 0,96, $p=0,66$). Κατά συνέπεια, η μετα-ανάλυση αυτή επιβεβαίωσε την αρχική υπόθεση ότι τα παιδιά με νοητική

υστέρηση παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης μη τυπικής προτίμησης χεριού, ενώ για τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη η ανωτέρω υπόθεση απορρίφθηκε.

Ωστόσο, η παρούσα μετα-ανάλυση είχε αρκετούς περιορισμούς, ένας εκ των οποίων ήταν ο περιορισμένος αριθμός μελετών για τη σχέση συμπεριφορικής πλευρίωσης και νοημοσύνης που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα και αποτέλεσαν το δείγμα της εν λόγω μετα-ανάλυσης. Επιπλέον, σε αρκετές μελέτες τα ερευνητικά εργαλεία για την εκτίμηση της νοημοσύνης ή/και της προτίμησης χεριού, είτε δεν αναφέρονταν με λεπτομέρεια, είτε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, με αποτέλεσμα την ανάκυψη του προβλήματος της μη συγκρισιμότητας μεταξύ των ερευνητικών εργαλείων (π.χ. Barry, & James, 1978. Douglas, & συν., 1967. Gordon, 1921. Hicks, & Dusek, 1980. Pickersgill, & Pank, 1970. Porac, & συν., 1980. Searleman, & συν., 1988). Τέλος, σε πολλές από τις μελέτες της μετα-ανάλυσης δόθηκε έμφαση μόνο στην κατεύθυνση της προτίμησης χεριού χωρίς να διερευνηθούν τυχόν διαφορές ως προς το βαθμό προτίμησης χεριού, αλλά και περαιτέρω ως προς τη δεξιότητα χεριού.

Η παραπάνω μετα-ανάλυση, καθώς και οι περιορισμοί των προηγούμενων μελετών που αναδείχθηκαν μέσα από αυτήν, έθεσαν τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δόμηση της παρούσας έρευνας και την οριοθέτηση των ερευνητικών υποθέσεων. Έτσι, βασικό σκοπό της παρούσας έρευνας αποτέλεσε μία συνθετική αποτίμηση του ρόλου των δύο ημισφαιρίων στη νοητική ικανότητα και μια όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, αφενός μέσω της άμεσης αξιολόγησης της νοημοσύνης με σταθμισμένα εργαλεία και την επιλογή δείγματος παιδιών που να καλύπτει όλο το φάσμα των νοητικών ικανοτήτων και αφετέρου μέσω της αξιολόγησης της πλευρίωσης με έμμεσους και άμεσους δείκτες πλευρίωσης.

Ειδικότερα, στην παρούσα έρευνα αξιολογήθηκαν 102 παιδιά 13-17 ετών που φοιτούν σε γενικά και ειδικά σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του νομού Αττικής²¹ και χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα εργαλεία συλλογής των δεδομένων:

- Δύο τεστ για την αξιολόγηση της νοημοσύνης, το τεστ ρέουσας νοημοσύνης Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Raven, 2000) και η κλίμακα

²¹ Όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, στο οποίο περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία της έρευνας, 51 παιδιά από το συνολικό δείγμα δέχθηκαν να συμμετάσχουν σε περαιτέρω αξιολόγηση της εγκεφαλικής τους πλευρίωσης μέσω του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler.

νοημοσύνης για παιδιά Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Edition (WISC-III, Γεώργας, & συν., 1997).

- Τρεις δοκιμασίες αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης (προτίμηση και δεξιότητα χεριού), το Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (Quantification of Hand Preference Test, Bishop, & συν., 1996), το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου (Edinburgh Handedness Inventory, Oldfield, 1971) και η Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (Peg-Moving Test, Annett, 1985).

- Μία έμμεση ορμονική μέτρηση των επιπέδων εμβρυϊκής τεστοστερόνης μέσω των δαχτύλων του δείκτη (2D) και του παράμεσου (4D) (λόγος 2D:4Dα για το αριστερό χέρι, λόγος 2D:4Dδ για το δεξί χέρι λόγος και η διαφορά Dδ-α των δύο προηγούμενων δεικτών, Manning, & συν., 1998).

- Δύο ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (Zenhausen, 1978) και το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων (Hemispheric Mode Indicator, McCarthy, 1998).

- Ένα νευροψυχολογικό τεστ μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, το τεστ Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (Visual Half-Field Lexical Decision Test, Stephan, & συν., 2007).

- Και τέλος για την άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης χορηγήθηκε η δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένου Σχεδίου (Animation Description task, Bishop, & συν., 2009) μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Αρχικά, όσον αφορά στις συσχετίσεις μεταξύ των εργαλείων στην παρούσα έρευνα, ο έλεγχος συνάφειας ανέδειξε εξαιρετικά ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών νοημοσύνης σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (ο δείκτης r κυμαινόταν από 0,82-0,98), εύρημα το οποίο αναμενόταν, καθώς και τα δύο τεστ νοημοσύνης, οι Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (ΠΠΜ-R) και το τεστ νοημοσύνης του Weschler (WISC-III), αποτελούνται από δοκιμασίες που παρουσιάζουν υψηλές συσχετίσεις με το γενικό νοητικό παράγοντα g (για τις κλίμακες του WISC-III, $r = 0,95$ και για τις ΠΠΜ-R, $r = 0,80$) (Jensen, 1998).

Μεταξύ των εργαλείων προτίμησης/δεξιότητας χεριού – Τέστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού (ΠΠΧ), Ερωτηματολόγιο του Εδιμβούργου (ΕΕ) και Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων (ΔΜΠ) – βρέθηκαν, επίσης, συσχετίσεις σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο, όπως και σε αρκετές

παλιότερες έρευνες (π.χ. Annett, 1970. 1985. Corey, & συν., 2001. Gurd, Schulz, Cherkas, & Ebersa, 2006). Ωστόσο, ο βαθμός συσχέτισης ήταν μικρός (ο δείκτης r κυμαινόταν από 0,16-0,30), εύρημα το οποίο μπορεί να ερμηνεύεται από το γεγονός ότι τα εργαλεία αυτά αξιολογούν διαφορετικά χαρακτηριστικά της προτίμησης/δεξιότητας χεριού (π.χ. κατεύθυνση, βαθμό, ταχύτητα, δύναμη χεριού κ.ά.). Τον ίδιο μικρό βαθμό συσχέτισης μεταξύ της προτίμησης και της δεξιότητας χεριού έχουν επισημάνει και άλλοι ερευνητές (Peters, 1995. Porac, & Coren, 1981. Raczkowski, & συν., 1974) αποδίδοντας το εύρημα αυτό στις διαφορές μεταξύ των εργαλείων προτίμησης/δεξιότητας χεριού, καθώς τα εργαλεία προτίμησης χεριού είναι συνήθως ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς και στηρίζονται στη μνήμη του συμμετέχοντα, ενώ οι δοκιμασίες δεξιότητας χεριού είναι συμπεριφορικές και αντικειμενικές.

Περαιτέρω, από τον έλεγχο συνάφειας των τριών ορμονικών δεικτών προγεννητικής τεστοστερόνης (2D:4Dδ, 2D:4Dα και Dδ-α) στην εν λόγω μελέτη φάνηκαν επίσης μέτριες έως δυνατές συσχετίσεις μεταξύ τους (ο δείκτης r κυμαινόταν από 0,33-0,68), όπως αναμενόταν, ενώ ενδιαφέρον αποτέλεσμα ήταν η στατιστικά σημαντική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ του ορμονικού δείκτη Dδ-α, ο οποίος δηλώνει τη διαφορά μεταξύ των λόγων 2D:4D των δύο χεριών, και του ερωτηματολογίου προτίμησης χεριού του Εδιμβούργου, εύρημα το οποίο συμφωνεί και με προηγούμενες μελέτες (Beaton, Rudling, Kissling, Taurines, & Thome, 2011. Manning, & Peters, 2009). Όταν, όμως, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των μέσων όρων των ορμονικών δεικτών μεταξύ των δύο φύλων δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές παρά μόνο μια τάση ο ορμονικός δείκτης 2D:4Dα να διαφέρει μεταξύ των δύο φύλων με τα αγόρια να παρουσιάζουν μικρότερους λόγους στο αριστερό χέρι και άρα υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης συγκριτικά με τα κορίτσια. Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε ασυμφωνία με προηγούμενες μελέτες που τονίζουν τις διαφυλικές διαφορές μεταξύ των ορμονικών δεικτών (π.χ. Fink, & συν., 2006. Hooven, & συν., 2004. Manning, & συν., 1998) και ίσως οφείλεται στο μικρό αριθμό του δείγματος συγκριτικά με αυτές τις μελέτες.

Μεταξύ των ερωτηματολογίων αυτό-αναφοράς της εγκεφαλικής πλευρίωσης, Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (ΕΠΗΣ) και το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων (ΕΔΗΤ), όπως επισημάνθηκε και στο υποκεφάλαιο 4.2, ο έλεγχος συνάφειας δεν έδειξε καμία συσχέτιση μεταξύ τους,

εύρημα αντίθετο από αυτό που αναμενόταν, το επίπεδο αξιοπιστίας τους ήταν κάτω από τα αποδεκτά για τη χρήση των εργαλείων επίπεδα, ενώ δεν βρέθηκαν να σχετίζονται και με κανένα εργαλείο αξιολόγησης της πλευρίωσης και για τους λόγους αυτούς αποκλείστηκαν από τις περαιτέρω στατιστικές αναλύσεις. Πιθανή αιτία αυτών των ευρημάτων αποτελεί ίσως το μικρό δείγμα – χορηγήθηκαν μόνο σε 65 παιδιά – καθώς το γεγονός ότι είναι ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς, καθιστά ενδεχομένως τα εργαλεία αυτά λιγότερο ευαίσθητα στην αξιολόγηση της πλευρίωσης απαιτώντας αρκετά μεγαλύτερο αριθμό δείγματος. Επίσης, τα ερωτηματολόγια αυτά χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά, με αποτέλεσμα να μην έχουν αξιολογηθεί οι ψυχομετρικές τους ιδιότητες στην ελληνική γλώσσα.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συνάφειας των δύο δεικτών πλευρίωσης της νευροψυχολογικής δοκιμασίας Λεξιλογική Απόφαση Οπτικού Ημιπεδίου (ΛΑΟΗ), που αφορούσαν την ακρίβεια των απαντήσεων και το χρόνο αντίδρασης, και ανεδείχθη μια μέτρια συσχέτιση στατιστικά σημαντική και μάλιστα αρνητική ($r=-0,48$, $p<0,001$). Το αποτέλεσμα αυτό, όπως αναμενόταν, αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι οι ταχύτερες επιδόσεις ήταν και περισσότερο ακριβείς και άρα περισσότερο ενδεικτικές της ημισφαιρικής επικράτησης για τη γλώσσα, καθώς το ερέθισμα στη δοκιμασία αυτή πρέπει να τύχει επεξεργασίας μόνο σε ένα από τα δύο οπτικά ημιπεδία και κατ' επέκταση εγκεφαλικά ημισφαίρια (Papadatou-Pastou, 2008). Ωστόσο, μεταξύ των δύο νευροψυχολογικών δεικτών και των υπόλοιπων ορμονικών και συμπεριφορικών δεικτών δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με εξαίρεση μια τάση για αρνητική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη πλευρίωσης που αφορούσε την ακρίβεια των απαντήσεων και του Ερωτηματολογίου του Εδιμβούργου.

Αναφορικά με το δείκτη πλευρίωσης που προκύπτει από το διακρανιακό υπέρηχο Doppler στην παρούσα μελέτη, ο έλεγχος συνάφειας έδειξε ότι σχετίζεται θετικά σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μόνο με το νευροψυχολογικό δείκτη από τη δοκιμασία ΛΑΟΗ που αφορούσε το χρόνο αντίδρασης ($r=0,38$, $p=0,037$) και αρνητικά σε οριακό επίπεδο με τον ορμονικό δείκτη 2D:4D για το δεξί χέρι ($r=-0,26$, $p=0,067$), ενώ για τους υπόλοιπους δείκτες δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Η συσχέτιση των δύο δεικτών πλευρίωσης, στη δοκιμασία ΛΑΟΗ και στο Doppler, συνάδει με αρκετές έρευνες οι οποίες έχουν δείξει ότι μέσω δοκιμασιών όπου γλωσσικά ερεθίσματα παρουσιάζονται ταχιστοσκοπικά στα δύο

οπτικά ημιπεδία, μπορεί να αξιολογηθεί με έμμεσο τρόπο η ημισφαιρική επικράτηση για τη γλώσσα και συγκεκριμένα ότι η επικράτηση του δεξιού οπτικού ημιπεδίου αποτελεί ένδειξη της κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου για τη γλώσσα (Boles, 1990. Cohen & συν., 2000. Weems, & Reggia, 2004).

Επιπλέον, ο έλεγχος συνάφειας μεταξύ του δείκτη πλευρίωσης στο Doppler και του ορμονικού δείκτη 2D:4D για το δεξί χέρι και η αρνητική τάση που εντοπίστηκε δηλώνει πως όσο χαμηλότερος είναι ο λόγος για το δεξί χέρι και άρα όσο υψηλότερο το επίπεδο εμβρυϊκής τεστοστερόνης, τόσο λιγότερη η πιθανότητα τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα. Το εύρημα αυτό – αν και δεν ήταν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό – φαίνεται να συμφωνεί με τους Geschwind και Galaburda (1985, 1987), οι οποίοι ανέφεραν ότι η τεστοστερόνη οδηγεί σε καθυστέρηση της ανάπτυξης του αριστερού ημισφαιρίου κι έτσι αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης αριστεροχειρίας και επικράτησης του δεξιού ημισφαιρίου για τη γλώσσα. Τέλος, η απουσία σύνδεσης του υπερήχου Doppler με τους υπόλοιπους δείκτες, ενδεχομένως να οφείλεται και πάλι στο μικρό αριθμό του δείγματος, καθώς η δοκιμασία Περιγραφής Κινουμένων Σχεδίων (ΠΚΣ) στον υπέρηχο Doppler χορηγήθηκε σε 51 παιδιά από το σύνολο των 102 παιδιών που έλαβαν μέρος στην έρευνα και μάλιστα σε κάθε νοητική ομάδα συμπεριλήφθηκαν λιγότερα από 30 παιδιά, γεγονός που δεν επέτρεψε, όπως περιγράφηκε και στο Κεφάλαιο 4 των αποτελεσμάτων, να χρησιμοποιηθούν παραμετρικά στατιστικά τεστ.

Περαιτέρω, στην παρούσα μελέτη ελέγχθηκαν τρεις βασικές υποθέσεις για τη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης. Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης είναι γραμμική με τα παιδιά υψηλής νοημοσύνης να παρουσιάζουν υψηλότερους δείκτες πλευρίωσης συγκριτικά με τα παιδιά μέσου και χαμηλού νοητικού δυναμικού, ενώ βάσει της δεύτερης υπόθεσης η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, με τα παιδιά των οποίων η νοητική ικανότητα βρίσκεται στα άκρα της κατανομής να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση. Τέλος, βάσει της τρίτης υπόθεσης, ο μέσος όρος των παιδιών των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής παρουσιάζει χαμηλότερες νοητικές ικανότητες, συγκριτικά με τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση, τα οποία εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές ικανότητες.

Αναφορικά με την πρώτη εναλλακτική υπόθεση, την υπόθεση της γραμμικής σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, τα αποτελέσματα κατέδειξαν μια οριακή

σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης (συμπεριφορικής, βάσει της δεξιότητας χεριού και εγκεφαλικής, βάσει του χρόνου αντίδρασης στη νευροψυχολογική δοκιμασία ΛΑΟΗ). Η σχέση αυτή, όμως, δεν έφτασε σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας με το παρόν δείγμα και άρα η υπόθεση της γραμμικής σχέσης δεν επιβεβαιώνεται (όλα τα $p > 0,05$). Ομοίως, η ίδια σχέση περί γραμμικότητας μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης, μέσω των ορμονικών δεικτών αυτή τη φορά, και πάλι απορρίφθηκε αφού τα υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης (χαμηλοί λόγοι 2D:4D) δεν βρέθηκαν να σχετίζονται θετικά με την υψηλή νοημοσύνη, όπως είχε αρχικά υποτεθεί.

Ωστόσο, εκείνο που φάνηκε να επιβεβαιώνεται είναι η ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ νοημοσύνης (βάσει όλων των δεικτών) και της ταχύτητα κάθε χεριού ξεχωριστά κατά την εκτέλεση της ΔΜΠ (βλ. υποκεφ. 3.2.5), η οποία αξιολογούσε τη δεξιότητα χεριού, καθώς όσο μεγαλύτερος ήταν ο δείκτης νοημοσύνης του παιδιού, τόσο μικρότερος ο μέσος όρος των δευτερολέπτων που χρειαζόταν για να ολοκληρώσει τη δοκιμασία (οι δείκτες συνάφειας r κυμαινόταν από -0,56 έως -0,72 και όλα τα $p < 0,05$). Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα της Annett (1970), η οποία είχε χρησιμοποιήσει την ίδια δοκιμασία δεξιότητας χεριού και είχε επισημάνει ότι τα παιδιά με χαμηλό λεκτικό δείκτη νοημοσύνης (< 70) έτειναν να είναι περισσότερο αργά και με τα δύο χέρια. Μάλιστα, στην παρούσα μελέτη φάνηκε ότι και η πρακτική νοημοσύνη συμβάλλει σημαντικά στην πρόβλεψη της επίδοσης στη ΔΜΠ, τόσο με το δεξί, όσο και με το αριστερό χέρι, δηλαδή όσο μεγαλύτερος ο δείκτης πρακτικής νοημοσύνης, τόσο ταχύτερη η επίδοση και για τα δύο χέρια.

Στη συνέχεια, ελέγχθηκε η δεύτερη εναλλακτική υπόθεση του ανεστραμμένου U με τα παιδιά των οποίων η νοητική ικανότητα βρίσκεται στα άκρα της κατανομής να εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση. Και εδώ, βάσει των αποτελεσμάτων, η υπόθεση επιβεβαιώθηκε μόνο για τα παιδιά με νοητική υστέρηση, όπως και στη μετα-ανάλυση των Τόμπρου και Παπαδάτου-Παστού (2010), καθώς τα παιδιά αυτά φάνηκε να έχουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση – και συγκεκριμένα αριστερή δεξιότητα χεριού – συγκριτικά με τα παιδιά μέσης και υψηλής νοημοσύνης ($p < 0,05$). Όπως προαναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 1.3 – κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και μη τυπικής πλευρίωσης – έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες, οι οποίες είτε συνδέουν μόνο την αριστεροχειρία με τη νοητική υστέρηση, είτε μόνο την αμφιδεξιότητα με τη νοητική

υστέρηση. Εδώ τα αποτελέσματα μας, φαίνεται να συνάδουν με εκείνες τις έρευνες, οι οποίες έχουν συνδέσει τη νοητική υστέρηση με τη μη τυπική πλευρίωση και μάλιστα με την αριστεροχειρία (Bradshaw-McAnulty, & συν., 1984. Hicks, & Barton, 1975. Johnston, & συν., 2009. Nicholls, & συν., 2010. Resch, & συν., 1997. Searleman, & συν., 1988).

Σε μελέτη τους οι Hicks και Barton (1975) μελετώντας την προτίμηση χεριού 550 ατόμων με νοητική υστέρηση (έφηβοι και λίγοι ενήλικες) κατέληξαν ότι το 20,7% των ατόμων με ελαφριά και μέτρια νοητική υστέρηση ήταν αριστερόχειρες, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των ατόμων με βαριά και βαθιά ήταν 28%, υπογραμμίζοντας μέσω αυτών των ευρημάτων μια θετική συσχέτιση μεταξύ του βαθμού νοητικής υστέρησης και της συχνότητας της αριστερής προτίμησης χεριού. Σε παρόμοια αποτελέσματα οδηγήθηκαν και οι Bradshaw-McAnulty και συνεργάτες (1984), οι οποίοι περαιτέρω προσπάθησαν να ερμηνεύσουν αυτά τα αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας προτείνοντας ότι η αριστεροχειρία πιθανώς οφείλεται σε εγκεφαλική βλάβη ιδιαίτερα στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου προγεννητικά ή περιγεννητικά – παθολογική αριστεροχειρία – ενώ και η μειωμένη γνωστική ικανότητα είναι το αποτέλεσμα κάποιας μορφής βλάβης του εγκεφάλου, η οποία βέβαια είναι δυνατό να ευθύνεται για κάποιο ποσοστό αριστερόχειρων (Satz, 1972. Satz, & συν., 1985).

Αντίστοιχα ο Bryson (1990) πρότεινε ότι η εμφάνιση της αριστεροχειρίας σε άτομα με βαριά και βαθιά νοητική υστέρηση μπορεί να εξηγηθεί ως το αποτέλεσμα της παθολογίας του αριστερού ημισφαιρίου ή της ατελής εγκεφαλικής πλευρίωσης. Ομοίως, οι Resch και συνεργάτες (1997) σε δείγμα 545 νέων ενηλίκων ανέφεραν χαμηλότερα επίπεδα μη λεκτικής νοημοσύνης συγκριτικά με μη αριστερόχειρες συνομηλίκους τους, ενώ οι Johnston και συνεργάτες (2009) σε δείγμα 4.942 παιδιών ανέφεραν χαμηλά επίπεδα αριστερόχειρων σε ένα ευρύ φάσμα γνωστικών ικανοτήτων, όπως το λεξιλόγιο, η ανάγνωση, η γραφή, τα μαθηματικά κ.ά.

Εν συνεχεία, ελέγχθηκε η τρίτη εναλλακτική υπόθεση σύμφωνα με την οποία ο μέσος όρος των παιδιών των οποίων η πλευρίωση βρίσκεται στα άκρα της κατανομής παρουσιάζει χαμηλότερες νοητικές ικανότητες, συγκριτικά με τα παιδιά με ήπια τυπική πλευρίωση, τα οποία εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές ικανότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλευρίωση συνδέεται με τη νοημοσύνη σε στατιστικά σημαντικό βαθμό και επιβεβαίωσαν την ανωτέρω υπόθεση. Ειδικότερα, αναφορικά

με τη συμπεριφορική πλευρίωση φάνηκε ότι τα παιδιά με ήπια δεξιότητα χεριού στη ΔΜΠ έχουν υψηλότερη γενική, λεκτική και πρακτική νοημοσύνη (όλα τα $p < 0,05$) και μάλιστα οι στατιστικά σημαντικές αυτές διαφορές εντοπίστηκαν μεταξύ παιδιών με αριστερή δεξιότητα και αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση (ήπια τυπική πλευρίωση). Αναλυτικότερα, όταν πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος για όλες τις υποκλίμακες του τεστ νοημοσύνης WISC-III αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις λεκτικές υποκλίμακες του WISC-III (Πληροφορίες, Ομοιότητες, Αριθμητική, Λεξιλόγιο και Κατανόηση όλα τα $p < 0,05$) με τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα να έχουν χαμηλότερους λεκτικούς δείκτες νοημοσύνης σε σχέση με τα παιδιά με αμφιδεξιότητα με δεξιά τάση. Αναφορικά με τις πρακτικές υποκλίμακες του WISC-III στατιστικά σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν μόνο στις κλίμακες Κωδικοποίηση και Σειροθέτηση Εικόνων.

Τα αποτελέσματα μας σε μεγάλο βαθμό συνάδουν με μία από τις σημαντικότερες γενετικές θεωρίες, τη θεωρία της δεξιάς μετατόπισης της Annett (Right Shift Theory, βλ. υποκεφ. 1.2.2.1 & 1.3.3.1), σύμφωνα με την οποία τα άτομα με ήπια προτίμηση του δεξιού χεριού δύνανται να εμφανίσουν υψηλότερη νοημοσύνη σε αντίθεση με τα άτομα που εκδηλώνουν την τάση για ισχυρή δεξιά ή αριστερή προτίμηση χεριού (Annett, 1992. 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989). Και αναφορικά με τη λεκτική νοημοσύνη, η Annett (2002) σημειώνει ότι η ύπαρξη χαμηλών λεκτικών νοητικών επιδόσεων παρατηρείται κυρίως στους αριστερόχειρες και τους ισχυρούς δεξιόχειρες, ενώ οι υψηλότεροι δείκτες λεκτικής νοημοσύνης εμφανίζονται στα παιδιά με ήπια και μέτρια δεξιοχειρία. Βέβαια, τα παρόντα ευρήματα επιβεβαιώνουν τη βασική υπόθεση της θεωρίας της Annett, αλλά μόνο μεταξύ των παιδιών με ισχυρή αριστερή και ήπια δεξιά δεξιότητα χεριού, ενώ μεταξύ των παιδιών με ισχυρή και ήπια δεξιά δεξιότητα χεριού δεν αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Τα αποτελέσματα, επομένως, βάσει του ελέγχου της δεύτερης και της τρίτης εναλλακτικής υπόθεσης, έχουν αναδείξει αφενός υψηλότερα ποσοστά αριστεροχειρίας (βάσει της δεξιότητας χεριού) μεταξύ των παιδιών με νοητική υστέρηση και ότι τα παιδιά με ήπια δεξιά δεξιότητα χεριού έχουν υψηλότερες νοητικές επιδόσεις συγκριτικά με τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα χεριού. Και τα δύο αυτά σημαντικά ευρήματα συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τη μελέτη των Nicholls και συνεργατών (2010), οι οποίοι σε δείγμα 895 ατόμων χορήγησαν ένα τεστ γενικής

γνωστικής ικανότητας και δύο δοκιμασίες αξιολόγησης της προτίμησης/δεξιότητας χεριού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα άτομα με μέτρια δεξιοχειρία είχαν υψηλότερες νοητικές επιδόσεις σε σύγκριση με της ισχυρούς αριστερόχειρες και δεξιόχειρες, ενώ τα χαμηλότερα ποσοστά νοητικής ικανότητας βρέθηκαν μεταξύ των αριστερόχειρων συγκριτικά με τους δεξιόχειρες (εξαίρεση αποτελεί η απουσία εύρεσης γνωστικών μειονεξιών στους ισχυρούς δεξιόχειρες στην παρούσα έρευνα συγκριτικά με την έρευνα των Nicholls & συν., και τα ευρήματα της Annett, όπως είδαμε και παραπάνω). Παρόλο που κοινό τόπο των δύο αυτών υποθέσεων αποτελεί η σύνδεση της χαμηλής νοημοσύνης με την αριστερή δεξιότητα χεριού, το ερώτημα που ανακύπτει είναι αν αυτή η σχέση προκύπτει από αναπτυξιακή παθολογία (θεωρία της παθολογικής αριστεροχειρίας, Satz, 1972. Satz & συν., 1985) ή καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες (γενετική θεωρίας της Annett, Annett, 1992. 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989).

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης φαίνεται να συνάδουν με τις διαπιστώσεις της Annett (1993α), σύμφωνα με τις οποίες τονίζεται η γενετική βάση της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης. Πιο συγκεκριμένα, η Annett (1993α) προσπαθώντας να ελέγξει την υπόθεση του κατά πόσον οι φτωχότερες επιδόσεις των παιδιών στα άκρα της κατανομής της προτίμησης χεριού θα μπορούσε να αποδοθεί σε αναπτυξιακή παθολογία, αξιολόγησε την κινητική δεξιότητα κάθε χεριού μετρώντας την ταχύτητα κάθε χεριού σε μια δοκιμασία δεξιότητας (ΔΜΠ, Pegboard task, βλ. υποκεφ. 3.2.5). Τα ευρήματα της έδειξαν ότι τα παιδιά με τις πιο βραδείες επιδόσεις για το αριστερό χέρι, είχαν επίσης αργές επιδόσεις και με το δεξί χέρι, διαφορά η οποία δεν θα μπορούσε να προβλεφθεί από την παθολογική θεωρία. Αυτές οι παρατηρήσεις, σύμφωνες με τις γενετικές προβλέψεις της θεωρίας της Annett, συνάδουν και με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, καθώς φάνηκε ότι τα παιδιά με νοητική υστέρηση (βάσει και των τεσσάρων δεικτών νοημοσύνης) εκτέλεσαν με πιο αργή ταχύτητα τη δοκιμασία και για τα δύο χέρια σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο.

Ωστόσο, το γεγονός ότι πολλοί μονοζυγωτικοί δίδυμοι δεν παρουσιάζουν παντα τις ίδιες προτιμήσεις χεριού έχει χρησιμοποιηθεί ως αντεπιχείρημα στη γενετική βάση της προτίμησης χεριού (Βλάχος, 1998). Οι υποστηρικτές των γενετικών θεωριών, όμως, αντικρούουν το επιχείρημα αυτό υποστηρίζοντας πως το ενδομήτριο περιβάλλον, το οποίο είναι διαφορετικό σε κάποια δίδυμα έμβρυα, μπορεί

να επιδρά την προτίμηση χεριού (Springer, & Deytsch, 1989). Άλλωστε, πρόσφατα ερευνητικά ευρήματα επισημαίνουν πως η ύπαρξη ενός νέου γονιδίου, του Leucine-Rich Repeat Transmembrane Neuronal Protein 1 (LRRTM1), μπορεί να συνδέεται με αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης αριστεροχειρίας (Francks, & συν., 2007).

Περαιτέρω, μια εξίσου σημαντική γενετική θεωρία, η θεωρία του McManus (1985. 2002), προτείνει και πάλι ότι η προτίμηση χεριού καθορίζεται από ένα γονίδιο με δύο αλληλόμορφα (το αλληλόμορφο D που προδιαγράφει τη δεξιοχειρία και το αλληλόμορφο C την τυχειότητα ως προς την προτίμηση χεριού, για λεπτομέρειες βλ. υποκεφ. 1.2.2.1 & 1.3.31) υποστηρίζοντας, όμως, ότι οι αριστερόχειρες είναι πιθανότερο να εμφανίζουν γνωστικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άτομα με μικτή ή δεξιά προτίμηση χεριού. Στην παρούσα έρευνα, τα αποτελέσματα φαίνεται να βρίσκονται στον αντίποδα αυτής της θεωρίας, καθώς οι αριστερόχειρες φάνηκαν να έχουν τις χαμηλότερες νοητικές επιδόσεις. Ωστόσο, αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι τα δύο αυτά γενετικά μοντέλα, της Annett και του McManus, διαφέρουν σε σημαντικές πτυχές και κυρίως στην έμφαση που δίνουν αναφορικά με τις ασυμμετρίες προτίμησης ή δεξιότητας χεριού – η Annett υπογραμμίζει τον πρωταρχικό ρόλο των διαφορών στη δεξιότητα χεριού, ενώ ο McManus στην προτίμηση χεριού (βλ. υποκεφ. 1.2.2.1) – τα αποτελέσματα ερμηνεύονται σε μεγάλο βαθμό, καθώς οι σημαντικότερες διαφορές στην πλευρίωση μεταξύ των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης εντοπίστηκαν βάσει της δεξιότητας χεριού, όπως και στις έρευνες της Annett (Annett, 1992. 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989).

Όπως αναδείχθηκε και από τη μετα-ανάλυση που πραγματοποιήσαμε, η επιλογή του εργαλείου αξιολόγησης της προτίμησης/δεξιότητας χεριού είναι πολύ σημαντική για την ακριβή μέτρηση της πλευρίωσης και μάλιστα αποτελεί ίσως έναν από τους σημαντικότερους λόγους των ετερόκλητων ευρημάτων που εντοπίζονται κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας (βλ. υποκεφ. 1.3). Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν τρία διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης, ώστε να πραγματοποιηθεί μια όσο το δυνατόν πιο αντικειμενική και ολοκληρωμένη αξιολόγηση της συμπεριφορικής πλευρίωσης και εκείνο που φάνηκε να διαφοροποιείται στα παιδιά με διαφορεικά επίπεδα νοημοσύνης ήταν η δεξιότητα κι όχι η προτίμηση χεριού. Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τη μελέτη των Nicholls και συνεργατών (2010) – τα ευρήματα της οποίας, όπως προαναφέρθηκε, συνάδουν σε μεγάλο βαθμό

με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας – αφού και εκεί οι διαφορές στην συμπεριφορική πλευρίωση μεταξύ των ατόμων με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης βασίστηκαν στη δεξιότητα κι όχι την προτίμηση χεριού. Επομένως, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι δοκιμασίες δεξιότητας χεριού αποτελούν έναν πιο αντικειμενικό τρόπο μέτρησης της προτίμησης χεριού (Bryden, & συν., 2000) και ότι αξιολογούν με μεγαλύτερη ευαισθησία όλο το συνεχές φάσμα της συμπεριφορικής πλευρίωσης (Nicholls, & συν., 2010).

Επιπλέον, στην παρούσα έρευνα αξίζει να υπογραμμιστεί ως ιδιαίτερα σημαντικό εύρημα πως όταν τα παιδιά ομαδοποιήθηκαν με βάσει το βαθμό δεξιότητας χεριού, σε παιδιά με ισχυρή δεξιότητα (είτε αριστερή, είτε δεξιά) και σε παιδιά με ήπια δεξιότητα (είτε αριστερή, είτε δεξιά) τα αποτελέσματα έδειξαν μια σαφή νοητική υπεροχή (βάσει γενικής, λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης) των παιδιών με ήπια δεξιότητα χεριού συγκριτικά με τα παιδιά με ισχυρή δεξιότητα χεριού σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (όλα τα $p < 0,05$). Προς επίρρωση αυτού του ευρήματος, ως σημειωθεί πως και βάσει των ορμονικών δεικτών φάνηκε ότι τα παιδιά με πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά επίπεδα τεστοστερόνης – δηλαδή ισχυρή πλευρίωση – εμφανίζουν συχνότερα χαμηλή νοημοσύνη συγκριτικά με τα παιδιά με μέτρια επίπεδα. Ειδικότερα, τα παιδιά με νοητική υστέρηση (βάσει της λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης) βρέθηκαν να παρουσιάζουν συχνότερα υψηλούς ή χαμηλούς ορμονικούς δείκτες (υψηλούς ή χαμηλούς Dδ-α) συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικής και υψηλής νοημοσύνης ($p < 0,05$), επιβεβαιώνοντας τη δεύτερη εναλλακτική υπόθεση και απορρίπτοντας την πρώτη, η οποία αναφερόταν σε μια γραμμική σχέση μεταξύ νοημοσύνης και επιπέδων τεστοστερόνης.

Το παραπάνω εύρημα – σύμφωνα με το οποίο τα παιδιά με νοητική υστέρηση παρουσίαζαν συχνότερα υψηλούς ή χαμηλούς ορμονικούς δείκτες συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικής και υψηλής νοημοσύνης – το οποίο συνάδει κυρίως με τα ευρήματα της Annett, καθώς και η απουσία οποιαδήποτε σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και των δύο ορμονικών λόγων 2D:4D για κάθε χέρι μεμονωμένα, βρίσκεται και πάλι σε αντίθεση με προηγούμενα ερευνητικά αποτελέσματα. Ειδικότερα, αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και των επιπέδων της εμβρυϊκής τεστοστερόνης έχει βρεθεί ότι όσο μικρότερος είναι ο λόγος 2D:4D (κυρίως για το δεξί χέρι), και κατ' επέκταση όσο υψηλότερο το επίπεδο τεστοστερόνης, τόσο υψηλότερη είναι η μαθηματική νοημοσύνη (Luxen, & Buunk, 2005). Επίσης, και η διαφορά Dδ-α μεταξύ των λόγων

2D:4D των δύο χεριών έχει βρεθεί ότι σχετίζεται θετικά με τη γνωστική ικανότητα, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διαφορά, τόσο υψηλότερη και η νοητική ικανότητα (Beaton, & συν., 2011).

Βέβαια, στην πλειοψηφία των ερευνών η σχέση μεταξύ επιπέδου τεστοστερόνης και νοημοσύνης δεν μελετάται ανεξάρτητα από το φύλο, καθώς οι διαφορές στα επίπεδα ορμονών, και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης κατά την εμβρυική περίοδο, έχει επισημανθεί ότι αποτελούν την αιτία της διαφοροποιημένης προτίμησης χεριού ανάμεσα στα δύο φύλα (Geschwind, & Galaburda, 1985) με τα αγόρια να εμφανίζουν τα υψηλότερα επίπεδα τεστοστερόνης και συχνότερα αριστεροχειρία (Geschwind, & Behan, 1982). Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι τα υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης στα αγόρια (χαμηλά ποσοστά λόγου 2D:4D) σχετίζονται με υψηλότερες νοητικές επιδόσεις συγκριτικά με τα κορίτσια (Fink, & συν., 2006. Hooven, & συν., 2004). Ωστόσο, στην παρούσα μελέτη δεν αναδείχθηκαν τέτοιες διαφυλικές διαφορές αναφορικά με τη σχέση νοημοσύνης και ορμονικών δεικτών (ίσως εξαιτίας του μικρού αριθμού δείγματος, βλ. παρακάτω στους περιορισμούς της έρευνας).

Περαιτέρω, μεθοδολογική καινοτομία της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας – πέραν της αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης – μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ και της απεικονιστικής τεχνικής του διακρανιακού υπερήχου Doppler. Η ανασκόπηση της σύντομης βιβλιογραφίας που έχει ασχοληθεί με τη σχέση της εγκεφαλικής πλευρίωσης της γλώσσας και της νοημοσύνης άλλοτε συνδέει την απουσία της τυπικής εγκεφαλικής πλευρίωσης με διάφορες μορφές παθολογίας, όπως η νοητική υστέρηση και άλλοτε με νοητική υπεροχή, ενώ υπάρχουν και κάποιες μελέτες που έχουν καταλήξει στην απουσία σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης (Everts, & συν., 2009. Knecht, & συν., 2001. Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985. O' Boyle, & συν., 1995. O' Boyle, & συν., 2005, βλ. αναλυτικότερα υποκεφ. 1.3.1).

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη νοημοσύνη μεταξύ των παιδιών με τυπική/μη τυπική πλευρίωση, είτε μέσω της νευροψυχολογικής δοκιμασίας ΛΑΟΗ, είτε μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler και συμφωνούν με αντίστοιχες μελέτες, οι οποίες δεν κατέληξαν σε κάποια σχέση μεταξύ νοημοσύνης και εγκεφαλικής πλευρίωσης για τη γλώσσα (Everts, & συν., 2009. Groen, & συν., 2012. Jansen, & συν., 2005. Knecht,

& συν., 2001). Βέβαια, τα παρόντα αποτελέσματα προέκυψαν από έναν σχετικά μικρό αριθμό δείγματος (σε κάθε νοητική ομάδα ο αριθμός των παιδιών ήταν μικρότερος του 20), ενώ όσον αφορά στη δοκιμασία ΛΑΟΗ δεν υπήρξαν δεδομένα από την ομάδα των παιδιών με νοητική υστέρηση, καθώς το επίπεδο δυσκολίας αυτής της δοκιμασίας σε συνδυασμό με τις αναγνωστικές δεξιότητες που προϋποθέτει δεν επέτρεψαν τη χορήγησή της.

Ωστόσο, για τους δεξιόχειρες με υψηλή νοητική ικανότητα φάνηκε μια τάση να εμφανίζουν υψηλότερους δείκτες πλευρίωσης βάσει του υπερήχου Doppler, και άρα πιο αριστερή πλευρίωση, συγκριτικά με τους δεξιόχειρες φυσιολογικής νοημοσύνης. Το εύρημα αυτό, από τη μία πλευρά, βρίσκεται σε συμφωνία με το ποσοστό της γλωσσικής κυριαρχίας του αριστερού ημισφαιρίου στα δεξιόχειρα άτομα, το οποίο κυμαίνεται στο 95% περίπου (Geschwind, 1970. Hellige, 1993. Rasmussen, & Milner, 1977. Woods, Dodrill, & Ojemann, 1988) και από την άλλη, συνάδει με τους Luria (1973) και Geschwind και Galaburda (1985), οι οποίοι υποστήριζαν ότι η λειτουργική εξειδίκευση των ημισφαιρίων αποτελεί προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη των γνωστικών δυνατοτήτων του ατόμου. Βέβαια, το αποτέλεσμα αυτό δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να ερμηνευθεί ως επιβεβαίωση της γραμμικής σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και εγκεφαλικής πλευρίωσης, αλλά περισσότερο ως μία ένδειξη του μεγαλύτερου βαθμού αριστερής-τυπικής πλευρίωσης για τη γλώσσα που φαίνεται να εμφανίζουν τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη και η οποία χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Κοινό τόπο των παρόντων αποτελεσμάτων βάσει των συμπεριφορικών, αλλά και των εγκεφαλικών δεικτών αποτελεί το εύρημα ότι τα παιδιά με υψηλές νοητικές ικανότητες εμφανίζουν τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα. Ωστόσο, από τους συμπεριφορικούς δείκτες φάνηκε ότι τα παιδιά αυτά εκδηλώνουν μια ήπια δεξιά δεξιότητα χεριού και άρα μια ήπια τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα, η οποία ενδεχομένως υποδηλώνει ένα διεγερτικό τρόπο σύνδεσης των δύο ημισφαιρίων μέσω του μεσολοβίου που συνδέεται με μειωμένη λειτουργική πλευρίωση, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η δια-ημισφαιρική αλληλεπίδραση, τόσο μεγαλύτερος και ο διαμερισμός των πληροφοριών στα δύο ημισφαίρια (Βλάχος, 1998. Sperry, 1974). Και άλλες έρευνες, περαιτέρω, έχουν επισημάνει ότι τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη χαρακτηρίζονται από ενισχυμένη δια-ημισφαιρική επικοινωνία, η οποία με τη σειρά

της μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη και ταχύτερη επεξεργασία των πληροφοριών (Baraduc, & Guigon, 2002. Luders, & συν., 2007).

Στον αντίποδα αυτών των ευρημάτων, άλλες έρευνες έχουν δείξει ότι στα παιδιά με υψηλό νοητικό δυναμικό συναντάται συχνότερα μη τυπική πλευρίωση, άλλοτε με την επικράτηση κυρίως του δεξιού ημισφαιρίου και άλλοτε με συμμετρική ενεργοποίηση του εγκεφάλου (Alexander, & συν., 1996. Benbow, 1986. O' Boyle, & συν., 2005). Παρόμοια εγκεφαλικά χαρακτηριστικά αναφορικά με την πλευρίωση έχουν παρατηρηθεί και σε παιδιά με υψηλές μαθηματικές ικανότητες, καθώς τείνουν να εμφανίζουν αυξημένη συμμετοχή του δεξιού ημισφαιρίου (O' Boyle, 2008. O' Boyle, & συν., 2005. Singh, & O' Boyle, 2004).

Όσον αφορά στα άτομα με νοητική υστέρηση, βιβλιογραφικές αναφορές επισημαίνουν ότι τα άτομα αυτά συχνά δεν παρουσιάζουν την ίδια νευρολογική ακεραιότητα συγκριτικά με το φυσιολογικό πληθυσμό με αποτέλεσμα την αποκλίνουσα εγκεφαλική οργάνωση ή τη μη τυπική πλευρίωση (Grouios, & συν., 1999. Lewandowski, & Kohlbrenner, 1985). Στις περιπτώσεις εκείνες των ατόμων με νοητική υστέρηση που εμφανίζουν μη τυπική ή μειωμένη εγκεφαλική ασυμμετρία για τη γλώσσα, οι λειτουργικές αυτές διαφορές του εγκεφάλου μπορεί να συνδέονται με μη τυπική προτίμηση χεριού και συνεπώς, μικρότερος βαθμός εγκεφαλικής πλευρίωσης στα άτομα με νοητική υστέρηση μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό ποσοστό ατόμων που παρουσιάζουν μικρότερη τάση προς τη δεξιοχειρία (Grouios, & συν., 1999). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, ωστόσο, φαίνεται να συμφωνούν με την άποψη αυτή, αλλά μόνο σε σχέση με τη συμπεριφορική πλευρίωση.

Συμπερασματικά, η παρούσα έρευνα είχε ως κύριο στόχο τη μελέτη των ατομικών διαφορών στην πλευρίωση της γλώσσας παιδιών με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες και ειδικότερα παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης. Για πρώτη φορά στην Ελλάδα, αλλά και διεθνώς, μελετήθηκαν οι διαφορές αυτές σε παιδιά με υψηλή, μέση/φυσιολογική και χαμηλή νοημοσύνη (συμπεριλαμβανομένων και παιδιών των οποίων η νοημοσύνη βρισκόταν στα άκρα της κανονικής κατανομής) χρησιμοποιώντας έμμεσους (συμπεριφορικοί, ορμονικοί και νευροψυχολογικοί δείκτες) και άμεσους εγκεφαλικούς δείκτες (διακρανιακός υπέρηχος Doppler) στα πλαίσια της ίδιας μελέτης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν υψηλότερα ποσοστά μη τυπικής πλευρίωσης στα παιδιά με νοητική υστέρηση, καθώς και ότι τα παιδιά με ήπια τυπική

πλευρίωση εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές επιδόσεις. Τα ευρήματα αυτά στηρίχτηκαν κυρίως σε συμπεριφορικούς δείκτες και πιο συγκεκριμένα στη δεξιότητα χεριού, η οποία και αναδείχθηκε περισσότερο αξιόπιστος και αντικειμενικός τρόπος αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, αλλά και στους ορμονικούς δείκτες. Επίσης, αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με τη μετα-ανάλυση των Τόμπρου & Παπαδάτου-Παστού (2010), η οποία προηγήθηκε της έρευνας, και συμβαδίζουν σε μεγάλο βαθμό με τη γενετική θεωρία της Annett (1992. 1993α. 1993β. 2002. Annett, & Kilshaw, 1984. Annett, & Manning, 1989). Τέλος, η σύνδεση της νοητικής υστέρησης με τη μη τυπική πλευρίωση για τη γλώσσα και αντίθετα, η απουσία σύνδεσης της μη τυπικής πλευρίωσης με την υψηλή νοητική ικανότητα, φαίνεται να ενισχύει την άποψη ότι η λειτουργική εξειδίκευση των ημισφαιρίων αποτελεί προϋπόθεση για την πλήρη ανάπτυξη των γνωστικών δυνατοτήτων του ατόμου (Luria, 1973).

5.1 Περιορισμοί της έρευνας

Η παρούσα μελέτη είχε ως βασικό της στόχο μια όσο το δυνατόν περισσότερο ολοκληρωμένη προσέγγιση της σχέσης μεταξύ πλευρίωσης και νοημοσύνης, χρησιμοποιώντας έμμεσους δείκτες (συμπεριφορικούς, ορμονικούς και νευροψυχολογικούς), αλλά και άμεσους εγκεφαλικούς δείκτες πλευρίωσης (μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler) σε τρεις νοητικές ομάδες παιδιών από όλο το φάσμα της νοημοσύνης. Επιπρόσθετα, η χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler δεν έχει ξαναχρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε μελέτες πάνω στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης της γλώσσας και μάλιστα – στα πλαίσια της ίδιας μελέτης – σε παιδιά με υψηλή, μέση/φυσιολογική και χαμηλή νοητική ικανότητα, συμπεριλαμβανομένων και παιδιών με πολύ υψηλή νοημοσύνη/ευφυΐα ή βαριά νοητική υστέρηση.

Σημειώνουμε ότι ο αριθμός του δείγματος της παρούσας μελέτης αποδείχθηκε σχετικά μικρός για την περαιτέρω διερεύνηση ατομικών διαφορών στην πλευρίωση της γλώσσας σε σχέση με τη νοητική ικανότητα, γεγονός που φάνηκε να αποτελεί και το βασικότερο περιορισμό της παρούσας μελέτης. Αναφορικά με την άμεση αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler, κυρίως, ο μικρός αριθμός του δείγματος (51 παιδιά) ίσως να ευθύνεται για την

αδυναμία επιβεβαίωσης των ευρημάτων που εντοπίστηκαν από την μελέτη της σχέσης νοημοσύνης και πλευρίωσης μέσω συμπεριφορικών και ορμονικών δεικτών (οι οποίοι όπως προαναφέρθηκε, κατέδειξαν υψηλότερα ποσοστά αριστεροχειρίας στα παιδιά με νοητική υστέρηση, καθώς και ότι τα παιδιά με ήπια δεξιά δεξιότητα χεριού εμφανίζουν τις υψηλότερες νοητικές επιδόσεις συγκριτικά με τα παιδιά με αριστερή δεξιότητα χεριού). Αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως την κυριότερη αιτία συμμετοχής στην έρευνα μικρού αριθμού παιδιών αποτέλεσε η δυσκολία ανεύρεσης παιδιών με νοητική υστέρηση και υψηλή νοημοσύνη/ευφυΐα – και μάλιστα παιδιών των οποίων η νοημοσύνη να είναι είτε πολύ χαμηλή είτε πολύ υψηλή – των οποίων οι γονείς/κηδεμόνες να συγκαταθέσουν για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής τους πλευρίωσης μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Ειδικότερα, εξαιτίας του μικρού αριθμού του δείγματος δεν επιτρέπει μια σειρά αναλύσεων αναφορικά με το ρόλο των διαφυλικών διαφορών, καθώς και ο έλεγχος τυχόν διαφορών στη νοημοσύνη των παιδιών όχι μόνο βάσει της διχοτομικής κατηγοριοποίησης της εγκεφαλικής πλευρίωσης σε τυπική και μη τυπική, αλλά σε μια νέα ομαδοποίηση, η οποία θα περιλαμβάνει και τα παιδιά που εκδηλώνουν μεγαλύτερη συμμετρία για τις γλωσσικές λειτουργίες. Τέλος, ο μικρός αριθμός του δείγματος, ενδεχομένως, να σχετίζεται με το γεγονός ότι οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης εντοπίστηκαν κυρίως βάσει της δεξιότητας χεριού, όπως αυτή αξιολογήθηκε από τη ΔΜΠ, και όχι της προτίμησης χεριού, όπως αυτή αξιολογήθηκε από τις δύο εκδόσεις του ΕΕ και του τεστ ΠΠΧ. Τα δύο αυτά εργαλεία δεν αποτελούν τον ίδιο ευαίσθητο και αντικειμενικό τρόπο αξιολόγησης της προτίμησης χεριού, όσο τα τεστ δεξιότητας χεριού, και για το λόγο αυτό ίσως να χρειάζεται μεγαλύτερος αριθμός δείγματος για να αναδειχθούν τυχόν διαφορές στην προτίμηση χεριού (Nicholls, & συν., 2010).

Βασικό, επίσης, περιορισμό της παρούσας έρευνας αποτέλεσε το γεγονός ότι τρεις δοκιμασίες – τα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς ΕΠΗΣ και ΕΔΗΤ, καθώς και η δοκιμασία ΛΑΟΗ στον ηλεκτρονικό υπολογιστή – χορηγήθηκαν μόνο σε παιδιά με υψηλή και φυσιολογική νοημοσύνη, καθώς τα περισσότερα παιδιά με νοητική υστέρηση είχαν αρκετά χαμηλούς δείκτες νοημοσύνης (24 παιδιά με δείκτη νοημοσύνης κάτω του 69 και μόνο τέσσερα παιδιά με οριακή νοημοσύνη) και δεν μπορούσαν να αντεπεξέλθουν στο επίπεδο δυσκολίας των δοκιμασιών αυτών. Επομένως, από τις δοκιμασίες αυτές υπήρχαν δεδομένα μόνο για τις δύο από τις τρεις

νοητικές ομάδες. Ως απότοκο αυτού, ο έλεγχος της δεύτερης εναλλακτικής υπόθεσης, σύμφωνα με την οποία η σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης έχει τη μορφή ενός ανεστραμμένου U, με τα δεδομένα από τις τρεις προαναφερθείσες δοκιμασίες δεν μπόρεσε να πραγματοποιηθεί, καθώς στην ανάλυση παλινδρόμησης με μοντελοποίηση μη γραμμικής σχέσης ήταν απαραίτητη και η τρίτη νοητική ομάδα, δηλαδή τα παιδιά με νοητική υστέρηση.

Επιπλέον, όπως προαναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 4.2, για τα δύο ερωτηματολόγια ΕΔΗΤ και ΕΠΗΣ βρέθηκε ότι το επίπεδο αξιοπιστίας ήταν κάτω από τα αποδεκτά για τη χρήση των εργαλείων επίπεδα και για το λόγο αυτό αποκλείστηκαν από τις περαιτέρω στατιστικές αναλύσεις. Το εύρημα αυτό ίσως να οφείλεται και πάλι στο μικρό αριθμό των παιδιών, στα οποία χορηγήθηκαν τα ερωτηματολόγια (65 παιδιά), καθώς και στο ότι τα δύο αυτά ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά σε ελληνική μετάφραση σε μελέτη που αφορά στην εγκεφαλική πλευρίωση.

Τέλος, ένας ακόμη βασικός περιορισμός, ο οποίος εντοπίζεται και στις περισσότερες μελέτες που αφορούν στη μελέτη της πλευρίωσης, είναι η απουσία συγκεκριμένων πρότυπων ταξινομήσεων (νόρμες) των συμμετεχόντων με βάση την πλευρίωσή τους και κυρίως για τα εργαλεία προτίμησης και δεξιότητας χεριού. Επομένως, η κατηγοριοποίηση των συμμετεχόντων σε αριστερόχειρες, δεξιόχειρες ή αμφιδέξιους έγινε βάσει προηγούμενων κατηγοριοποιήσεων σε αντίστοιχες μελέτες σε αντιδιαστολή με σταθμισμένα εργαλεία, όπως το τεστ νοημοσύνης WISC-III που επιλέχθηκε, για το οποίο υπάρχουν συγκεκριμένες νόρμες ταξινόμησης των ατόμων βάσει του επιπέδου νοημοσύνης τους.

5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Τα ευρήματα, καθώς και οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας μπορούν να συμβάλλουν με αρκετά εποικοδομητικό τρόπο στην περαιτέρω μελέτη της σχέσης νοημοσύνης και πλευρίωσης. Αρχικά, σημαντικό θα ήταν σε μελλοντικές μελέτες να συμπεριληφθούν στο δείγμα παιδιά μικρότερης ηλικίας, αλλά και ενήλικες, ώστε να διερευνηθούν τυχόν αναπτυξιακές επιδράσεις στη σχέση μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης. Επιπλέον, όπως διαφαίνεται και από τους περιορισμούς της έρευνας, μελλοντικές μελέτες για τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης με μεγαλύτερο αριθμό

δείγματος θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς θα μπορεί να πραγματοποιηθεί έλεγχος της επίδρασης και των διαφυλικών διαφορών.

Ακόμη, θα ήταν ενδιαφέρουσα η μελέτη της προτίμησης/δεξιότητας χεριού, και ίσως και της εγκεφαλικής πλευρίωσης και της νοημοσύνης των γονέων συγκριτικά με τα παιδιά τους, για τον έλεγχο κληρονομικών παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν τη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης. Άλλωστε, ερευνητικά ευρήματα στο παρελθόν έχουν δείξει ότι τα αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας σε παιδιά με νοητική υστέρηση συνδέονται με αυξημένα ποσοστά οικογενειακής αριστεροχειρίας (Bradshaw-McAnulty, & συν., 1984).

Περαιτέρω ερευνητικό ενδιαφέρον θα είχε, επίσης, η μελέτη της σχέσης μεταξύ νοημοσύνης και πλευρίωσης και με άλλους άμεσους δείκτες μέσα από τεχνικές απεικόνισης εγκεφάλου (Mercure, & συν., 2009) με καλύτερη χωρική ανάλυση συγκριτικά με το διακρανιακό υπέρηχο Doppler. Μάλιστα, θα ήταν πολύ σημαντικό να μελετηθεί αν οι γλωσσικές λειτουργίες πλευριώνονται στο ίδιο ημισφαίριο με τις οπτικοχωρικές (αν υπάρχει δηλαδή «ημισφαιρικός γνωστικός συνωστισμός», βλ. για λεπτομέρειες υποκεφ. 1.3) και πως αυτό μπορεί να συνδέεται με τη νοητική ικανότητα.

Τέλος, ενδιαφέρουσα μελλοντική πρόταση αποτελεί η μελέτη της σχέσης μεταξύ της αναπτυξιακής αστάθειας και της λειτουργικής πλευρίωσης του εγκεφάλου και πως αυτή μπορεί να επηρεάζει τη νοητική ικανότητα του ατόμου. Όπως περιγράφηκε και στο υποκεφάλαιο 1.3, κάθε οργανισμός διακρίνεται ως ένα βαθμό από αναπτυξιακή αστάθεια λόγω διαταραχών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (Prokosch, & συν., 2005. Thoma, & συν., 2005). Σημαντικός δείκτης της αναπτυξιακής αστάθειας αποτελεί η κυμαινόμενη ασυμμετρία, δηλαδή η απόκλιση από τη συμμετρία αμφίπλευρων χαρακτηριστικών που θα έπρεπε να είναι συμμετρικά (Johnson, & συν., 2008. Møller, & Swaddle, 1997. Yeo, & Gangestad, 1998. Yeo, & συν., 2007). Δεδομένου ότι αρκετές μελέτες έχουν αναδείξει αρνητική συσχέτιση μεταξύ κυμαινόμενης ασυμμετρίας και νοημοσύνης (π.χ. Bates, 2007. Rahman & συν., 2004), καθώς και ότι τα άτομα με μεγαλύτερη κυμαινόμενη ασυμμετρία εμφανίζουν συχνότερα μη τυπική πλευρίωση (Yeo, & συν., 1997. 2002) θα ήταν ιδιαίτερα διαφωτιστική η αλληλεπίδραση στα πλαίσια της ίδιας μελέτης των τριών προαναφερθείσων μεταβλητών.

5.3 Επίλογος

Οι ατομικές διαφορές στην πλευρίωση της γλώσσας είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη νευροψυχολογική έρευνα και πράξη, καθώς μας βοηθούν να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο συγκεκριμένα βιολογικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν τις λειτουργικές ικανότητες του ανθρώπου. Η παρούσα έρευνα εστίασε στη σχέση νοημοσύνης και πλευρίωσης και φάνηκε ότι τα παιδιά με νοητική υστέρηση διαφοροποιούνται συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικής και μέσης νοημοσύνης επιδεικνύοντας υψηλότερα ποσοστά μη τυπικής πλευρίωσης και ειδικότερα αριστερής δεξιότητας χεριού, ενώ αντίθετα η υψηλή νοημοσύνη δεν φάνηκε να συνδέεται με τη μη τυπική πλευρίωση, όπως έχει προταθεί από άλλες μελέτες. Παρόλο που τα ευρήματα της παρούσας έρευνας στηρίχτηκαν κυρίως στους έμμεσους δείκτες της πλευρίωσης, και ειδικότερα τη δεξιότητα χεριού που αναδείχθηκε και ως περισσότερο αξιόπιστος τρόπος αξιολόγησης της συμπεριφορικής πλευρίωσης, συμβάλλουν σημαντικά στη βαθύτερη κατανόηση λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα νοημοσύνης.

Συνοψίζοντας, εφόσον τα παιδιά με υψηλή νοημοσύνη/ευφία και νοητική υστέρηση είναι παιδιά με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες και χρήζουν ειδικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, η κατανόηση της λειτουργικής πλευρίωσης της γλώσσας μπορεί να έχει σημαντικές εκπαιδευτικές προεκτάσεις, καθώς μπορεί να προσφέρει ένα νευρολογικό και ψυχολογικό προφίλ του μαθητή βάσει του οποίου να αναπτυχθεί το εξατομικευμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα παρέμβασης. Επιπλέον, η γλώσσα αποτελεί μια σύνθετη γνωστική ικανότητα, στην οποία συμμετέχει μεγάλο μέρος του ανθρώπινου εγκεφαλικού φλοιού και η οποία μπορεί να υποβληθεί σε πλαστική αναδιοργάνωση (Angrilli, & Spironelli, 2005. Spironelli, & συν., 2008. 2010). Αρκετές, μάλιστα, απεικονιστικές μελέτες έχουν επισημάνει την επαναδιοργάνωση αυτού του γλωσσικού μηχανισμού του εγκεφάλου μετά από την εφαρμογή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων (Molfese, 2000. Simos, & συν., 2000. 2002). Επομένως, ο διακρανιακός υπέρηχος Doppler, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής πλευρίωσης, θα μπορούσε αντίστοιχα να αποτελέσει έναν αξιόπιστο τρόπο επαναξιολόγησης της αναδιοργάνωσης του

εγκεφαλικού μηχανισμού της γλώσσας, καθώς και των αποτελεσμάτων της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Οι νευροψυχολογικές μελέτες συνεισφέρουν στην Εκπαίδευση κυρίως με την ανάπτυξη μη παρεμβατικών λειτουργικών τεχνικών απεικόνισης του εγκεφάλου, καθώς η συμβολή τους στη αξιολόγηση των γνωστικών διεργασιών και των συναισθημάτων αποτελεί ένα συνδυασμό που μπορεί να διαφωτίσει την ανθρώπινη μάθηση και ανάπτυξη (Stern, 2005). Παράλληλα, αξιοποιώντας τις Νευροεπιστήμες στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης, οι μη «ορατές» εγκεφαλικές λειτουργίες μπορούν να γίνουν ορατές και τόσο οι επιστήμονες, όσο και οι εκπαιδευτικοί να παρατηρήσουν και να εντοπίσουν τις βιολογικές επιδράσεις των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Έτσι, η βαθιά γνώση των λειτουργικών χαρακτηριστικών του εγκεφάλου των παιδιών με υψηλή νοημοσύνη και νοητική υστέρηση, εκτός από το εν γένει ερευνητικό ενδιαφέρον στην κατανόηση ατομικών διαφορών σε επίπεδο εγκεφάλου, μπορεί να προάγει τη δημιουργία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που θα είναι περισσότερο ευαίσθητα σε όλες τις γνωστικές, ψυχολογικές και νευροφυσιολογικές ιδιαιτερότητες των παιδιών αυτών. Άλλωστε, η μοναδικότητα του εγκεφάλου καθενός από εμάς και η πολυπλοκότητα των λειτουργιών του αποτελεί υψίστη πρόκληση για τη σύγχρονη έρευνα.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αλευριάδου, Α., & Γκιαούρη, Σ. (2009). *Γενετικά σύνδρομα νοητικής καθυστέρησης: αναπτυξιακή και εκπαιδευτική προσέγγιση*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Αντωνοκοπούλου, Σ. (2011). *Διερεύνηση της Αντιληπτικής, Γνωστικής και Κινητικής Ασυμμετρίας διαμέσου της Τυμπανικής Θερμομέτρησης*. Μεταπτυχιακή διατριβή Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Βλάχος, Φ. (1998). *Αριστεροχειρία: Μύθοι και πραγματικότητα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Γαλανάκη, Ε. (2000). *Ψυχομετρία. Πανεπιστημιακές σημειώσεις*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Γεώργας, Δ. Δ, Παρασκευόπουλος, Ι. Ν., Μπεξεβέγκης, Η. Γ, & Γιαννίτσας, Ν. Δ. (1997). *Ελληνικό WISC-III. Wechsler Κλίμακες Νοημοσύνης για Παιδιά*. Ελληνικά Γράμματα. Αθήνα.
- Δράκος, Γ., & Τσινarella, Γ. (2011). *Ψυχοκοινωνικές παράμετροι των σχολικών δυσκολιών*. Εκδόσεις Ατραπός. Αθήνα.
- Κάκουρος, Ε., & Μανιαδάκη, Κ. (2002). *Ψυχοπαθολογία παιδιών και εφήβων: Αναπτυξιακή προσέγγιση*. Εκδόσεις Τυποθήτω. Αθήνα.
- Καλούρη-Αντωνοπούλου, Ρ. (2007). *Γενική Ψυχολογία*. Εκδ. Έλλην, 2007.
- Καψάλης, Α. Γ. (2007). *Παιδαγωγική Ψυχολογία*. Γ' εκδ. Αφοί Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.
- Κουφάκη, Α. (2009). *Δυσλεξία και Αριστεροχειρία: Μια μετα-ανάλυση 27 ερευνών*. Διπλωματική εργασία ΕΚΠΑ Αθηνών.
- 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. Συμπόσιο με θέμα *Ψυχοβιολογικές προσεγγίσεις της αναπτυξιακής δυσλεξίας*. Στο 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Αθήνα, 25-29 Μαΐου.

- Μόττη-Στεφανίδη, Φ. (1999). *Αξιολόγηση της νοημοσύνης παιδιών σχολικής ηλικίας και εφήβων: Εγχειρίδιο για ψυχολόγους*. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα. Αθήνα.
- Μπούφη, Α. (1995). *Διδακτική Μαθηματικών II, Σημειώσεις*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2004). *Οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Η εκπαίδευση των μαθητών με ιδιαίτερες νοητικές ικανότητες και ταλέντα*. Αθήνα.
- Παπαδάτος, Γ. (2011). *Ψυχοφυσιολογία*. Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε. Αθήνα.
- Παπαδάτος, Γ. (2010). *Ψυχικές διαταραχές και μαθησιακές δυσκολίες παιδιών και εφήβων*. Εκδόσεις Gutenberg. Αθήνα.
- Παπαδάτος, Γ., & Μπαστέα, Α. (2011). *Θέματα Μαθησιακών δυσκολιών και Δυσλεξίας*. Εκδόσεις Σμυρνιωτάκης. Αθήνα.
- Παπαδάτος, Γ., & Φουστάνα, Α. (2006). Η συμβολή των γενετικών και οικογενειακών παραγόντων στη δημιουργία ιδιοφυών ατόμων. Στο *Αναγνώριση, Τιμητικό Αφιέρωμα στον καθηγητή Θεόδωρο Εζαρχάκο* (σελ. 388-416). Εκδ. Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Παπαδάτου-Παστού, Μ., Κουφάκη, Α., Ράντου, Μ. Ν., & Τόμπρου, Δ. Μ. (2013). Λειτουργικός διακρανιακός υπέρηχος Doppler: Αρχές λειτουργίας και εφαρμογές στη μελέτη της ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας. *Hellenic Journal of Psychology*, 10, 61-77.
- Παρασκευόπουλος, Ι. Ν. (1980). *Νοητική καθυστέρηση: διαφορική διάγνωση, αιτιολογία-πρόληψη, ψυχοπαιδαγωγική αντιμετώπιση*. Αυτοέκδοση. Αθήνα.
- Πολεμικός, Ν. (1991). Συχνότητα και αντιμετώπιση αριστεροχειρίας. *Παιδιατρικά Χρονικά*, 18, 2, 95-104.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2001). *Παιδιά και έφηβοι με ειδικές ανάγκες και δυνατότητες. Νοητική υστέρηση: Ψυχολογική, κοινωνιολογική και παιδαγωγική προσέγγιση* (Τόμος Β'). Αυτοέκδοση. Αθήνα.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2012). *Παιδιά και έφηβοι με ειδικές ανάγκες και δυνατότητες*. Αυτοέκδοση. Αθήνα.

- Σταύρου, Λ. (2002). *Διδακτική μεθοδολογία στην ειδική αγωγή. Τόμος 1: Λογικομαθηματικές έννοιες και νοητική υστέρηση*. Εκδ. Άνθρωπος. Αθήνα.
- Σταύρου, Λ. (2003). *Εικόνα σώματος και σωματικό σχήμα*. Αθήνα: Άνθρωπος.
- Τόμπρου, Δ. Μ., & Παπαδάτου-Παστού, Μ. (2010). Μετα-ανάλυση: Νοημοσύνη και Πλευρίωση Χεριού. *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, 27-30 Μαΐου, Αθήνα.
- Τόμπρου, Δ. Μ., Παπαδάτου-Παστού, Μ., & Παπαδάτος, Γ. (2011). Διερεύνηση μηχανισμών ημισφαιρικής επικράτησης της γλώσσας σε μαθητές υψηλής και χαμηλής νοημοσύνης με τη χρήση λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*. Αθήνα.
- Φουστάνα, Α. (2007). Διαδικασίες μάθησης παιδιών με υψηλό νοητικό πηλίκο. *Διδακτορική Διατριβή*. Αθήνα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Οι βιβλιογραφικές αναφορές που φέρουν στην αρχή τους έναν αστερίσκο (*) δηλώνουν τις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση.

- Aboitiz, F. (1992). Brain connections: Interhemispheric fiber systems and anatomical brain asymmetries in humans. *Biological Research*, 25, 51–61.
- Aglioti, S. M., Tassinari, G., Fabri, M., Del Pesce, M., Quattrini, A., Manzoni, T., & Berlucchi, G. (2001). Taste laterality in the split brain. *The European Journal of Neuroscience*, 13, 1, 195-200.
- Ajuriaguerra, J. (1974). Problèmes psychosociologiques posés par les enfants ‘surdoués’. In de Ajuriaguerra, J. (Ed.), *Psychiatrie de l'Enfant*, 929–930. Masson et Cie, Paris, France.
- Alexander, J., O’ Boyle, M. W., & Benbow, C. (1996). Developmental advanced EEG alpha power in gifted male and female adolescents. *International Journal of Psychophysiology*, 23, 25–31.

- Alibeik, H. S., & Angaji, A. (2010). Developmental Aspects of Left-handedness. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4, 5, 877-881.
- Aliotti, N. C. (1981). Intelligence, handedness, and cerebral hemispheric preference in gifted adolescents. *Gifted Child Quarterly*, 25, 1, 36-41.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4th edn) (DSM-IV)*. Washington, DC: APA.
- Andreasen, N. C., Flaum, M., Swayze, V. W., O'Leary, D. S., Alliger, R., Cohen, G., Ehrhardt, J., & Yuh, W. T. C. (1993). Intelligence and brain structure in normal individuals. *American Journal of Psychiatry*, 150, 130-134.
- Angrilli, A., & Spironelli, C. (2005). Cortical plasticity of language measured by EEG in a case of anomic aphasia. *Brain and Language*, 95, 1, 32-33.
- Annett, M. (1964). A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. *Nature*, 204, 59-60.
- Annett, M. (1967). The binominal distribution of right, mixed and left handed. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 327-333.
- Annett, M. (1970). A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*, 61, 303-321.
- Annett, M. (1972). The distribution of manual asymmetry. *British Journal of Psychology*, 63, 343-358.
- Annett, M. (1975). Hand preference and the laterality of cerebral speech. *Cortex*, 11, 305-328.
- Annett, M. (1976). A coordination of hand preference and skill replicated. *British Journal of Psychology*, 67, 587-592.
- Annett, M. A. (1978). Genetic and nongenetic influences on handedness. *Behavior Genetics*, 8, 227-249.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: the right shift theory*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Annett, M. (1991). Speech lateralisation and phonological skill. *Cortex*, 27, 583-593.

- Annett, M. (1992). Spatial ability in subgroups of left and right handers. *British Journal of Psychology*, 83, 493-515.
- Annett, M. (1993 α). Handedness and educational success: the hypothesis of a genetic balanced polymorphism with heterozygote advantage for laterality and ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 11, 359–370.
- *Annett, M. (1993 β). The disadvantages of dextrality for intelligence-corrected findings. *British Journal of Developmental Psychology*, 84, 511-516.
- Annett, M. (1995). The right shift theory of a genetic balanced polymorphism for cerebral-dominance and cognitive processing. *Current Psychology of Cognition*, 14, 5, 427–480.
- Annett, M. (1996). In defense of the right shift theory. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 115-137.
- Annett, M. (1998). Handedness and cerebral dominance: The right shift theory. *Journal of Neuropsychiatry*, 10, 4, 459-469.
- Annett, M. (1999) The theory of an agnosic right shift gene in schizophrenia and autism. *Schizophrenia Research*, 39, 177 -182.
- Annett, M. (2002). *Handedness and Brain Asymmetry: The right shift theory*. East Sussex: Psychology Press.
- Annett, M. (2004). Hand preference observed in large healthy samples: Classification, norms and interpretations of increased non-right-handedness by the right shift theory. *British Journal of Psychology*, 95, 339-353.
- Annett, M., & Kilshaw, D. (1982). Mathematical ability and lateral asymmetry. *Cortex*, 18, 547–568.
- Annett, M., & Kilshaw, D. (1984). Lateral preference and skill in dyslexia: Implications of the right shift theory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25, 357-377.
- Annett, M., & Manning, M. (1989). The disadvantages of dextrality for intelligence. *British Journal of Psychology*, 80, 213–226.

- Annett, M., & Manning, M. (1990). Arithmetic and laterality. *Neuropsychologia*, 28, 61–69.
- Annett, M., & Turner, A. (1974). Laterality and the growth of intellectual abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 44, 1, 37-46.
- Aram, D. M., & Ekelman, B. L. (1986). Cognitive profiles of children with early onset of unilateral lesions. *Developmental Neuropsychology*, 2, 155–72.
- Arnolds, B. J., & von Reutern, G. M. (1986). Transcranial Doppler sonography: examination technique and normal reference values. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 12, 115-23.
- Ashburner, J., & Friston, K. J. (2000). Voxel-based morphometry—the methods. *Neuroimage*, 11, 805–821.
- Ashtari, M., Cervellione, K. L., Hasan, K. M., Wu, J., McIlree, C., Kester, H., Ardekani, B. A., Roofeh, D., Szeszko, P. R., & Kumra, S. (2007). White matter development during late adolescence in healthy males: A cross-sectional diffusion tensor imaging study. *Neuroimage*, 35, 501–510.
- Atkinson, D. S. Jr, Abou-Khalil, B., Charles, P. D., & Welch, L. (1996). Midsagittal corpus callosum area, intelligence and language dominance in epilepsy. *Journal of Neuroimaging*, 6, 235–239.
- 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.
- Badcock, N. A., Holt, G., Holden, A., & Bishop, D. V. M. (2012). dopOSCCI: A functional transcranial Doppler ultrasonography summary suite for Matlab. *Journal of Neuroscience Methods*, 204, 2, 383-388.
- 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.

- Baraduc, P., & Guigon, E. (2002). Population computation of vectorial transformations. *Neural Computation*, 14, 4, 845–871.
- *Barry, R. J., & James, A. L. (1978). Handedness in autistics, retardates, and normals of a wide range. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 8, 3, 315-323.
- Basso, A., De Renzi, E., Faglioni, P., Scotti, G., & Spinnler, H. (1973). Neuropsychological evidence for the existence of cerebral areas critical to the performance of intelligence tasks. *Brain*, 96, 4, 715–728.
- Bates, T. C. (2007). Fluctuating asymmetry and intelligence. *Intelligence*, 35, 41–46.
- Bates, T. C., & Eysenck, H. J. (1993). String length, attention & intelligence: Focused attention reverses the string length–IQ relationship. *Personality and Individual Differences*, 15, 4, 363–371.
- Bates, T. C., & Rock, A. (2004). Personality and information processing speed: Independent influences on intelligent performance. *Intelligence*, 32, 33–46.
- *Batheja, M., & McManus, I. C. (1985). Handedness in the mentally handicapped. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 27, 63–68.
- Beaton, A. A. (2004). *Dyslexia, Reading and the Brain: A Sourcebook of Biological and Psychological Research*. Psychology Press.
- Beaton, A. A., Rudling, N., Kissling, C., Taurines, R. & Thome, J. (2011). Digit ratio (2D:4D), salivary testosterone and handedness. *Laterality*, 16, 2, 136-155.
- 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., & Marolla, F. A. (1973). Birth Order, Family Size, and Intelligence. *Science*, 182, 1096-1101.

- Benbow, C. P. (1986). Physiological correlates of extreme intellectual precocity. *Neuropsychologia*, 24, 719-. 725.
- Benbow, C. P. (1988). Sex differences in mathematical reasoning ability among the intellectually talented: Their characterization, consequences, and possible causes. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 169-232.
- Benbow, C. P. & Lubinski, D. (1993). Psychological profiles of the mathematically talented: Some sex differences and evidence supporting their biological basis. In *The origins and development of high ability. Ciba Foundation Symposium*, 178 (pp. 44-66). Oxford: John Wiley & Sons.
- Benkaddour, A. (1999). Neurological Bases of Language. *Bouhout, revue de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Mohammedia*, 8, 51-81.
- Berk, E. L. (1989). *Child Development*. Fourth Edition, Allyn & Bacon.
- Berl, M. M., Mayo, J., Parks, E. N., Rosenberger, L. R., VanMeter, J., Ratner, N. B., Vaidya, C. J., & Gaillard, W. D. (2012). Regional Differences in the Developmental Trajectory of Lateralization of the Language Network. *Human Brain Mapping*, DOI: 10.1002/hbm.22179. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).
- Berlucchi, G. (1983). Two hemispheres but one brain. *Behavioral and Brain Sciences*, 6, 171-173.
- Bethmann, A., Tempelmann, C., De Bleser, R., Scheich, R., & Brechmann, A. (2007). Determining language laterality by fMRI and dichotic listening. *Brain research*, 1133, 145–157.
- Bjorklund, D. F., Schneider, W., Cassel, W. S., & Ashley, E. (1994). Training and extension of a memory strategy: evidence for utilization deficiencies in the acquisition of an organizational strategy in high- and low-IQ children. *Child Development*, 65, 3, 951–965.
- Binet, A. (1905). A propos la mesure de l'intelligence. *L'Annee Psychologique*, 2, 411-465.
- 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, D. V. M. (1980). Handedness, Clumsiness and Cognitive Ability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 22, 569–579.
- Bishop, D. V. M. (1983). How sinister is sinistrality? *Journal of the Royal College of Physicians of London*, 17, 161-172.
- Bishop, D. V. M. (1990). *Handedness and developmental disorder*. Philadelphia: 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 Visualised Experiments*, 43, 2161.
- Bishop, D. V. M., Badcock, N. A., & Holt, G. (2010). Assessment of Cerebral Lateralization in Children using Functional Transcranial Doppler Ultrasound (fTCD) (Video article). Department of Experimental Psychology, University of Oxford. (Retrieved from <http://www.jove.com/video/2161/assessment-of-cerebral-lateralization-in-children-using-functional-transcranial-doppler-ultrasound-ftcd>).
- Bishop, D. V. M., Ross, V., Daniels, M. S., & Bright, P. (1996). The measurement of hand preference: a validation study comparing three groups of right-handers. *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, 2, 587-590.
- Block, N. (1995). How heritability misleads about race. *Cognition*, 56, 99–128.
- Boivin, M. J., Giordani, G. B., Berent, S., Amato, D. A., Lehtinen, L. S., Koeppe, R. A., Buchtel, H. A., Foster, N. L., & Kuhl, D. E. (1992). Verbal fluency and positron emission tomographic mapping of regional cerebral glucosemetabolism. *Cortex*, 28, 231–239.
- Boles, D. B. (1990). What bilateral displays do. *Brain and Cognition*, 12, 205–208.

- Boles, D. B., Barth, J. M., & Merrill, E. C. (2008). Asymmetry and performance: Toward a neurodevelopmental theory. *Brain and Cognition*, 66, 2, 124–139.
- Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J. & Rothstein, H. (2005). *Comprehensive Meta-analysis Version 2*. Englewood NJ: Biostat.
- Bornstein, R. A., & Matarazzo, J. D. (1982). Wechsler VIQ versus PIQ differences in cerebral dysfunction: A literature review with emphasis on sex differences. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 4, 319-334.
- Borod, J. C. (1992). Interhemispheric and intrahemispheric control of emotion: A focus on unilateral brain damage. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60, 3, 339-348.
- Bouchard, T. J. (2009). Genetic influence on human intelligence (Spearman's g): How much? *Annals of Human Biology*, 36, 5, 527-544.
- Bouchard, T. J., & McGue, M. (1981). Familial studies of intelligence: a review. *Science*, 212, 1055–1059.
- Bouchard, T. J., Lykken, D. T., McGue, M., Segal, N. L. & Tellegen, A. (1990). Sources of human psychological differences: the Minnesota study of twins reared apart. *Science*, 250, 223–228.
- Bourne, V. J. (2008). Chimeric faces, visual field bias, and reaction time bias: Have we been missing a trick? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 13, 1, 92-103.
- Bower, B. (2003). Essence of g: scientists research for the biology of smart-general factor used to determine intelligence level. *Science news*, 92-93.
- Bradshaw, J. L. (1989). *Hemispheric specialization and psychological function*. Wiley and Sons, Chichester.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. (1981). The nature of hemispheric specialization in man. *The Behavioral and Brain Sciences*, 4, 51-91.
- Bradshaw, J. L., & Nettleton, N. C. (1983). *Human cerebral asymmetry*. New York: Prentice-Hall.

- Bradshaw-McAnulty, G., Hicks, R. E., & Kinsbourne, M. (1984). The pathological left-handedness syndrome. *Brain and Cognition*, 4, 27-46.
- Braver, T. S., & Bongiolatti, S. R. (2002). The role of the frontopolar prefrontal cortex in subgoal processing during working memory. *Neuroimage*, 15, 523–536.
- Breier, J. I., Hasan, K. M., Zhang, W., Men, D., & Papanicolaou, A. C. (2008). Language dysfunction after stroke and damage to white matter tracts evaluated using diffusion tensor imaging. *American Journal of Neuroradiology*, 29, 483–487.
- Briggs, G. G., & Nebes, R. D. (1975). Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*, 11, 230-238.
- Broca, P. (1865). Sur le siege de la faculte du langage articule. *Bulletin de la Societe d'Anthropologie de Paris*, 6, 377-393.
- Brody, N. (2000). History of theories and measurement of intelligence (pp. 16-33). In R. J. Sternberg (ed.). *Handbook of Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Broman, S. H., Nichols, P. L., & Kennedy, W. A. (1975). *Preschool IQ: Prenatal and early developmental correlates*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bryden, M. P. (1982). *Laterality: Functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press.
- Bryden, M. P., Hécaen, M., & DeAgostini, M. (1983). Patterns of cerebral organization. *Brain and Language*, 20, 249–262.
- Bryden, M. P., McManus, I. C., & Bulman-Fleming, M. B. (1994). Evaluating the empirical support for the Geschwind-Behan-Galaburda model of cerebral lateralization. *Brain and Cognition*, 26, 103-167.
- 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. J., & Roy, E. A. (2006). Preferential reaching across regions of working space in adults and children. *Development Psychobiology*, 48, 2, 121-132.

- Bryden, M. P., & Sprott, D. A. (1981). Statistical determination of degree of laterality. *Neuropsychologia*, 19, 4, 571–581.
- Bryden, M. P., & Steenhuis, R. (1991). The assessment of handedness in children. In J. Obrzut, J. & Hynd, G. (Eds), *Neuropsychological foundations of learning disabilities* (pp. 411-436). New York: Academic Press.
- Bryson, S. E. (1990). Autism and anomalous handedness. In S. Coren (Ed.), *Left handedness*. Elsevier: Amsterdam.
- Carlier, M., Stefanini, S., Deruelle, C., Volterra, V., Doyen, A. L., & Lamard, C., (2006). Laterality in persons with intellectual disability: I. Do patients with trisomy 21 and Williams- Beuren syndrome differ from typically developing persons? *Behavior Genetics*, 36, 365-376.
- Carroll, J. B. (1982). The measurement of intelligence. In R.J. Sternberg, Ed., *Handbook of Human Intelligence*, p. 29-120. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carroll, J. (1993). *Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor–Analytic Studies*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Caryl, P.G, (1994). Early event-related potentials correlate with inspection time and intelligence. *Intelligence*, 18, 15-46.
- Casey, M. B. (1995). Empirical support for Annett’s conception of the heterozygotic advantage. *Current Psychology of Cognition*, 14, 520-528.
- Cattell, J. M. (1890). Mental tests and measurements. *Mind*, 15, 373-380.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: their structure, growth, and action*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Cavill, S., & Bryden, P. (2003). Development of handedness: comparison of questionnaire and performance-based measures of preference. *Brain and Cognition*, 53, 149-151.
- Ceci, S. J. (1990). *On intelligence, more or less: A bioecological treatise on intellectual development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Cerone, L. J., & McKeever, W. J. (1999). Failure to support the right-shift theory's hypothesis of a 'heterozygote advantage' for cognitive abilities. *British Journal of Psychology*, 90, 109 – 123.
- Cherry, B. J., & Hellige, J. B. (1999). Hemispheric asymmetries in vigilance and cerebral arousal mechanisms in younger and older adults. *Neuropsychology*, 13, 1, 111–120.
- Chiarello, C., Welcome, S. E., Halderman, L. K., & Leonard, C. M. (2009). Does degree of asymmetry relate to performance? An investigation of word recognition and reading in consistent and mixed handers. *Brain and Cognition*, 69, 3, 521–530.
- Choi, Y. Y., Shamosh, N. A., Cho, S. H., DeYoung, C. G., Lee, M. J., Lee, J. M., Kim, S. I., Cho, Z. H., Kim, K., Gray, J. R., & Lee, K. H. (2008). Multiple bases of human intelligence revealed by cortical thickness and neural activation. *The Journal of Neuroscience*, 28, 10323–10329.
- Chorney, M. J., Chorney, K., Seese, N., Owen, M. J., Daniels, J., McGuffin, P., Thompson, L. A., Detterman, D. K., Benbow, C., Lubinski, D., Eley, T., & Plomin, R. (1998). A quantitative trait locus (QTL) associated with cognitive ability in children. *Psychological Science*, 9, 159–166.
- Christoff, K., Prabhakaran, V., Dorfman, J., Zhao, Z., Kroger, J. K., Holyoak, K. J., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Rostrolateral prefrontal cortex involvement in relational integration during reasoning. *Neuroimage*, 14, 1136–1149.
- Clark, C. M., Klonoff, H., & Tyhurst, J. S. (1986). Handedness concordance and intelligence discrepancies in identical twins. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 1, 4, 351-6.
- Clarke, J. M. (1990). *Interhemispheric functions in humans: Relationships between anatomical measures of the corpus callosum, behavioral laterality effects, and cognitive profiles*. Unpublished doctoral dissertation, Psychology Department, University of California, Los Angeles.
- Coalson, D., & Weiss, L. (2002). The evolution of Wechsler Intelligence scales in historical perspective. *Assessment Focus*, 11, 1-6.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehericy, S., Dehaene-Lambertz, G., Henaff, M., & 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.
- Cohn, S. J., Carlson, J. S., & Jensen, A. R. (1985). Speed of information processing in academically gifted youths. *Personality and Individual Differences*, 6, 5, 621–629.
- Cole, M. (1997). *Reading on the development of children (2nd ed.)*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Colom, R., Haier, R. J., Head, K., Alvarez-Linera, J., Quiroga, M. A., Shih, P. C., & Jung, R. E. (2009). Gray matter correlates of fluid, crystallized, and spatial intelligence: Testing the P-FIT model. *Intelligence*, 37, 2, 124–135.
- Colom, R., Jung, R. E., & Haier, R. J. (2006). Distributed brain sites for the g-factor of intelligence. *Neuroimage*, 31, 1359–1365.
- Comings, D.E., Wu, S., Rostamkhani, M., McGue, M., Burt, A., & MacMurray, J. P. (2003). Role of the cholinergic muscarinic 2 receptor (CHGRM2) gene in cognition. *Molecular Psychiatry*, 8, 91-13.
- Cook, N. D. (1984), Homotopic callosal inhibition. *Brain Language*, 23, 116-125.
- Corballis, M. C. (1983). *Human laterality*. New York: Academic Press.
- Corballis, M. C. (1991). *The lopsided ape*. Oxford: Oxford University Press.
- Corballis, M. C. (2005). The trade-off between symmetry and asymmetry. *Behavioral and Brain Sciences*, 28, 4, 594.
- Corballis, M. C. (2006). Cerebral asymmetry: A question of balance. *Cortex*, 42, 1, 117–118.
- Corballis, M. C., Hattie, J., & Fletcher, R. (2008). Handedness and intellectual achievement: an even-handed look. *Neuropsychologia*. 46, 374–378.

- Corballis, M. C. & Morgan, M. J. (1978) On the biological basis of human laterality. *Behavioral Brain Science*, 2, 261-336.
- 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.
- Crow, T. J., Crow, L. R., Done, D. J., & Leask, S.(1998.) Relative hand skill predicts academic ability: global deficits at the point of hemispheric indecision. *Neuropsychologia*, 36, 1275 -1282.
- Dart, C. (1938). Eye, hand, and foot preference of mentally subnormal subjects compared with individuals of normal or superior intelligence. *Journal of Juvenile Research*, 22, 119-22.
- De Agostini, M., & Dellatolas, G. (2001). Laterality in normal children ages 3 to 8 and their role in cognitive performances. *Developmental Neuropsychology*, 20, 1, 429-44.
- Deary, I. J. (2000). *Looking Down on Human Intelligence*. Oxford University Press. New York.
- Deary, I. J. (2001). Human intelligence differences: a recent history. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 127–130.
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., Dubois, J., M'eriaux, S., Roche, A., Sigman, M., & Dehaene. S. (2006). Functional organization of perisylvian activation during presentation of sentences in preverbal infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 14240–14245.
- Dellatolas, G., Tubert, P., Castresana, A., Mesbah, M. Giallonardo, T., Lazaratou, H., & Lellouch, J. (1991). Age and cohort effects in adult handedness. *Neuropsychologia*, 29, 255–261.

- Deppe, M., Ringelstein, E. B., & Knecht, S. (2004). The investigation of functional brain lateralization by transcranial Doppler sonography. *NeuroImage*, 21, 1124–1146.
- 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.
- Diamond, A., Briand, L., Fossella, J., & Gehlbach, L. (2004). Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children. *American Journal of Psychiatry*, 161, 125–132.
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2001). Heritability estimates versus large environmental effects: the IQ paradox resolved. *Psychological Review*, 108, 346–369.
- Doppler, C. (1842). *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*. Abhandl Königl Böhm Ges Wiss.
- *Douglas, J. W. B., Ross, J. M., & Cooper, J. E. (1967). The relationship between handedness, attainment and adjustment in a national sample of school children. *Educational Research*, 9, 223-232.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427, 311–312.
- Dragovic, M., Allet, L., & Janca, A. (2004). Electroconvulsive therapy and determination of cerebral dominance. *Annals of General Psychiatry*, 3, 14.
- Driesen, N. R., & Raz, N. (1995). The influence of sex, age, and handedness on corpus callosum morphology: a meta-analysis. *Psychobiology*, 23, 240-247.
- Duncan, J., Burgess, P., & Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33, 261–268.
- Duncan, J., Emslie, H., Williams, P., Johnson, R., & Freer, C. (1996). Intelligence and the frontal lobe: the organization of goaldirected behavior. *Cognitive Psychology*, 30, 257–303.

- Duncan, J., Seitz, R. J., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., Ahmed, A., Newell, F. N., & Emslie, H. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289, 5478, 457–460.
- Dutta, T., & Mandal, M. K. (2002). Visual-field superiority as a function of stimulus type and content. *International Journal of Neuroscience*, 112, 945-952.
- Egan, M. F., Goldberg, T. E., Kolachana, B. S., Callicott, J. H., Mazzanti, C. M., Straub, R. E., Goldman, D., & Weinberger, D. R. (2001). Effect of COMT Val108/158 Met genotype on frontal lobe function and risk for schizophrenia. *The Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98, 6917–6922.
- Egan, M. F., Kojima, M., Callicott, J. H., Goldberg, T. E., Kolachana, B. S., Bertolino, A., Zaitsev, E., Gold, B., Goldman, D., Dean, M., Lu, B., & Weinberger, D. R. (2003). The BDNF val 66met polymorphism affects activity-dependent secretion of BDNF and human memory and hippocampal function. *Cell*, 112, 257–269.
- Esposito, G., Kirby, B. S., Van Horn, J. D., Ellmore, T. M., & Berman, K. F. (1999). Context-dependent, neural system-specific neurophysiological concomitants of ageing: mapping PET correlates during cognitive activation. *Brain*, 122, 963–979.
- Everts, R., Lidzba, 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, 2, 473–483.
- Everts, R., Lidzba, K., Wilke, M., Kiefer, C., Wingeier, K., Schroth, G., Perrig, W., & Steinlin, M. (2010). Lateralization of cognitive functions after stroke in childhood. *Brain Injury*, 24, 6, 859-870.
- Eysenck, H. J. (1982). The psychophysiology of intelligence. In Spielberger, C. D. and Butcher, J. N. (Eds.), *Advances on Personality Assessment*, vol. 1. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, USA.

- Eysenck, H. J. (1986). Inspection Time and Intelligence: A Historical Introduction. *Personality and Individual Differences*, 7, 603-607.
- Eysenck, H. J. (1988). Concept of "Intelligence" Useful or Useless? *Intelligence*, 12, 1-16.
- Fagot, A., Lacreuse, J., & Vauclair, A. (1997). The role of sensory and post sensory factors on hemispheric asymmetries in tactual perception. *Cerebral Asymmetries in Sensory and Perceptual Processing*, 123, 469-494.
- Fangmeier, T., Knauff, M., Ruff, C.C., & Sloutsky, V. (2006). fMRI evidence for a three-stagemodel of deductive reasoning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 320-334.
- Faurie, C., & Raymond, M. (2005). Handedness frequency over more than 10,000 years. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 271, 1536, S43-S45.
- Faust, M., & Babkoff, H. (1997). Script as a priming stimulus for lexical decisions with visual hemifield stimulation. *Brain and Language*, 57, 423-437.
- Feldman, D. H., & Goldsmith, L. T. (1991). *Nature's gambit: child prodigies and the development of human potential*. (Paperback Edition) New York: Teachers College Press.
- Feldman, M. W., & Otto, S. P. (1997). Twin studies, heritability, and intelligence. *Science*, 278, 1383-1384.
- Finger, S. (1994). *Origins of Neuroscience*. Oxford University Press, New York.
- Fink, B., Brookes, H., Neave, N., Manning J., & Geary, D. (2006). Second to Fourth digit ratio and numerical competence in children. *Brain and cognition*, 61, 211-218.
- Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., & Grammer, K. (2004). Second to Fourth Digit Ratio and Facial Asymmetry. *Evolution and Human Behavior*, 25, 125-132.
- Finkel, D., Pedersen, N. L., Plomin, R., & McClearn, G. E. (1998). Longitudinal and cross-sectional twin data on cognitive abilities in adulthood: the Swedish Adoption/Twin Study of Aging. *Developmental Psychology*, 34, 1400-1413.

- Fisher, P. J., Turic, D., Williams, N. M., McGuffin, P., Asherson, P., Ball, D., Craig, I., Eley, T., Hill, L., Chorney, K., Chorney, M. J., Benbow, C. P., Lubinski, D., Plomin, R., & Owen, M. J. (1999). DNA pooling identifies QTLs on chromosome 4 for general cognitive ability in children. *Human Molecular Genetics*, 8, 915-922.
- Flashman, L. A., Andreasen, N. C., Flaum, M., & Swayze, V. W. (1998). Intelligence and regional brain volumes in normal controls. *Intelligence*, 25, 149-160.
- Foundas, A. L., Leonard, C. M., Gilmore, R., Fennell, E., & Heilman, K. M. (1994). Planum temporale asymmetry and language dominance. *Neuropsychologia*, 32, 1225-1231.
- Foundas, A. L., Leonard, C. M., & Hanna-Pladdy, B. (2002). Variability in the anatomy of the planum temporale and posterior ascending ramus: do right- and left handers differ? *Brain and Language*, 83, 403-424.
- Foundas, A. L., Leonard, C. M., & Heilman, K. M. (1995). Morphologic cerebral asymmetries and handedness: the pars triangularis and planum temporale. *Archives of Neurology*, 52, 501-508.
- 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.
- Frangou, S., Chitins, X., & Williams, S. C. (2004). Mapping IQ and gray matter density in healthy young people. *Neuroimage*, 23, 800-805.
- Francks, C., Fisher, S. E., MacPhie, I. L., Richardson, A. J., Marlow, A. J., Stein, J. F., & Monaco, A. P. (2002). A genomewide linkage screen for relative hand skill in sibling pairs. *American Journal of Human Genetics*, 70, 3, 800-805.
- Frisch, R. (1974). Critical weight at menarche, initiation of the adolescent growth spurt, and control of puberty. In Papadatou-Pastou M. (2008), *Sex differences in Praxic and Linguistic Lateralisation*. Thesis, University of Oxford.
- Frith, C. D., Friston, K. J., Liddle, P. F., & Frackowiak, R. S. (1991). A PET study of word finding. *Neuropsychologia*, 29, 1137-1148.

- Furlow, F., Armijo-Prewitt, T., Gangestad, S.W., & Thornhill, R. (1997). Fluctuating asymmetry and psychometric intelligence. *Proceedings of the Royal Society of London for Biological Science*, 264, 1383, 823–829.
- 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. (1995). Anatomic basis of cerebral dominance. In Davidson R. J. & Hugdahl, K., *Brain Asymmetry*, pp.51-74. Cambridge, MA: MIT Press.
- Galaburda, A. M., Corsiglia, J., Rosen, G. D., & Sherman, G. F. (1987). Planum temporale asymmetry: reappraisal since Geschwind and Levitsky. *Neuropsychologia*, 25, 853-868.
- Galaburda, A. M., Rosen, G. D., & Sherman, G. F. (1990). Individual variability in cortical organization: its relationship to brain laterality and implications to function. *Neuropsychologia*, 28, 529-546.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1998). A Multiplicity of intelligences. *Scientific American Presents: Exploring Intelligence* (Quarterly) 9, 4, 18-23.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Garlick, D. (2002). Understanding the nature of the general factor of intelligence: the role of individual differences in neural plasticity as an explanatory mechanism. *Psychological Review*, 109, 116–136.
- Geake, J. G. (2008). High Abilities at Fluid Analogizing: A Cognitive Neuroscience Construct of Giftedness. *Roeper Review*, 30, 187-195.
- Geake, J. G., & Hansen, P. C. (2005). Neural correlates of intelligence as revealed by fMRI of fluid analogies. *Neuroimage*, 26, 555–564.

- Geary, D. C., & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: strategy choice and speed of processing differences in gifted, normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 3, 398–406.
- Geschwind, N. (1970). The organization of language and the brain. *Science*, 170, 940–944.
- Geschwind, N., & Behan, P. (1982). Left-handedness: association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 79, 5097–5100.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985). 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. S. (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 regions. *Science*, 161, 186–187.
- Ghayas, S., & Adil, A. (2007). Effect of Handedness on Intelligence Level of Students. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*, 33, 1, 85-91.
- Gibson, J.B. (1973). Intelligence and handedness. *Nature*, 243, 482.
- Gignac, G. E., Vernon, P. A., & Wickett, J. C. (2003). Factors influencing the relationship between brain size and intelligence. In Nyborg, H., *The Scientific Study of General Intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen*. Oxford, Pergamon.
- Gilbert, A. N., & Wysocki, C. J. (1992). Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia*, 30, 601-608.
- Gladue, B. A., & Bailey, J. M. (1995). Spatial ability, handedness, and human sexual orientation. *Psychoneuroendocrinology*, 20, 5, 487-497.
- Glascher, J., Tranel, D., Paul, L. K., Rudrauf, D., Rorden, C., Hornaday, A., Grabowski, T., Damasio, H., & Adolphs, R. (2009). Lesion mapping of cognitive abilities linked to intelligence. *Neuron*, 61, 681–691.

- Gong, Q. Y., Sluming, V., Mayes, A., Keller, S., Barrick, T., Cezayirli, E., & Roberts, N. (2005). Voxel-based morphometry and stereology provide convergent evidence of the importance of medial prefrontal cortex for fluid intelligence in healthy adults. *Neuroimage*, 25, 1175–1186.
- Good, C. D., Johnsrude, I., Ashburner, J., Henson, R. N., Friston, K. J., & Frackowiak, R. S. (2001). Cerebral asymmetry and the effects of sex and handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult human brains. *Neuroimage*, 14, 685–700.
- Gordon, E. (2003). Integrative neuroscience. *Neuropsychopharmacology*, 28, 52–58.
- *Gordon, H. (1921). Left-handedness and mirror-writing, especially among defective children. *Brain*, 43, 313–368.
- Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, 24, 1, 13-23.
- Gottfredson, L. S. (1999). The General Intelligence Factor. *Scientific American*, 9, 4.
- Grabowska, A., Herman, A., Nowicka, A., Szatkowska, I., & Szeląg, E. (1994). Individual differences in the functional asymmetry of the human brain. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 54, 155-162.
- Gray, P. (1991). *Psychology*. New York: Worth Publishers.
- Gray, J. R., Chabris, C. F., & Braver, T. S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*, 6, 316–322.
- Gray, J. R., & Thompson, P. M. (2004). Neurobiology of intelligence: science and ethics. *Nature Reviews, Neuroscience*, 5, 471– 482.
- Gregory, G., & Paul, J. (1980). The effects of handedness and writing posture on neuropsychological test results. *Neuropsychologia*, 18, 2, 231–235.
- Grimshaw, G. M., & Wilson, M. S. (2012). A sinister plot? Facts, believes, and stereotypes about the left-handed personality. *Laterality*, in press. doi: 10.1080/1357560X.2011.631546.
- 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.
- *Grouios, G., Sakadami, N., Poderi, A., & Alevriadou, A. (1999). Excess of non-right handedness among individuals with intellectual disability: Experimental evidence and possible explanations. *Journal of Intellectual Disability Research*, 43, 306–313.
- Grouios, G., Tsorbatzoudis, H., Alexandris, K., & Barkoukis, V. (2000). Do lefthanded competitors have an innate superiority in sports? *Perceptual and Motor Skills*, 90, 1273-1282.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1988). Some changes in the structure of intellect model. *Educational and Psychological Measurement*, 48, 1-4.
- Gunturkun, O., Diekamp, B., Manns, M., Nottelmann, F., Prior, H., Schwarz, A., & Skiba, M. (2000). Asymmetry pays: Visual lateralization improves discrimination success in pigeons. *Current Biology*, 10, 17, 1079–1081.
- Güntürkün, O., & Hausmann, M. (2003). The dual coding hypothesis of human cerebral asymmetries. *Journal of Neurological Sciences*, 20, 140–150.
- Gur, R. C., Gunning-Dixon, F., Bilker, W. B., & Gur, R. E. (2002). Sex differences in temporo-limbic and frontal brain volumes of healthy adults. *Cerebral Cortex*, 12, 998–1003.
- Gurd, J. M., Schulz, J., Cherkas, L., & Ebersa, G. C. (2006). Hand Preference and Performance in 20 Pairs of Monozygotic Twins with Discordant Handedness. *Cortex*, 42, 6, 934–945.
- 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 and Child Neurology*, 52, 4, 331-336.
- 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.

- Haier, R. J. (1993). Cerebral glucose metabolism and intelligence. In P.A. Vernon (Ed.) *Biological approaches to the study of human intelligence*. Norwood, NJ: Ablex.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C., Paek, J., Browning, H. L., & Buchsbaum, M. S. (1988). Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, 12, 2, 199–217.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., MacLachlan, A., Soderling, E., Lottenberg, S., & Buchsbaum, M. S. (1992 α). Regional glucose metabolic changes after learning a complex visuospatial/motor task: a positron emission tomography study. *Brain Research*, 570, 134–143.
- Haier, R. J., Siegel, B., Tang, C., Abel, L., & Buchsbaum, M. S., (1992 β). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16, 415-426.
- Haier, R. J., White, N. S., & Alkire, M. T. (2003). Individual differences in general intelligence correlate with brain function during nonreasoning tasks. *Intelligence*, 31, 429–441.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., & Alkire, M. T. (2004). Structural brain variation and general intelligence. *Neuroimage*, 23, 425–433.
- Haier, R. J., Colom, R., Schroeder, D. H., Condon, C. A., Tang, C., Eaves, E., & Head, K. (2009). Gray matter and intelligence factors: Is there a neuro-g? *Intelligence*, 37, 2, 136–144.
- Halpern D.F., Haviland, M. G., & Killian, C. D. (1998). Handedness and Sex Differences in Intelligence: Evidence from the Medical College Admission Test. *Brain and Cognition*, 36, 12, 1275-82.
- Hammond, G. R. (1982). Hemispheric differences in temporal resolution. *Brain and Cognition*, 1, 95–118.
- Hardyck, C. A. (1977). Laterality and intellectual ability: A just not noticeable difference. *British Journal of Educational Psychology*, 47, 305-311.

- Hardyck, C. A., & Petrinovich, L. F. (1977). Left-handedness. *Psychological Bulletin*, 84, 385-402.
- Hardyck, C., Petronovich, L. F., & Goldman, R. D. (1976). Left-handedness and cognitive deficit. *Cortex*, 12, 266–279.
- Hartley, X. Y. (1981). Lateralization of speech stimuli in young Down's syndrome children. *Cortex*, 17, 241-248.
- Harvey, T. J. (1988). Science and handedness. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 201-204.
- Hausmann, M., Kirk, I. J., & Corballis, M. C. (2004). Influence of task complexity on manual asymmetries. *Cortex*, 40, 1, 103–110.
- Hellige, J. B. (1990). Hemispheric asymmetry. *Annual Review of Psychology*, 41, 55–80.
- Hellige, J. B. (1993). *Hemispheric asymmetry: what's right and what's left*. Harvard University Press, Cambridge.
- Hellige, J. B. (2001). *Hemispheric Asymmetry: What's right and what's left*. Cambridge: Harvard University Press
- Hellige, J. B., Taylor, K. B., Lesmes, L., & Peterson, S. (1998). Relationship between brain morphology and behavioral measures of hemispheric asymmetry and interhemispheric interaction. *Brain and Cognition*, 36, 158-192.
- Henninger, P. (1989). Commissurotomy subjects show lateralized difference between manual and oral responding. *Cortex*, 25, 2, 325-329.
- Hepper, P. G., McCathey, G. R., & Shannon, E. A. (1998). Lateralised behaviour in first trimester human fetuses. *Neuropsychologia*, 36, 531-534.
- 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.
- Heschl, R. (1878). *Ueber die Vordere Quere Schlafenwidung des Menschlichen Grosshirns*. Wilhelm Braumuller, Vienna, Austria.

- Hicks, R. E., & Barton, A. K. (1975). A note on lefthandedness and severity of mental retardation. *Journal of Genetic Psychology*, 127, 323-324.
- *Hicks, R. E., & Dusek, C. (1980). The handedness distributions of gifted and non-gifted children. *Cortex*, 16, 479-481.
- Hirnstein, M., Leask, S., Rose, J., & Hausmann, M. (2010). Disentangling the relationship between hemispheric asymmetry and cognitive performance. *Brain and Cognition*, 73, 119-127.
- Hochberg, F. M., & LeMay, M. (1975). Arteriographic correlates of handedness. *Neurology*, 25, 218-222.
- Hodapp, R. M. (1995). Definitions in mental retardation: Effects on research, practice, and perceptions. *School Psychology Quarterly*, 10, 1, 24-28.
- Hofer, S., & Frahm, J. (2006). Topography of the human corpus callosum revisited-comprehensive fiber tractography using diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuroimage*, 32, 989-994.
- 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.
- Holland, S. K., Vannest, J., Mecoli, M., Jacola, L. M., Tillema, J. M., Karunanayaka, P. R., Schmithorst, V. J., Yuan, W., Plante, E., & Byars, A. W. (2007). Functional MRI of language lateralization during development in children. *International Journal of Audiology*, 46, 9, 533-551.
- Holtzen, D. W. (1994). Handedness and sexual orientation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 702-712.
- Hoosain, R. (1990). Left-handedness and handedness switch amongst the Chinese. *Cortex*, 26, 451-454.
- Hooven, C. Chabris, C. Ellison P., & Kosslyn, S. (2004). The relationship of male testosterone to components of mental rotation. *Neuropsychologia*, 42, 782-790.
- 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 eurolinguistics*, 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
- Iacoboni, M., Rayman, J., & Zaidel, E. (1997). Does the previous trial affect lateralized lexical decision? *Neuropsychologia*, 35, 81-88.
- Iacoboni, M., & Zaidel, E. (1996). Hemispheric independence in word recognition: Evidence from unilateral and bilateral presentations. *Brain and Language*, 53, 121-140.
- Isaacs, K. L., Barr, W. B., Nelson, P. K., & Devinsky, O. (2006). Degree of handedness and cerebral dominance. *Neurology*, 66, 1855–1858.
- Jäncke, L., & Steinmetz, H. (1993). Auditory lateralization and planum temporale asymmetry. *Neuroreport*, 5, 169-172.
- Jannedy, S., Poletto, R., & Weldon, T. L. (1994). *Language Files*. Sixth edition. Ohio State University Press Columbus.
- Jansen, A., Floel, A., Menke, R., Kanowski, M., & Knecht, S. (2005). Dominance for language and spatial processing: limited capacity of a single hemisphere. *Neuroreport*, 16, 1017–1021.
- Jensen, A. R. (1998). *The g Factor: The Science of Mental Ability*. Praeger, Westport.
- Johnson, D. L., & Swank, P. R. (1996). Breast feeding and children's intelligence. *Psychological Reports*, 79, 1179-1185.
- Johnson, W., Bouchard, T. J., Krueger, R. F., McGue, M., & Gottesman, I. I. (2004). Just one g: consistent results from three test batteries. *Intelligence*, 32, 95–107.
- Johnson, W., Segal, N. L., & Bouchard, T. J. (2008). Fluctuating asymmetry and general intelligence: No genetic or phenotypic association. *Intelligence*, 36, 3, 279 – 28.
- Johnson, W., te Nijenhuis, J., & Bouchard, T. J. (2008). Still just 1 g: consistent results from five test batteries. *Intelligence*, 36, 81–95.
- Johnston, D. W., Nicholls, M. E., Shah, M., & Shields, M. A. (2009). Nature's Experiment? Handedness and Early Childhood Development. *Demography*, 46,

2, 281–301.

Jung, P., Baumgärtner, U., Magerl, W., & Treede, R. D. (2008). Hemispheric asymmetry of hand representation in human primary somatosensory cortex and handedness. *Clinical Neurophysiology*, 119, 11, 2579-86.

Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The parieto-frontal integration theory (P-FIT) of intelligence: converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30, 135–187.

Kagan, J., & Gall, S. B. (1998). *The Gale encyclopedia of childhood and adolescence*. Detroit: Gale.

Kalat, J. W. (1998). *Βιολογική Ψυχολογία*, Τόμος Β', 5η Έκδοση. (Καστελλάκης, Α. Α. & Χρηστίδης, Δ. Α., Επιμ. & Μετάφ.). Εκδόσεις Έλλην. Αθήνα

Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention and general fluid intelligence: an individual-differences perspective. *Psychonomic bulletin & review*, 9, 637–671.

Karama, S., Ad-Dab'bagh, Y., Haier, R. J., Deary, I. J., Lyttelton, O. C., Lepage, C., Evans, A.C., & Brain Development Cooperative Group (2009). Positive association between cognitive ability and cortical thickness in a representative US sample of healthy 6 to 18 year-olds. *Intelligence*, 37, 2, 145–155.

Kaufman, A.S. (1994). *Intelligent Testing with the WISC-III*. New York : John Wiley & Sons.

Keller, J. F. Croake, J. W., & Riesenman, E. (1973). Relationships among handedness, intelligence, sex, and reading achievement of school age children. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 159-162.

Kershner, J. (1972). Lateral preference and ability to conserve multiple spatial relations by mentally retarded children. *Perceptual and Motor Skills*, 35, 151-152.

Kertesz, A., Black, S. E., Polk, M., & Howell, J. (1986). Cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Cortex*, 22, 117-127.

Khalfa, S., Michey, C., Pham, E., Maison, S., Veuillet, E., & Collet, L. (2000). Tones disappear faster in the right ear than in the left. *Perception and Psychophysics*,

62, 647-655.

- Kilshaw, D., & Annett, M. (1983). Right- and left-hand skill: I. Effects of age, sex and hand preference showing superior skill in left-handers. *British Journal of Psychology*, 74, 2, 253-268.
- Kim, H., & Levine, S. C. (1991). Inferring patterns of hemispheric specialization for individual subjects from laterality data: A two-task criterion. *Neuropsychologia*, 29, 93-105.
- Kimura, D. (1973). The asymmetry of the human brain. *Scientific American*, 3, 70-78.
- Kinsbourne, M. (1982). Hemispheric specialization and the growth of human understanding. *American Psychologist*, 37, 411-420.
- Klein, P. (1997). Multiplying the problems of intelligence by eight: A critique of Gardner's theory. *Canadian Journal of Education*, 22(4), 377-394.
- Knecht, S., Deppe, M., Bäcker, M., Ringelstein, E.-B., & Henningsen, H. (1997). Regional cerebral blood flow increases during preparation for and processing of sensory stimuli. *Experimental Brain Research*, 116, 309-314.
- Knecht, S., Deppe, M., Ebner, A., Henningsen, H., Huber, T., Jokeit, H., & Ringelstein, E. (1998). Non-invasive determination of language lateralization by functional transcranial Doppler sonography: A comparison with the Wada test. *Stroke*, 29, 1, 82-86.
- Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., Ringelstein, E. B., & Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123, 12, 2512-2518.
- Knecht, S., Dräger, B., Floel, A., Lohmann, H., Breitenstein, C., Henningsen, H., & Ringelstein, E. B. (2001). Behavioural relevance of atypical language lateralization in healthy subjects. *Brain*, 124, 1657-1665.
- 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.
- Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S., & Grafman, J. (1999). The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399, 148-151.

- Kolb, B., & Whislaw, I. Q. (1996). *Fountamentals of human neuropsychology*. Freeman, New York.
- Kooistra, C. A., & Heilman, K. M. (1988). Motor dominance and lateral asymmetry of the globus pallidus. *Neurology*, 38, 388-390.
- Kosslyn, S. M. (1987). Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. *Psychological Review*, 94, 148–175.
- Kovas, Y., & Plomin, R. (2006). Generalist Genes: Implications for Cognitive Sciences. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 5, 198–203.
- Kovas, Y., & Plomin, R. (2007). Learning abilities and disabilities: Generalist genes, specialist environments. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 5, 284–288.
- Kutlu, N., Ekerbicer, N., Ari, Z., Uyanik, B. S., Zeren, T., & Tan, U. (2001). Testosterone and nonverbal intelligence in right-handed men with successful and unsuccessful educational levels. *The International Journal of Neuroscience*, 111, 1-2, 1-9.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389–433.
- Lackner, J. R., & Teuber, H. L. (1973). Alterations in auditory fusion thresholds after cerebral injury in man. *Neuropsychologia*, 11, 4, 409-15.
- Lalueza, C., & Frayer, D. W. (1997). Non-dietary marks in the anterior dentition of the Krapina neanderthals. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7, 133–149.
- Larkby, C., & Day, N. (1997). The Effects of Prenatal Alcohol Exposure. *Alcohol Health & Research World*, 21, 3, 192-198.
- Larson, G. E., Haier, R. J., Lacasse, L., & Hazen, K. (1995). Evaluation of a “Mental Effort” hypothesis for correlations between cortical metabolism and intelligence. *Intelligence*, 21, 267–278.
- Leask, S. J., & Crow, T. J. (1997). How far does the brain lateralize? An unbiased method for determining the optimum degree of hemispheric specialization. *Neuropsychologia*, 35, 10, 1381–1387.

- Leask, S. J., & Crow, T. J. (2001). Word acquisition reflects lateralization of hand skill. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 513-516.
- Leask, S. J., & Crow, T. J. (2006). A single optimum degree of hemispheric specialization in two tasks, in two UK national birth cohorts. *Brain and Cognition*, 62, 3, 221–227.
- Lebel, C., & Beaulieu, C. (2009). Lateralization of the arcuate fasciculus from childhood to adulthood and its relation to cognitive abilities in children. *Human Brain Mapping*, 30, 3563–3573.
- *Leconte, P., & Fagard, J. (2006). Lateral Preferences in Children with Intellectual Deficiency of Idiopathic Origin. *Developmental Psychobiology*, 48, 6, 492-500.
- Lee, K. H., Choi, Y. Y., Gray, J. R., Cho, S. H., Chae, J. H., Lee, S., & Kim, K. (2006). Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 29, 578–586.
- 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.
- Levy, J. (1969). Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. *Nature*, 224, 614-615.
- Levy, J. (1972). Lateral specialization of the human brain, behavioral manifestations and possible evolutionary basis. In: Kiger, J. (Ed.), *The Biology of Behavior*. Oregon State University, Corvallis, pp. 159–180.
- Levy, J. (1977). The mammalian brain and the adaptive advantage of cerebral asymmetry. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 299, 264-272.
- Lewandowski, L. & Kohlbrenner, R. (1985). Lateralization in gifted children. *Developmental Neuropsychology*, 1, 3, 277-282.
- Lewin, R. (1986). Dexterous early hominids. *Science*, 231, 115-115.
- 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.

- Li, Y., Liu, Y., Li, J., Qin, W., Li, K., Yu, C., & Jiang, T. (2009). Brain Anatomical Network and Intelligence. *PLoS Computational Biology*, 5, 5.
- Lidzba, K., Schwilling, E., Grodd, W., Krägeloh-Mann, I., & Wilke, M. (2011). Language comprehension vs. language production: age effects on fMRI activation. *Brain and Language*, 119, 6-15.
- Lidzba, K., Staudt, M., Wilke, M., Grodd, W., & Krageloh-Mann, I. (2006). Lesion induced right-hemispheric language and organization of nonverbal functions. *Neuroreport*, 17, 929–33.
- 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.
- 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, 881-94.
- Lloyd, P. (1998). *Γνωστική και γλωσσική ανάπτυξη*. Μτφρ. Γαλανάκη, Ε., Επιμ. Γιαννίτσας, Ν. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- 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.
- Lubchenko, L. (1976). *The high-risk infant*. Philadelphia: Saunders.
- Lucas, J. A., Rosenstein, L. D., & Bigler, E. D. (1989). Handedness and language among the mentally retarded: Implications for the model of pathological left-handedness and gender differences in hemispheric specialization. *Neuropsychologia*, 27, 713–723.
- Luckasson, R., Borthwick-Duffy, S., Buntinx, W. H. E., Coulter, D. L., Craig, E. M., Reeve, A., Shalock, R. L., Snell, M. E., Spitalnik, D. M., Spreat, S., & Tassé, M. J. (2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports*. (10th ed.). Washington (DC): American Association on Mental Retardation.

- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., Rex, D. E., Jancke, L., & Toga, A. W. (2006). Hemispheric asymmetries in cortical thickness. *Cerebral Cortex*, 16, 1232–1238.
- Luders, E., Narr, K. L., Bilder, R. M., Thompson, P. M., Szeszko, P. R., Hamilton, L., & Toga, A. W. (2007). Positive correlations between corpus callosum thickness and intelligence. *Neuroimage*, 37, 1457–1464.
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., & Toga, A. W. (2009 α). Neuroanatomical correlates of intelligence. *Intelligence*, 37, 156–163.
- Luders, E., Toga, A. W., Lepore, N., & Gaser, C. (2009 β). The underlying anatomical correlates of long-term meditation: larger hippocampal and frontal volumes of gray matter. *NeuroImage*, 45, 672–678.
- Luders, E., Thompson, P.M., Narr, K.L., Zamanyan, A., Chou, Y.Y., Gutman, B., Dinov, I.D., & Toga, A.W. (2010). The link between callosal thickness and intelligence in healthy children and adolescents. *Neuroimage*, 54, 3, 1823-30.
- Luria, A. R. (1973). *The working brain*. New York: Basic Books.
- Lust, J. M., Geuze, R. H., Groothuis, A. G. G., van der Zwan, J. E., Brouwer, W. H. vanWolffelaar, P. C., & Bouma, A. (2011). Driving performance during word generation—testing the function of human brain lateralization using fTCD in an ecologically relevant context. *Neuropsychologia*, 49, 2375–2383.
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T., (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, 77, 23-28.
- Luwel, K., Foustana, A., Papadatos, Y., & Verschaffel, L. (2011). The role of intelligence and feedback in children's strategy competence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 1, 61-76.
- Luxen, M., & Buunk, B. (2005). Second-to-fourth digit ratio related to Verbal and Numerical Intelligence and the Big Five. *Personality and Individual Differences*, 39, 959-966.
- MacLulich, A. M., Ferguson, K. J., Deary, I. J., Seckl, J. R., Starr, J. M., & Wardlaw, J. M. (2002). Intracranial capacity and brain volumes are associated with

- cognition in healthy elderly men. *Neurology*, 59, 169-174.
- Maehara, K., Negishi, N., Tsai, A., & Iizuka, R. (1988). Handedness in the Japanese. *Developmental Neuropsychology*, 4, 117-127.
- Manning, J. T., & Peters, M. (2009). Digit Ratio (2D:4D) and Hand Preference for Writing in the BBC Internet Study. *Laterality*, 14, 5, 528-540.
- Manning, J. T., Barley, L., Walton, J., Lewis-Jones, D. I., Trivers, R. L., Singh, D., Thornhill, R., Rhode, P., Bereczkei, T., Henzi, P., Soler, M., & Szwed A. (2000). The 2nd:4th Digit Ratio, Sexual Dimorphism, Population Differences, and Reproductive Success: Evidence for Sexually Antagonistic Genes? *Evolution and Human Behavior*, 21, 163–183.
- 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*, 13, 3000–3004.
- Martin, G. N. (2003). *Νευροψυχολογία: Εγκέφαλος και συμπεριφορά*. Μετάφραση Μεσσήνης, Α. & Αντωνιάδης, Γ. Εκδόσεις, Έλλην. Αθήνα.
- Martin, G. N. (2006). *Human Neuropsychology*. UK: Pearson Prentice Hall
- 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.
- Mascie-Taylor, C. G. N. (1980). Hand preference and components of I.Q. *Annals of Human Biology*, 7, 3, 235-248.
- Mayringer, H. & Wimmer, H. (2002). No deficits at point of hemispheric indecision. *Neuropsychologia*, 40, 701–704.
- McCarthy, B. (1998). *The Hemispheric Mode Indicator (HMI)*. Barrington: Excel.
- McClearn, G. E., Johansson, B., Berg, S., Pedersen, N. L., Ahern, F., Petrill, S. A., & Plomin, R. (1997). Substantial genetic influence on cognitive abilities in twins 80+ years old. *Science*, 276, 1560–1563.

- McDaniel, M. A. (2005). Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Intelligence*, 33, 337–346.
- McDaniel, M. A., & Nguyen, N. T. (2002). A meta-analysis of the relationship between MRI-assessed brain volume and intelligence. Presented at *Proc Int. Soc. Intel. Res.*, Nashville, TN.
- McHenry, H. (1975). Fossil hominid body weight and brain size. *Nature*, 254, 686—688.
- McManus, I. C. (1985). Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. *Psychological Medicine Monograph Supplement*, 8, 1-40.
- McManus, I. C. (1991). The inheritance of left-handedness. In Bock, G. R. & Marsh, J. (Eds.), *Biological asymmetry and handedness* (Ciba foundation symposium 162) (pp. 251-281). Chichester: Wiley.
- McManus, I. C. (1997). *Psychology in the perspective (2nd ed.)*. New York: Addison Wesley Longman Inc.
- McManus, I. C. (2002). *Right hand, left hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms and cultures*. London, UK. Cambridge, MA: Weidenfeld and Nicolson. Harvard University Press.
- McManus, I. C., & Bryden, M. P. (1991). Geschwind's theory of cerebral lateralization: Developing a formal, casual model. *Psychological Bulletin*, 110, 2, 237-253.
- 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., Shergill, S., & Bryden, M. P. (1993). Annett's theory that individuals heterozygous for the right-shift gene are intellectually advantaged: Theoretical and empirical problems. *British Journal of Psychology*, 84, 517 – 537.
- McMichael, A. J., Gotch, F. M., Santos-Aguado, J., & Strominger, J. L. (1988). Effect of mutations and variations of HLA-A2 on recognition of a virus peptide

epitope by cytotoxic T lymphocytes. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 85, 9194-9198 .

Meeker, M. N. (1969). *The Structure of Intellect*. Columbus, OH: Merrill.

Mercure, E., Ashwin, E., Dick, F., Halit, H., Auyeung, B., Baron-Cohen, S., & Johnson, M. H. (2009). IQ, fetal testosterone and individual variability in children's functional lateralization. *Neuropsychologia*, 47, 12, 2537-43.

Mercure, E., Dick, F., Halit, H., & Johnson, M. (2007). Explaining individual variability in lateralization for words and faces. *Paper presented at the Cognitive Neuroscience Society*.

Mietzel, G. (1975.) *Paedagogische Psychologie*, 2. Aufl. Goettingen Hogrefe.

Mildner, V. (2008). *The cognitive neuroscience of human communication*. USA: Taylor and Francis Group.

Miller, E. (1971). Handedness and the pattern of human ability. *British Journal of Psychology*, 62, 111-112.

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 21, 167–202.

Miller, L. K., & Turner, S. (1973). Development of hemifield differences in word recognition. *Journal of Educational Psychology*, 65, 172-176.

Misra, I. (2007). Laterality and Its Assessment: Emerging Perspectives and Issues, *Indian Psychological Abstracts and Reviews*, 13, 2-28.

Moffat, S. D., Hampson, E., & Lee, D. H. (1998). Morphology of the planum temporale and corpus callosum in left handers with evidence of left and right hemisphere speech representation. *Brain*, 121, 2369-2379.

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.

- Møller, A. P. (1999). Asymmetry as a predictor of growth, fecundity and survival. *Ecology Letters*, 2, 149–156.
- Møller, A. P., & Swaddle, J. P. (1997). *Asymmetry, developmental stability, and evolution*. Oxford University Press, New York.
- Morgan, H. (1992). *An analysis of Gardner's theory of multiple intelligence*. Paper presented at the Annual Meeting of The Eastern Educational Research Association. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 360 088).
- Morris, R. D., & Ronski, M. A. (1993). Handedness distribution in a nonspeaking population with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 97, 443-448.
- Moser, H. W. (1992). Prevention of mental retardation (genetics). In L Rowitz (ed.), *Mental Retardation in the Year 2000*. N.Y: Springer-Verlag.
- Narr, K. L., Woods, R. P., Thompson, P. M., Szeszko, P., Robinson, D., Dimtcheva, T., Gurbani, M., Toga, A. W., & Bilder, R. M. (2007). Relationships between IQ and regional cortical gray matter thickness in healthy adults. *Cerebral Cortex*, 17, 2163–2171.
- Natsopoulos, D., Kiosseoglou, G. & Xeromeritou, A., (1992). Handedness and spatial ability in children: further support for Geschwind's hypothesis of "pathology of superiority" and for Annett's theory of intelligence. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 118, 1, 103-126.
- Natsopoulos, D., Xeromeritou, A., Kiosseoglou, G., & Alevriadou, A. (1998). Do the hands talk on mind's behalf? Differences in language ability between left- and right-handed children. *Brain and Language*, 64, 182-214.
- Needleman, P., Adams, S. P., Cole, B. R., Currie, M. G., Geller, D. M., Michener, M. L., Saper, C. B., Schwartz, D., & Standaert D. G. (1985). Atriopeptins as cardiac hormones. *Hypertension*, 7, 469-482.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T., Boykin, A., Brody, N., Ceci, S., Halpern, D.F., Loehlin, J.C., Perloff, R., Sternberg, R.J., & Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51, 77-101.

- Nelson, W. J. (2003). Adaptation of core mechanisms to generate cell polarity. *Nature*, 422, 766-774.
- Netley, C. (1975). Dichotic listening of callosal agenesis and Turner's syndrome patients. *New York: Academic Press*, 134-143.
- Nettle, D. (2003). Hand laterality and cognitive ability: A multiple regression approach. *Brain Cognition.*, 52, 390-398.
- Neubauer, A. (2003). Les clés de l'intelligence. *Cerveau & Psycho*, 1, 51-53.
- Neubauer, A. C., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1004-1023.
- Neville, H. J. & Bavelier, D. (1998). Neural organization and plasticity of language. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 2, 254-258.
- Newcombe, F. G., Ratcliff, G. G., Carrivick, P. J., Hiorns, R. W., Harrison, G. A., & Gibson, J. B. (1975). Hand preference and 1Q in a group of Oxfordshire villages. *Annals of Human Biology*, 2, 235-242.
- Nguyen, N. T., & McDaniel, M. A. (2000). *Brain size and intelligence: A meta-analysis*. Paper presented at the First Annual Conference of the International Society of Intelligence Research, Cleveland, OH.
- Nicholls, M. E. R., Chapman, H. L., Loetscher, T., & Grimshaw, G. M. (2010). The relationship between hand preference, hand performance, and general cognitive ability. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16, 4, 585-592.
- Nicholls, M. E. R., & Wood, A. G. (1998). The contribution of attention to the right visual field advantage for word recognition. *Brain & Cognition*, 38, 339-357.
- Njemanze, P. C. (2005). Cerebral lateralization and general intelligence: Gender differences in a transcranial Doppler study. *Brain and Language*, 92, 234-239.
- Oakland, T., & Stern, W. (1989). Variables associated with reading and math achievement among a heterogeneous group of students. *Journal of School Psychology*, 27, 127-140.

- O' Boyle, M. (2005). Some current findings on brain characteristics of the mathematically gifted adolescent. *International Education Journal*, 6, 2, 247-251.
- O' Boyle, M. (2008). Mathematically gifted children: Developmental brain characteristics and their prognosis for well-being. *Roeper Review*, 30, 181-186.
- O' Boyle, M., & Benbow, C. P. (1990). Enhanced right hemisphere involvement during cognitive processing may relate to intellectual precocity. *Neuropsychologia*, 28, 211-216.
- O' Boyle, M. W., Benbow, C. P., & Alexander, J. E. (1995). Sex differences, hemispheric laterality, and associated brain activity in the intellectually gifted. *Developmental Neuropsychology*, 11, 4, 415-443.
- O' Boyle, M. W., Cunnington, R., Silk, T. J., Vaughan, D., Jackson, G., Syngeniotis, A., & Egan, G. F. (2005). Mathematically gifted male adolescents activate a unique brain network during mental rotation. *Cognitive Brain Research*, 25, 2, 583-587.
- O' Boyle, M. W., Gil, H., Benbow, C., & Alexander, J. (1994). Concurrent finger-tapping in mathematically gifted males: Evidence for enhanced right hemisphere involvement during linguistic processing. *Cortex*, 30, 3, 519-526.
- 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.
- Olk, B., & Hartje, W. (2001). The bilateral effect: callosal inhibition or intrahemispheric competition. *Brain and Cognition*, 45, 317-324.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Opitz, J. M. (1996). *Historiography of the causal analysis of mental retardation*. Speech to the 29th Annual Gatlinburg Conference on Research and Theory in Mental Retardation. Gatlinburg, TN.
- O'Rahilly, R., & Muller, F. (1987). *Developmental stages in human embryos*. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington.

- Ortigue, S., Michel, C. M., Murray, M. M., Mohr, C., Carbonnel, S., & Landis, T. (2004). Electrical neuroimaging reveals early generator modulation to emotional words. *NeuroImage*, 21, 1242–1251
- *Ostatnikova, D., Laznibatova, J., Putz, Z., Mataseje, A., Dohnanyiova, M., & Pastor, K. (2002). Biological aspects of intellectually giftedness. *Studia Psychologica*, 44, 3-13.
- Paik, H. S. (1998). *One Intelligence or Many? Alternative Approaches to Cognitive Abilities*. Washington University.
- Palmer, R. E., & Corballis, M. C. (1996). Predicting reading ability from handedness measures. *British Journal of Psychology*, 87, 609-620.
- Palmer, A. R., & Strobeck, C. (1986). Fluctuating asymmetry: Measurement, analysis, patterns. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 391-421.
- 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*, 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.
- Payton, A., Holland, F., Diggle, P., Rabbitt, P., Horan, M., Davidson, Y., Gibbons, L., Worthington, J., Ollier, W. E., & Pendleton, N. (2003). Cathepsin D exon 2 polymorphism associated with general intelligence in a healthy older

- population. *Molecular Psychiatry*, 8, 14-18.
- Penfield, W., & Jasper, H. (1954). *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*. Little, Brown, Boston.
- Pennington, B. F., Filipek, P. A., Lefly, D., Chhabildas, N., Kennedy, D., Simon, J. H., Filley, C. M., Galaburda, A., & DeFries, J. C. (2000). A twin MRI study of size variations in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 1, 223–232.
- Peters, M. (1995). Does brain size matter? A reply to Rushton and Ankney. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 49, 4, 570-576.
- Peters, M., Reimers, S., & Manning, J. T. (2006). Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioural variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain & Cognition*, 62, 177 – 189 .
- Piccirilli, M., D'Alessandro, P., Mazzi, P., Sciarra, T., & Testa, A. (1991). Cerebral organization for language in Down's syndrome patients. *Cortex*, 27, 41-47.
- *Pickersgill, M. J., & Pank, P. (1970). Relation of age and Mongolism to lateral preference in severely subnormal subjects. *Nature*, 228, 1342-1344.
- Piercy, M. (1964). The effects of cerebral lesions on intellectual function: a review of current research trends. *British Journal of Psychiatry*, 110, 310–352.
- Pinel, J. P. J. (2011). *Βιοψυχολογία*. Μτφρ. Κρομμύδας, Γ. Εκδ. Έλλην, Αθήνα.
- Pipe, M. E. (1988). Atypical laterality and retardation. *Psychological Bulletin*, 104, 3, 343-347.
- *Pipe, M. E., & Beale, I. L. (1983). Hemispheric specialization for speech in retarded children. *Neuropsychologia*, 21, 91–98.
- *Piro, J. M. (1998). Handedness and intelligence: Patterns of hand preference in gifted and nongifted children. *Developmental Neuropsychology*, 14, 4, 619 - 630.
- Planche, P. (1985). Modalités fonctionnelles et conduites de résolution de problème chez des enfants précoces de cinq, six et sept ans d'âge chronologique. *Archives de Psychologie*, 53, 411–415.

- Plomin, R. (1999). Genetics of childhood disorders: III. Genetics and Intelligence. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 786–788.
- Plomin, R., DeFries, J. C., & Loehlin, J. C. (1977). Genotype–environment interaction and correlation in the analysis of human behavior. *Psychological Bulletin*, 84, 309–322.
- Plomin, R., Kovas, Y., & Haworth, C. M. A. (2007). Generalist genes: Genetic links between brain, mind, and education. *Mind, Brain, and Education*, 1, 1, 11–19.
- Porac, C., & Coren, S. (1981). *Lateral preferences and human behavior*. Berlin: Springer Verlag.
- *Porac, C., Coren, S., & Duncan, P. (1980). Lateral preference in retardates: Relationships between hand, eye, foot and ear preference. *Journal of Neuropsychology*, 2, 3, 173-188.
- Porac, C., Izaak, M., & Rees, L. (1990). Age trends in handedness: an environmental approach. *Paper presented at the meeting of the Canadian Psychological Association, Ottawa*.
- Posthuma, D., Baare, W. F. C., Hulshoff Pol, H. E., Kahn, R. S., Boomsma D. I., & De Geus, E. J. C. (2003). Genetic correlations between brain volumes and the WAIS-III dimensions of verbal comprehension, working memory, perceptual organization and processing speed. *Twin Research*, 6, 2, 131–139.
- Posthuma, D., Geus, E. J. C., de Baaré, W. F. C., Hulshoff Pol, H. E., Kahn, R. S., & Boomsma, D. I. (2002). The association between brain volume and intelligence is of genetic origin. *Nature Neuroscience*, 5, 2, 83–84.
- Powell, J. L., Kemp, G. J., & Garcia-Finana, M. (2012). Association between language and spatial laterality and cognitive ability: an fMRI study. *Neuroimage*, 59, 1818-29.
- Prabhakaran, V., Smith, J. A. L., Desmond, J. E., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. E. (1997). Neuronal substrates of fluid reasoning: an fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test. *Cognitive Psychology*, 33, 43–63.

- Prabhakaran, V., Rypma, B., & Gabrieli, J. D. E. (2001). Neural substrates of mathematical reasoning: a functional magnetic resonance imaging study of neocortical activation during performance of the Necessary Arithmetic Operations Test. *Neuropsychology*, 15, 115–127.
- Previc, F. H. (1991). A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychological Review*, 98, 3, 299–334.
- Prokosch, M. D., Yeo, R. A., & Miller, G. F. (2005). Intelligence tests with higher g-loadings show higher correlations with body symmetry: Evidence for a general; fitness factor mediated by *developmental* stability. *Intelligence*, 33, 203-213.
- Provins, K. A. (1990). Handedness and conformity in a small isolated community. *International Journal of Psychology*, 25, 343-350.
- Provins, K. A., & Magliaro, J. (1989). Skill, strength, handedness and fatigue. *Journal of Motor Behavior*, 21, 113-121.
- 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.
- Purves, D., White, L. E., & Andrews, T. J. (1994). Manual asymmetries and handedness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 5030-5032.
- Raczkowski, D., Kalat, J. W., & Nebes, R. (1974). Reliability and validity of some handedness questionnaire items. *Neuropsychologia*, 12, 43–47.
- Rahman, Q., Wilson, G. D., & Abrahams, S. (2004). Developmental instability is associated with neurocognitive performance in heterosexual and homosexual men, but not women. *Behavioral Neuroscience*, 118, 243–247.
- Ramadhani, M. K. (2006). *Pathological Left-handedness. Revisited: Origins and Later Life Health Outcomes*. Proefschrift Universiteit Utrecht, Utrecht, Netherlands.
- 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, 355–369.

- Raven, J. (1981). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Research supplement no. 1: The 1979 British standardisation of the Standard Progressive Matrices and Mill Hill Vocabulary Scales, together with comparative data from earlier studies in the UK, US, Canada, Germany, and Ireland.* Oxford, England: Oxford Psychologists Press/San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Raven, J. (2000). *Raven Manual Research Supplement 3 - American Norms. Neuropsychological Applications.* San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- 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.
- Reed, T. E., & Jensen, A. R. (1992). Conduction velocity in a brain nerve pathway of normal adults correlates with intelligence level. *Intelligence*, 16, 259-272.
- Reed, T.E., & Jensen. A.R. (1993). Choice reaction time and visual pathway conduction velocity both correlate with intelligence but appear not to correlate with each other: Implications for information processing. *Intelligence*, 17, 191-203.
- Reed, J. C., & Reitan, R. M. (1969). Verbal and performance differences among brain-injured children with lateralized motor deficits. *Perceptual and Motor Skills*, 29, 747-752.
- Reiss, A. R., Abrams, M. T., Singer, H. S., Ross, J. R., & Denckla, M. B. (1996). Brain development, gender and IQ in children: A volumetric study. *Brain*, 119, 1763–1774.
- Resch, F., Haffner, J., Parzer, P., Pfueller, U., Strehlow, U., & Zerahn-Hartung, C. (1997). Testing the hypothesis of the relationships between laterality and ability according to Annett's right-shift theory: Findings in an epidemiological sample of young adults . *British Journal of Psychology*, 88, 621 – 635.

- Rhodes, L. E., Dustman, R. E., & Beck, E. C. (1969). The visual evoked response: a comparison of bright and dull children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 27, 364-372.
- Ricciuti, H. N. (1993). Nutrition and mental development. *Current Directions in Psychological Science*, 2, 43-46.
- 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.
- Roberts, L. D. (1974). Intelligence and handedness. *Nature*, 252, 5479, 180.
- Robinson, N. M., & Noble, K. D. (1991). Social-emotional development and adjustment of gifted children. In M. C. Wang, M. C. Reynolds, & H. J. Walberg (Eds.), *Handbook of special education: Research and practice* (Vol. 4, pp. 57-76). Oxford: Pergamon Press.
- Rodgers, J. L., Cleveland, H. H., Van den Oord, E., & Rowe, D. (2000). Resolving the Debate Over Birth Order, Family Size and Intelligence. *American Psychologist*, 55, 6.
- Rogan, W. J., Dietrich, K. N., Ware, J. H., Dockery, D. W., Salganik, M., Radcliffe, J., Jones, R. L., Ragan, N. B., Chisolm, J. J., & Rhoads, G. G. (2001). The Effect of Chelation Therapy with Succimer on Neuropsychological Development in Children Exposed to Lead. *New England Journal of Medicine*, 344, 1421-1426.
- Rosetti, L. (1986). *High risk infants: Identification, assessment, and intervention*. Boston: Little Brown.
- Ross, G., Lipper, E. G., & Auld, P. A. M. (1987). Hand preference of four-year-old children: Its relationship to premature birth and neurodevelopmental outcome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 29, 615-622.
- Ross, G., Lipper, E. G., & Auld, P. A. M. (1992). Hand preference, prematurity and developmental outcome at school age. *Neuropsychologia*, 30, 483-494.

- Rourke, B. P., & Telegdy, G. A. (1971). Lateralizing significance of WISC verbal-performance discrepancies for older children with learning disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 33, 875-883.
- Rush, D., Stein, Z., Susser, M., & Brody, N. (1980). Outcome at or year of age: Effects on somatic and psychological measures. In D. Rush, Z. Stein, & M. Susser (Eds.), *Diet in pregnancy: A randomized controlled trial of nutritional supplements*. New York: Liss.
- Rushton, J. P., & Ankney, C. D. (2009). Whole-brain size and general mental ability: A review. *International Journal of Neuroscience*, 119, 691-731.
- Saigal, S., Rosenbaum, P., Szatmari, P., & Hoult, L. (1992). Non-right handedness among ELBW and term children at eight years in relation to cognitive function and school performance. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 34, 425-433.
- Salva, O. R., Regolin, L., Mascalzoni, E., & Vallortigara, G. (2012). Cerebral and behavioural asymmetries in animal social recognition. *Comparative cognition and behavior reviews*, 7, 110-138.
- Sattler, J. M. (1992). *Assessment of children's intelligence and special abilities* (3rd Ed.). Boston, Mass: Allyn & Bacon. *Neuropsychologia*, 5, 295-310.
- Satz, P. (1972). Pathological left-handedness. *Cortex*, 8, 121-135.
- Satz, P., Achenbach, K., & Fennel, E. (1967). Correlations between assessed manual laterality and predicted speech laterality in a normal population. *Neuropsychologia*, 5, 292-310.
- Satz, P., Orsini, D. L., Saslow, E., & Henry, R. (1985). The pathological left-handedness syndrome. *Brain and Cognition*, 4, 27-46.
- Satz, P., Strauss, E., & Whitaker, H. (1990). The ontogeny of hemispheric specialization: Some old hypothesis revisited. *Brain and Language*, 38, 596-614.
- Schatz, J., & Buzan, R. (2006). Decreased corpus callosum size in sickle cell disease: relationship with cerebral infarcts and cognitive functioning. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 24-33.

- Scheirs, J. G. M., & Schijndel, F. A. A. van (1996). Handedness and birth stress in children and young adults with learning or behavioral difficulties. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2, 3, 184.
- Schmithorst, V. J., & Holland, S. K. (2007). Sex Differences in the Development of Neuroanatomical Functional Connectivity underlying Intelligence found using Bayesian Connectivity Analysis. *Neuroimage*, 35, 1, 406–419.
- Schmithorst, V. J., Wilke, M., Dardzinski, B. J., & Holland, S. K. (2005). Cognitive functions correlate with white matter architecture in a normal pediatric population: A diffusion tensor MRI study. *Human Brain Mapping*, 26, 139–147.
- Schoenthaler, S. J., Amos, S. P., Eysenck, H. J., Peritz, E., & Yudkir, J. (1991). Controlled trial of vitamin-mineral supplementation: EI% on intelligence and performance. *Personality and Individual Differences*, 12, 351-362.
- Schwartz, M., Creasey, H., Grady, C. L., DeLeo, J. M., Frederickson, H. A., Culter, N. R., & Rapoport, S. I. (1985). Computed tomographic analysis of brain morphometrics in 30 healthy men, aged 21 to 81 years. *Annals of Neurology*, 17, 146–157.
- *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.
- Searleman, A., Porac, C., & Coren, S. (1989). Relationship between birth order, birth stress, and lateral preferences: A critical review: *Psychological Bulletin*, 705, 3, 397-408.
- Seddon, B. M., & McManus, I. C. (1993). The incidence of left-handedness: A meta-analysis. *Unpublished manuscript*.
- Shaffer, D.R. (1989). *Development Psychology Childhood and Adolescence* (2nd Ed.). California: Brooks/ Cole Publishing Company.
- Shapleske, J., Rossell, S. L., Woodruff, P. W., & David, A. S. (1999). The planum temporale: a systematic, quantitative review of its structural, functional and clinical significance. *Brain Research Reviews*, 29, 26–49.

- Shaw, P., Greenstein, D., Lerch, J., Clasen, L., Lenroot, R., Gogtay, N., Evans, A., Rapoport, J., & Giedd, J. (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440, 676–679.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Constable, R. T., Skudlarski, P., Fulbright, R. K., Bronen, R. A., Fletcher, J. M., Shankweiler, D. P., & Katz, L. (1995). Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature*, 373, 607–609.
- Shucard, J. L., Shucard, D. W., Cummins, K. R., & Campos, J. J. (1981). Auditory evoked potentials and sex related differences in brain development. *Brain and Language*, 13, 91-102.
- Sigman, M. (1995). Nutrition and child development: More food for thought. *Current Directions in Psychological Science*, 4, 52-55.
- Silva, D. A., & Satz, P. (1979). Pathological left-handedness: Evaluation of a model. *Brain and Language*, 7, 8-16.
- 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. L., Fletcher, J. M., Bergman, E., & Papanicolaou, A. C. (2000). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children: a magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex*, 10, 809–816.
- 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.
- Singh, H., & O' Boyle, M. W. (2004). Differences in interhemispheric interaction during global/local processing in mathematically gifted adolescents, average

- ability youth and college students. *Neuropsychology*, 18, 371-377.
- Skullerud, K. (1985). Variations in the size of the human brain. Influence of age, sex, body length, body mass index, alcoholism, Alzheimer changes, and cerebral atherosclerosis. *Acta Neurologica Scandinavica. Supplementum*, 102, 1-94.
- Slavin, R. E. (2007). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία: Θεωρία και Πράξη* (Επιμ. Κ. Μ. Κόκκινος). Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Smart, J. L., Jeffery, C., & Richards, B. A. (1980). A retrospective study of the relationship between birth history and handedness at six years. *Early Human Development*, 4, 79-88.
- Smith, L. G. (1917). A Brief Survey of Right- and Left-handedness. *Pedagogical Seminary*, 24, 19-35.
- Smythe, P., & Annett, M. (2006). Phonology and handedness in primary school: predictions of the right shift theory. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 205-212.
- Snow, R. E., Kyllonen, P. C., & Marshalek, B. (1984). The topography of ability and learning correlations. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence, Volume 2*, (47-103). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Snyderman, M., & Rothman, S. (1987). Survey of expert opinion on intelligence and aptitude testing. *American Psychologist*, 42, 2, 137-144.
- 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.
- Song, M., Zhou, Y., Li, J., Liu, Y., Tian, L., Yu, C., & Jiang, T. (2008). Brain spontaneous functional connectivity and intelligence. *Neuroimage*, 41, 1168-1176.
- Soper, H. V., Satz, P., Orsini, D. L., Van Grop, W. G., & Green, M. F. (1987). Handedness distribution in a residential population with severe or profound mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 92, 94-102.

- Spearman, C. E. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 5, 201-293.
- Spearman, C. (1927). *The Nature of 'Intelligence' and the Principles of Cognition*. Macmillan, London.
- Spencer, M. D., Gibson, R. J., Moorhead, T. W., Keston, P. M., Hoare, P., Best, J. J., Lawrie, S. M., & Johnstone, E. C. (2005). Qualitative assessment of brain anomalies in adolescents with mental retardation. *American Journal of Neuroradiology*, 26, 2691–2697.
- Spenneman, D. R. (1984). Handedness data on the European Neolithic. *Neuropsychologia*, 22, 613-615.
- Sperry, R. W. (1974). Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. In Schmitt, F. and Worden, F. (Eds.), *Neurosciences Third Study Program*, (Ch. I, Vol. 3, pp. 5- 19). Cambridge: MIT Press.
- Spironelli, C., Angrilli, A., & Pertile, M. (2008). Language plasticity in aphasics after recovery: evidence from slow evoked potentials. *NeuroImage*, 40, 912-922.
- Spironelli, C., Penolazzi, B., Vio, C., & Angrilli, A. (2010). Cortical reorganization in dyslexic children after phonological training: evidence from early evoked potentials. *Brain*, 133, 3385-3395.
- Springer, J. A., Binder, J. R., Hammeke, T. A., Swanson, S. J., Frost, J. A., Bellgowan, P. S., Brewer, C. 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* (3rd ed.). New York: Freeman.
- Springer, S. P., & Searleman, A. (1978). Ontogeny of hemispheric specialization: Evidence from dichotic listening in twins. *Neuropsychologia*, 16, 3, 269–281.
- Steelman, L. C., & Doby, J. T. (1983). Family Size and Birth Order as Factors on the IQ Performance of Black and White Children. *Sociology of Education*, 56, 101-109.

- Steenhuis, R. E., & Bryden, M. P. (1989). Different dimensions of hand preference that relate to skilled and unskilled activities. *Cortex*, 25, 289-304.
- Stein, Z., Susser, M., Saenger, G., & Marolla, F. (1975). *Famine and human development: The Dutch hunger winter of 1944-45*. New York: Oxford University Press.
- Steinmetz, H., Vilkman, J., Jancke, L., & Freund, H. J. (1991). Anatomical left-right asymmetry of language related temporal cortex is different in left- and right-handers. *Annals of Neurology*, 29, 315-319.
- 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, 74.
- Stern, W. (1912). *The Psychological Methods of Intelligence Testing* (G. Whipple, Trans.). Baltimore: Warwick and York.
- Sternberg, R. J., & Detterman, D. K. (1986). *What is intelligence? Contemporary viewpoints on its nature and definition*. Norwood, NJ: Ablex.
- Sternberg, R. J., & Kaufman, J. C. (1998). Human abilities. *Annual Review of Psychology*, 49, 479-502.
- Strauss, E., Satz, P., & Wada, J. (1990). An examination of the crowding hypothesis in epileptic patients who have undergone the carotid amytal test. *Neuropsychologia*, 28, 11, 1221-1227.
- Streissguth, A.P., Barr, H.M., & Sampson, P.D. (1990). Moderate prenatal alcohol exposure: Effects on child IQ and learning problems at age 7 1/2 years. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 14, 662-669.
- Streissguth, A. P., Barr, H. M., Sampson, P. D., Darby, B. L., & Martin, D. C. (1989). IQ at age 4 in relation to maternal alcohol use and smoking during pregnancy. *Developmental Psychology*, 25, 3- 11.
- Strickland, B. (2001). *The Gale Encyclopedia of Psychology*. Eastword Publication Development, Pepper Pike. Ohio.

- Stroobant, N., Van Boxtael, J., & Vingerhoets, G. (2011). Language lateralization in children: a functional transcranial Doppler reliability study. *Journal of Neurolinguistics*, 24, 14–24.
- Sulzbacher, S., Thomson, J., Farwell, J. R., Temkin, N. R., & Holubkov, A. L. (1994). Crossed dominance and its relationship to intelligence and academic achievement. *Developmental Neuropsychology*, 10, 4, 473-479.
- Super, C. M. (1983). Cultural variation in the meaning and uses of children's "intelligence." In J. B. Deregowski, S. Dziurawiec, & R. C. Annis (Eds.), *Explorations in cross-cultural psychology* Lisse. The Netherlands: Swets & Zeitlinger.
- Szaflarski, J. P., Binder, J. R., Possing, E. T., McKiernan, K. A., Ward, B. D., & Hammeke, T. A. (2002). Language lateralization in left-handed and ambidextrous people: fMRI data. *Neurology*, 59, 238-244.
- Szaflarski, J. P., Holland, S. K., Schmithorst, V. J., & Byars, A. W. (2006 α). fMRI study of language lateralization in children and adults. *Human Brain Mapping*, 27, 202–212.
- Szaflarski, J. P., Schmithorst, V. J., Altaye, M., Byars, A. W., Ret, J., Plante, E., & Holland, S. K. (2006 β). A longitudinal functional magnetic resonance imaging study of language development in children 5 to 11 years old. *Annals of Neurology*, 59, 796–807.
- Tan, U. (1988). The Relationship Between Nonverbal Intelligence, Familial Sinistrality and Geschwind Scores in Right-Handed Female Subjects. *International Journal of Neuroscience*, 43, 3-4 , 177-182.
- Tapley, S. M., & Bryden, M. P. (1985). A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 23, 215-221.
- Terman, L. M. (1925). *Mental and physical traits of a thousand gifted children (I)*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Thoma, R. J., Yeo, R. A., Gangestad, S. W., Halgren, E., Sanchez, N. M., & Lewine, J.D. (2005). Cortical volume and developmental instability are independent predictors of general intellectual ability. *Intelligence*, 33, 27–38.

- Thompson, P. M., Cannon, T. D., Narr, K. L., van Erp, T. G. W., Poutanen, V. P., Huttunen, M. O., Lonnqvist, J., Standerskjold-Nordenstam, C. G., Kaprio, J., Khaledy, M., Dail, R., Zoumalan, C. I. J., & Toga, A.W. (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4, 1253-1258.
- Thorndike, E. L. (1921). Intelligence and its measurement: A symposium. *Journal of Educational psychology*, 12, 123-147, 195-216, 271-275.
- Thorndike, R. L., Hagen, E. P., & Sattler, J. M. (1986). *The Stanford-Binet Intelligence Scale: Fourth edition*. Chicago: Riverside.
- Thurstone, L. L. (1938). Primary Mental Abilities. *Psychometric Monographs No 1*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L. (1940). *The Vectors of Mind*. University Chicago Press, Chicago.
- Tierney, I., Smith, L., Axworthy, D., & Ratcliffe, S. G. (1984). The McCarthy Scales of Children's Abilities: Sex and handedness effects in 128 Scottish five-year-olds. *British Journal of Educational Psychology*, 54, 1, 101-105.
- Toga, A. W., & Thompson, P. M. (2003). Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 37-48.
- Torrance, E. P. & Mourad, S. (1979). Role of hemisphericity in performance on selected measures of creativity. *The Gifted Child Quarterly*, 23, 1, 44-45.
- Toth, N. (1985). Archaeological evidence for preferential right handedness in the lower and middle Pleistocene and its possible implications. *Journal of Human Evolution*, 14, 607-614.
- Touwen, B. C. (1972). Laterality and dominance. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 14, 747-755.
- 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.
- Vallortigara, G., Rogers, L. J., & Bisazza, A. (1999). Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization. *Brain Research Reviews*, 30, 164-175.

- Vaivre-Douret, L. (2004). Les caractéristiques développementales d'un échantillon d'enfants tout venant à "hautes potentialités" (surdoués): suivi prophylactique. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 52, 129–141.
- Vaivre-Douret, L. (2011). Developmental and Cognitive Characteristics of "High-Level Potentialities" (Highly Gifted) Children. *International Journal of Pediatrics*, 1-14.
- Vallortigara, G. (2006). The evolutionary psychology of left and right: Costs and benefits of lateralization. *Developmental Psychobiology*, 48, 418-427.
- 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 Dongen, S., & Gangestad, S.W. (2011). Human fluctuating asymmetry in relation to health and quality: a meta-analysis. *Evolution and Human Behavior*, 32, 6, 380-398.
- Van Ettinger-Veenstra, H. M., Ragnehed, M., Hällgren, M., Karlsson, T., Landtblom, A. M., Lundberg, P., & Engström, M. (2010). Right-hemispheric brain activation correlates to language performance. *NeuroImage*, 49, 4, 3481-3488.
- Vernon, P.A. (1987). *Speed of information processing and intelligence*. Norwood, NJ:Ablex.
- Vingerhoets, G., Acke, F., Alderweireldt, A. S., Nys, J., Vandemaele, P., & Achten, E. (2011). Cerebral lateralization of praxis in right- and left-handedness: Same pattern, different strength. *Human Brain Mapping*, in press.
- Waber, D. P. (1977). Sex differences in mental abilities, hemispheric lateralization, and rate of physical growth at adolescence. *Developmental Psychology*, 13, 29-38.
- Wada, J. (1949). A new method for the determination of the side of cerebral speech dominance: A preliminary report on the intracarotid injection of sodium amytal in man. *Medical Biology (Tokyo)*, 14, 221-222.

- Wada, J., & Rasmussen, T. (1960). Intracarotid injection of Sodium Amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Experimental and clinical observations. *Journal of Neurosurgery*, 17, 266-282.
- Wada, J., Clarke, R., & Hamm, A. (1975). Cerebral hemispheric asymmetry in humans: Cortical speech zones in 100 adult and 100 infant brains. *Archives of Neurology*, 32, 239-246.
- Waltz, J. A., Knowlton, B. J., Holyoak, K. J., Boone, K. B., Mishkin, F. S., de Menezes Santos, M., Thomas, C. R., & Miller, B. L. (1999). A system for relational reasoning in human prefrontal cortex. *Psychological Science*, 10, 119-125.
- 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, N. V., & Kimura, D. (1989). Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. *Neuropsychologia*, 27, 1399-1414.
- Wechsler, D. (1958). *The Measurement and Appraisal of Adult Intelligence* (4th ed.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- 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.
- Weems, S., & Zaidel, E. (2004). The relationship between reading ability and lateralized lexical decision. *Brain & Cognition*, 55, 3, 507-515.
- Weinberg, R. A. (1989). Intelligence and IQ. Landmark issues and great debates. *American Psychologist*, 44, 98-104.
- Weinberger, D. R., Delisi, L. E., Perman, G. P., Targum, S., & Wyatt, R. J. (1982). Computed tomography in schizophreniform disorder and other acute psychiatric disorders. *Archives of General Psychiatry*, 39, 778-783.
- Wernicke, C. (1984). *Der aphasische Symptomenkomplex; Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis* [The symptoms of aphasia: A psychological study on an

- anatomical basis]. Breslau, Germany: Cohn and Welgert.
- Whitehouse, A. J. O., & Bishop, D. V. M. (2009). Hemispheric division of function is the result of independent probabilistic biases. *Neuropsychologia*, 47, 1938-1943.
- Whittington, J. E., & Richards, P. N. (1991). Mathematical ability and the right-shift theory of handedness. *Neuropsychologia*, 29, 1075-1082
- Wicks-Nelson, R., & Israel, A.C. (1999). *Behavior Disorders of Childhood* (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Williams, C. S., Buss, K. A., & Eskenazi, B. (1992). Infant resuscitation is associated with an increased risk of lefthandedness. *American Journal of Epidemiology*, 136, 3, 277–286.
- Williams, R. H., Zimmerman, D. W., Zumbo, B. D., & Ross, D. (2003). Charles Spearman: British Behavioral Scientist. *Human Nature Review*, 3, 114-118.
- *Wilson, M., & Dolan, L. (1931). Handedness and ability. *American Journal of Psychology*, 43, 261-268.
- Witelson, S. F. (1987). Neurobiological aspects of language. *Child Development*, 58, 653-688.
- Witelson, S. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. A postmortem morphological study. *Brain*, 112, 799-835.
- Witelson, S. F., Beresh, H., & Kigar, D. L. (2006). Intelligence and brain size in 100 postmortem brains: sex, lateralization and age factors. *Brain*, 129, 386–398
- 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.
- Woods, R. P., Dodrill, C. B., & Ojemann, G. A. (1988). Brain injury, handedness, and speech lateralization in a series of amobarbital studies. *Annals of Neurology*, 23, 510–518.
- Xiang, H. (2012). The language networks of the brain. *PhD Thesis*, Radboud University Nijmegen, Nijmegen.

- Yeo, R. A., & Gangestad, S. W. (1998). Developmental instability and phenotypic variation in neural organization. In N. Raz (Ed.), *The other side of the error term: Aging and development as models in cognitive neuroscience* (pp. 1–51). Elsevier, Amsterdam.
- Yeo, R. A., Gangestad, S. W., & Thoma, R. J. (2007). Developmental instability and individual variation in brain development: implications for the origin of neurodevelopmental disorders. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 245–249.
- Yeo, R. A., Gangestad, S. W., Thoma, R. J., Shaw, P., & Repa, K. (1997). Developmental instability and cerebral lateralization. *Neuropsychology*, 11, 552–561.
- Yeo, R. A., Gangestad, S. W., & Walter, F. D. (1993). Hand preference and developmental instability. *Psychobiology*, 21, 2, 161–168.
- Yeo, R. A., Gangestad, S. W., Thoma, R. J., Shaw, P., & Repa, K. (1997). Developmental instability and cerebral lateralization. *Neuropsychology*, 11, 4, 552–561.
- Yeo, R. A., Thoma, R. J., & Gangestad, S. W. (2002). Human handedness: A biological perspective. In Rapin I. & Segalowitz S. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology* (pp. 329–364). Amsterdam: Elsevier Science.
- Yu, C., Li, J., Liu, Y., Qin, W., Li, Y., Shu, N., Jiang, T., & Li, K. (2008). White matter tract integrity and intelligence in patients with mental retardation and healthy adults. *Neuroimage*, 40, 1533–1541.
- Zaidel, E., Clarke, J. M., & Suyenobu, B. (1990). Hemispheric independence: A paradigm case for cognitive neuroscience. In Scheibel, A. B. & Wechsler, A. F. (Eds.), *Neurobiology of Higher Cognitive Function* (pp. 297–355). New York: Guilford Press.
- Zaidel, D. W., Zaidel, E., Oxbury, S. M., & Oxbury, J. M. (1995). The interpretation of sentence ambiguity in patients with unilateral focal brain surgery. *Brain & Language*, 51, 458–468.

- Zakharov, V. M. (2003). Linking developmental instability and environmental stress: A whole organism approach. In M. Polak (Ed.), *Developmental instability: Causes and consequences* (pp. 114–402). Oxford University Press, Oxford, UK.
- Zarei, M., Johansen-Berg, H., Smith, S., Ciccarelli, O., Thompson, A. J., & Matthews, P. M. (2006). Functional anatomy of interhemispheric cortical connections in the human brain. *Journal of Anatomy*, 209, 311–320.
- Zenhausen, R. (1978). Imagery, cerebral dominance and style of thinking: A unified field model. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 12, 381–384.
- Zurif, E. G., & Bryden, M. P. (1969). Familial handedness and left-right differences in auditory and visual perception. *Neuropsychologia*, 7, 179-187.

Παραρτήματα

Παράρτημα 2.1. Περίληψη μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση

Παράρτημα 3.1. Δελτίο συγκατάθεσης των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και νευροψυχολογικών δεικτών.

Παράρτημα 3.2. Δελτίο συγκατάθεσης των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών, νευροψυχολογικών δεικτών και χρήση διακρανιακού υπερήχου Doppler.

Παράρτημα 3.3. Μέσα συλλογής των δεδομένων της μελέτης της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών δεικτών.

Παράρτημα 3.4. Έντυπο καταγραφής των απαντήσεων των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών δεικτών.

Παράρτημα 2.1. Περίληψη μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη μετα-
ανάλυση.

Μελέτη	Συμμετέχοντες	Εργαλείο μέτρησης νοημοσύνης	Εργαλείο μέτρησης προτίμησης χεριού	Κατηγοριοποίηση προτίμησης χεριού	% Αριστεροχειρίας συνολικά	% Αριστεροχειρίας ΝΚ	% Αριστεροχειρίας ΦΝ	% Αριστεροχειρίας ΥΝ	Σχόλια
Gordon, H. (1921)	7.918 παιδιά συνολικά – 4.620 παιδιά ΝΚ (8-16 ετών) & 3.298 παιδιά ΦΝ (4-14 ετών)	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου ή της κοινωνικής υπηρεσίας	Μπαταρία δοκιμασιών προτίμησης χεριού	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία	13,69	18,24	7,30	-	Παραδείγματα δοκιμασιών προτίμησης χεριού: κόψιμο με ψαλίδι, πέταγμα χαρτιού, σχεδίαση γραμμών, τοποθέτηση αντικειμένων σε κουτί κ.ά.
Wilson, M. O., & Dollan, L. B. (1931)	1.448 παιδιά που φοιτούσαν σε κανονικές και ειδικές τάξεις – 151 μαθητές ΝΚ & 1297 μαθητές ΦΝ	Μπαταρία από τεστ νοημοσύνης	Αυτό-αναφερόμενες δηλώσεις προτίμησης χεριού	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία	4,28	10,59	3,54	-	-
Douglas J. W. B., Ross J. M., & Cooper, J. E. (1967)	3.253 παιδιά (8-15 ετών) – 420 μαθητές ΝΚ, 2.168 μαθητές ΦΝ & 665 μαθητές ΥΝ	Μπαταρία από τεστ νοημοσύνης	Δεδομένα από επίσημα ιατρικά αρχεία	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία- Μη συνεπής προτίμηση χεριού (inconsistent)	15,28	20,00	14,80	13,83	-
Pickersgill, M. J., & Pank, P. (1970).	24 παιδιά – 8 μαθητές ΝΚ (10,9-17,10 ετών) & 16 μαθητές ΦΝ (14,4-15,8 ετών)	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου ή της κοινωνικής υπηρεσίας	EHI	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία	25,00	37,50	18,75	-	-
Barry, R. J., & James, A. L. (1978)	68 μαθητές (Μ.Ο. 121,38 μήνες) – 34 μαθητές ΝΚ & 34 μαθητές ΦΝ	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου	Ερωτηματολόγια προτίμησης χεριού (Annett, 1967. Colby & Parkison, 1977)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	54,41 ^α 26,47 ^β	52,94 ^α 26,47 ^β	55,88 ^α 26,47 ^β	- 255	^α Ποσοστά βάσει του ερωτηματολογίου της Annett (1967). ^β Ποσοστά βάσει του ερωτηματολογίου των Colby & Parkison (1977)

Hicks, R. E., & Dusek, C. (1980)	969 παιδιά (8-12 ετών) – 391 παιδιά ΦΝ & 578 παιδιά ΥΝ	Κλίμακα νοημοσύνης Stanford-Binet	-	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	17,85	-	17,13	18,34	Παρόλο που δεν αναφέρεται το εργαλείο μέτρησης της προτίμησης χεριού, επισημαίνεται η κλίμακα μέτρησης, η οποία κυμαινόταν από +30 (ισχυρή δεξιοχειρία) έως -30 (ισχυρή αριστεροχειρία)
Porac, C., Coren, S., & Duncan, P. (1980)	309 μαθητές – 138 μαθητές ΝΚ (14-24 ετών) & 171 μαθητές ΦΝ (14-19 ετών)	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου ή της κοινωνικής υπηρεσίας	4 δοκιμασίες προτίμησης χεριού (π.χ. σήκωμα και πέταγμα μπάλας, σχεδίαση κύκλων κ.ά.)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	37,54	60,14	19,30	-	-
Pipe, M. E., & Beale, I. L. (1983)	24 παιδιά – 12 μαθητές ΝΚ (8,8-18,10 ετών) & 12 μαθητές ΦΝ (5,3-6,4 ετών)	Κλίμακα νοημοσύνης Stanford-Binet & Peabody MA.	7 δοκιμασίες από το ερωτηματολόγιο προτίμησης χεριού Annett's Handedness Index (1970)	Δεξιοχειρία-Μη δεξιοχειρία	37,50	41,67	33,33	-	Η στοίχιση των παιδιών με ΝΚ και ΦΝ δεν έγινε με βάση τη χρονολογική ηλικία, αλλά τη νοητική
Batheja, M., & McManus, I. C. (1985)	92 μαθητές – 45 μαθητές ΝΚ (7-18 ετών) & 47 μαθητές ΦΝ (7-12 ετών).	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου	10 δοκιμασίες προτίμησης χεριού (π.χ. γράψιμο, ζωγραφική, χρήση κουταλιού κ.ά.)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία	18,48	26,67	10,64	-	Στη μελέτη έλαβαν μέρος συνολικά 83 μαθητές με ΝΚ, εκ των οποίων οι 38 είχαν σύνδρομο Down, γι' αυτό και δεν συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση

Searleman, A., Cunningham, T. F., & Goodwin, W. (1988)	302 μαθητές – 90 μαθητές NK (16-22 ετών) & 212 μαθητές ΦΝ (Β/θμιας εκπαίδευσης).	Δεδομένα από τα επίσημα αρχεία του σχολείου	4 δοκιμασίες προτίμησης χεριού (π.χ. πέταγμα μπάλας, ζωγραφική κύκλου κ.ά.)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Καμία προτίμηση χεριού	19,87	28,89	16,04	-	Το 92% των μαθητών με NK ήταν μικρότερο των 19 ετών
Annett, M. (1993)	342 παιδιά – 107 μαθητές NK – 180 μαθητές ΦΝ & 55 μαθητές ΥΝ	Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Coloured Progressive Matrices, 1965)	Δοκιμασίες προτίμησης και δεξιότητας χεριού (peg-moving task) της Annett (1970)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	33,04	31,78	33,89	32,73	-
Piro, J. M. (1998)	618 παιδιά (8-14 ετών) – 212 μαθητές ΦΝ & 406 μαθητές ΥΝ	Σταθμισμέ-νες κλίμακες νοημοσύνης (π.χ. WISC-R, WISC-III, Stanford-Binet IV)	Dean Laterality Preference Schedule (DLPS, 1988)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	14,08	-	16,04	13,05	-
Grouios, G., Sakadami, N., Poderi, A., & Alevriadou, A. (1999)	146 παιδιά - 73 μαθητές NK (14,7-17,7 ετών) & 73 μαθητές ΦΝ (13,9-18,1 ετών)	Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Coloured Progressive Matrices, 1965)	Ερωτηματολόγιο προτίμησης χεριού (12 δοκιμασίες) των Briggs & Nebes (1975)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	34,93	56,16	13,70	-	-
Ostatnikova, D., Laznibatov, J., Putz, Z., Mataseje, A., Dohnanyiova, M., & Pastor, K. (2002)	379 παιδιά (7-14 ετών) – 144 μαθητές ΦΝ & 235 μαθητές ΥΝ	WISC-III & Stanford-Binet	EHI	Αριστεροχειρία-Μη Αριστεροχειρία	5,54	-	4,17	6,38	-
Leconte, P., & Fagard, J. (2006)	45 παιδιά – 30 παιδιά NK (10-14 ετών) & 15 παιδιά ΦΝ (10-11 ετών)	Έγχρωμες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (Coloured Progressive Matrices, 1976)	12 δοκιμασίες προτίμησης χεριού από τα ερωτηματολόγια των Auzias (1975) και Fagard & Corroyer (2003)	Δεξιοχειρία-Αριστεροχειρία-Αμφιδεξιότητα	20,00	23,33	13,33	-	-

Παράρτημα 3.1. Δελτίο συγκατάθεσης των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και νευροψυχολογικών δεικτών.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

ΠΡΟΕΔΡΟΣ: Καθηγητής Γιάννης Παπαδάτος

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: Δεινοκράτους 27, Κολωνάκι

ΤΗΛ.: 210-3641712

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: «Μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και νευροψυχολογικών δεικτών»

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ: Τόμπρου Δήμητρα-Μαρία

ΔΕΛΤΙΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ

Σας ζητείται να δώσετε τη συγκατάθεσή σας για τη συμμετοχή του παιδιού σας σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα που γίνεται με τη στήριξη του **Πανεπιστημίου Αθηνών** κι έχει εγκριθεί από το **Υπουργείο Παιδείας** και το **Παιδαγωγικό Ινστιτούτο**.

Πριν τη συμμετοχή σας στην έρευνα θα θέλαμε να γνωρίζετε ότι δεν είστε υποχρεωμένοι να συμμετέχετε αν δεν το θέλετε κι ότι μπορείτε να αποχωρήσετε όποτε το θελήσετε.

Οι ακόλουθες πληροφορίες παρέχονται προς ενημέρωσή σας προκειμένου να αποφασίσετε αν επιθυμείτε να συμμετέχετε.

1. Σκοπός

Σκοπός αυτής της έρευνας 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 παραγωγής λόγου δουλεύει πιο πολύ το δεξί ή το αριστερό ημισφαίριο;). Για την αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης θα

χρησιμοποιηθούν ερωτηματολόγια και πρακτικά τεστ προτίμησης και δεξιότητας χεριού (π.χ. πόσο γρήγορα μετακινεί το παιδί ξυλάκια με το δεξί χέρι και πόσο γρήγορα με το αριστερό) και ένα τεστ λεξιλογικής απόφασης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

2. Διαδικασίες

Η συμμετοχή σας σε αυτήν την έρευνα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Στην έρευνα θα πάρουν μέρος μαθητές 13-17 ετών. Η διαδικασία συλλογής των δεδομένων θα είναι η ακόλουθη:

- α) Αρχικά, θα χορηγηθεί σύντομο τεστ νοημοσύνης, η διάρκεια του οποίου δεν θα υπερβαίνει τα 45 λεπτά. Θα τηρηθεί αυστηρά η ανωνυμία των συμμετεχόντων και το απόρρητο των ερωτηματολογίων με τη χρήση κωδικών αντί για ονομάτων.
- β) Ακολούθως, θα διενεργηθεί πλήρης μέτρηση του δείκτη νοημοσύνης με το σταθμισμένο τεστ νοημοσύνης WISC III. Η αναμενόμενη διάρκεια αυτής της διαδικασίας θα είναι περίπου 45-50 λεπτά.
- γ) Τέλος, θα ακολουθήσει η χορήγηση των ερωτηματολογίων και των πρακτικών τεστ, καθώς και το τεστ στο ηλεκτρονικό υπολογιστή διάρκειας των οποίων δεν θα υπερβαίνει τα 25-30 λεπτά.

3. Οφέλη

Το σημαντικότερο όφελος από τη συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα είναι η συμβολή 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.

Επιπλέον, το όφελος σας από τη συμμετοχή σας στην έρευνα αυτή θα είναι και 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, αν το παιδί σας είναι δεξιόχειρας, αριστερόχειρας ή μήπως έχει μικτές προτιμήσεις, αλλά και αν ο δείκτης νοημοσύνης του είναι περισσότερο πρακτικός ή γλωσσικός.

4. Εμπιστευτικότητα

Κατά τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων, **θα τηρηθεί αυστηρά η ανωνυμία των συμμετεχόντων και το απόρρητο των ερωτηματολογίων** με τη χρήση κωδικών αντί για 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 **Τόμπρου Δήμητρα-Μαρία**.

- ☐ Έχω διαβάσει τις ανωτέρω αναφερόμενες πληροφορίες και συμφωνώ να συμμετέχω στην έρευνα.
- ☐ Εκτιμώ ότι θα λάβω αντίγραφο της φόρμας συγκατάθεσης όταν αυτή έχει υπογραφεί.

Ημερομηνία

Υπογραφή γονέα ή νόμιμου κηδεμόνα.....

Ονοματεπώνυμο Μαθητή.....

Υπογραφή ερευνητή που έλαβε τη συγκατάθεση

Παράρτημα 3.2. Δελτίο συγκατάθεσης των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και νευροψυχολογικών δεικτών και χρήση διακρανιακού υπερήχου Doppler.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

ΠΡΟΕΔΡΟΣ: Καθηγητής Γιάννης Παπαδάτος

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: Δεινοκράτους 27, Κολωνάκι

ΤΗΛ.: 210-3641712

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ: «Μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών, ορμονικών και νευροψυχολογικών δεικτών και χρήση διακρανιακού υπερήχου Doppler»

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ: Τόμπρου Δήμητρα-Μαρία

ΔΕΛΤΙΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ

Σας ζητείται να δώσετε τη συγκατάθεσή σας για τη συμμετοχή του παιδιού σας σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα που γίνεται με τη στήριξη του **Πανεπιστημίου Αθηνών** κι έχει εγκριθεί από το **Υπουργείο Παιδείας** και το **Παιδαγωγικό Ινστιτούτο**.

Πριν τη συμμετοχή σας στην έρευνα θα θέλαμε να γνωρίζετε ότι δεν είστε υποχρεωμένοι να συμμετέχετε αν δεν το θέλετε κι ότι μπορείτε να αποχωρήσετε όποτε το θελήσετε.

Οι ακόλουθες πληροφορίες παρέχονται προς ενημέρωσή σας προκειμένου να αποφασίσετε αν επιθυμείτε να συμμετέχετε.

2. Σκοπός

Σκοπός αυτής της έρευνας 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 παραγωγής λόγου δουλεύει πιο πολύ το δεξί ή το αριστερό ημισφαίριο;). Για την αξιολόγηση της γλωσσικής πλευρίωσης θα

χρησιμοποιηθούν ερωτηματολόγια και πρακτικά τεστ προτίμησης και δεξιότητας χεριού (π.χ. πόσο γρήγορα μετακινεί το παιδί ξυλάκια με το δεξί χέρι και πόσο γρήγορα με το αριστερό), ένα τεστ λεξιλογικής απόφασης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και ένα τεστ λεξιλογικής παραγωγής μέσω διακρανιακού υπερήχου Doppler. Ο υπερήχος Doppler είναι απόλυτα ασφαλής, αφού τα υπερηχογραφήματα Doppler διεξάγονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και τα κοιλιακά (σε εγκυμονούσες γυναίκες από το 1977, για να εξεταστεί το αίμα που ρέει στο αγέννητο μωρό μέσω του ομφάλιου λώρου, ενώ από την δεκατία του 1980, για να εξεταστεί η ροή του αίματος μεταξύ μήτρας και πλακούντα). Επομένως, **δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για την υγεία των παιδιών σας**, καθώς η τεχνική Doppler αποτελεί μια **απόλυτα ασφαλή τεχνική**.

2. Διαδικασίες

Η συμμετοχή σας σε αυτήν την έρευνα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

Στην έρευνα θα πάρουν μέρος μαθητές 13-17 ετών. Η διαδικασία συλλογής των δεδομένων θα είναι η ακόλουθη:

- α) Αρχικά, θα χορηγηθεί σύντομο τεστ νοημοσύνης, η διάρκεια του οποίου δεν θα υπερβαίνει τα 45 λεπτά. Θα τηρηθεί αυστηρά η ανωνυμία των συμμετεχόντων και το απόρρητο των ερωτηματολογίων με τη χρήση κωδικών αντί για ονομάτων.
- β) Ακολούθως, θα διενεργηθεί πλήρης μέτρηση του δείκτη νοημοσύνης με το σταθμισμένο τεστ νοημοσύνης WISC III. Η αναμενόμενη διάρκεια αυτής της διαδικασίας θα είναι περίπου 45-50 λεπτά.
- γ) Έπειτα, θα ακολουθήσει η χορήγηση των ερωτηματολογίων και των πρακτικών τεστ, καθώς και το τεστ στο ηλεκτρονικό υπολογιστή διάρκειας των οποίων δεν θα υπερβαίνει τα 25-30 λεπτά.
- δ) Τέλος, η χορήγηση του τεστ μέσω του διακρανιακού υπερήχου Doppler θα διαρκέσει 25-30 λεπτά.

3. Οφέλη

Το σημαντικότερο όφελος από τη συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα είναι η συμβολή 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.

Επιπλέον, το όφελος σας από τη συμμετοχή σας στην έρευνα αυτή θα είναι και 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, αν το παιδί σας είναι δεξιόχειρας, αριστερόχειρας ή μήπως έχει μικτές προτιμήσεις, αλλά και αν ο δείκτης νοημοσύνης του είναι περισσότερο πρακτικός ή γλωσσικός.

4. Εμπιστευτικότητα

Κατά τη διαδικασία συλλογής των δεδομένων, θα τηρηθεί αυστηρά η ανωνυμία των συμμετεχόντων και το απόρρητο των ερωτηματολογίων με τη χρήση κωδικών αντί για 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 **Τόμπρου Δήμητρα-Μαρία**.

- ☐ Έχω διαβάσει τις ανωτέρω αναφερόμενες πληροφορίες και συμφωνώ να συμμετέχω στην έρευνα.
- ☐ Εκτιμώ ότι θα λάβω αντίγραφο της φόρμας συγκατάθεσης όταν αυτή έχει υπογραφεί.

Ημερομηνία

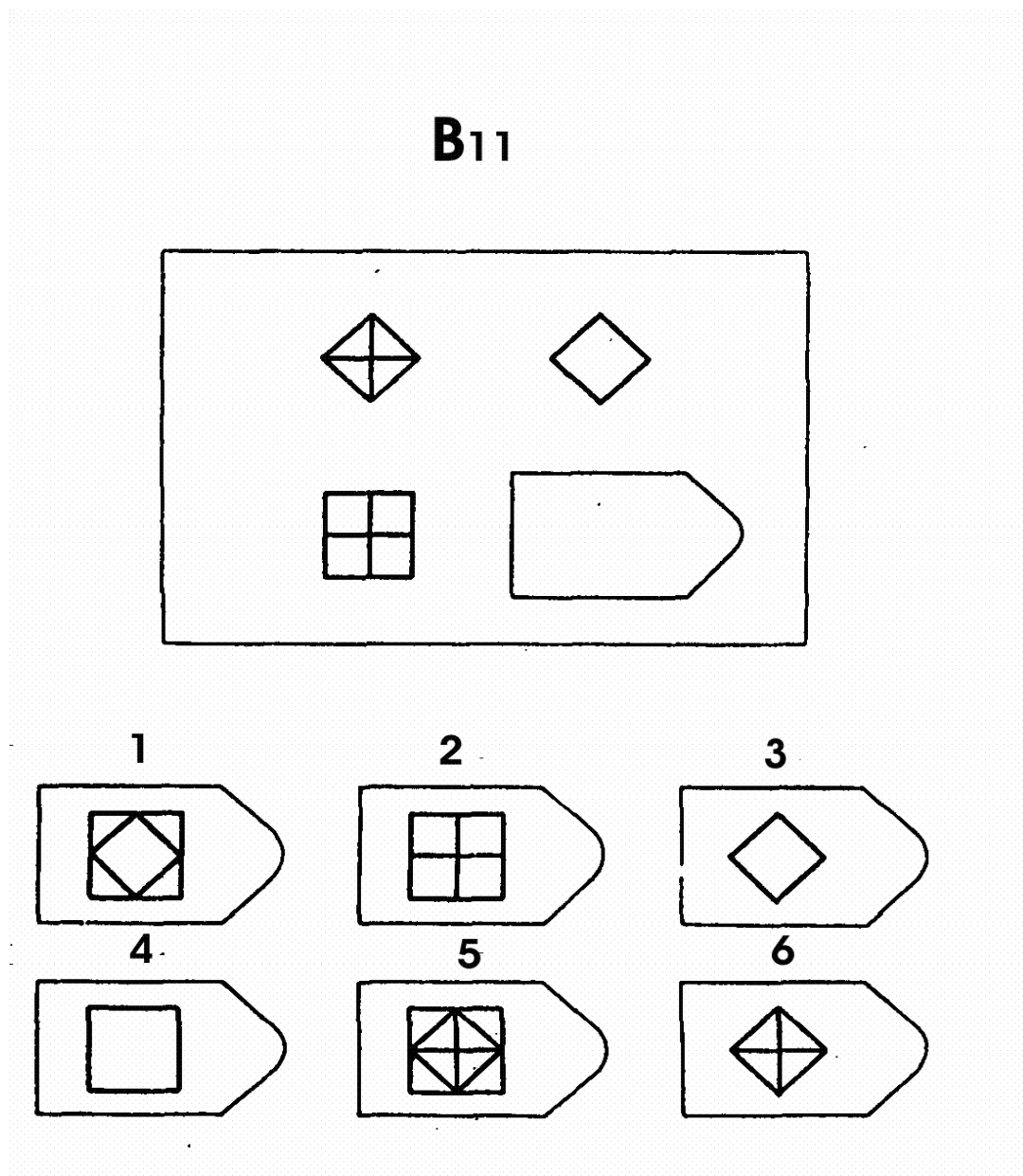
Υπογραφή γονέα ή νόμιμου κηδεμόνα.....

Ονοματεπώνυμο Μαθητή.....

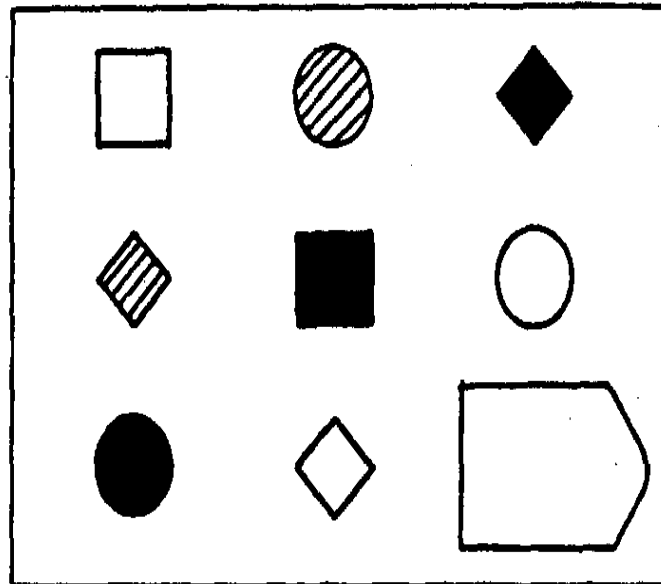
Υπογραφή ερευνητή που έλαβε τη συγκατάθεση

Παράρτημα 3.3. Μέσα συλλογής των δεδομένων της μελέτης της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών δεικτών.

Παράρτημα 3.3.1. Ενδεικτικά παραδείγματα των δοκιμασιών του τεστ νοημοσύνης Πρότυπες Προοδευτικές Μήτρες του Raven (ΠΠΜ-R).



D8

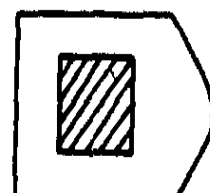
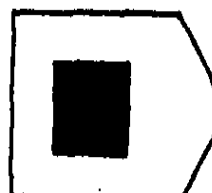
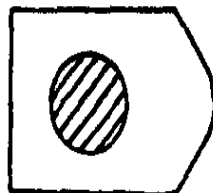
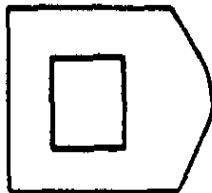


1

2

3

4

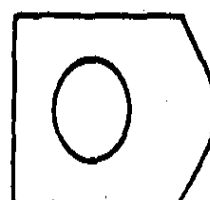
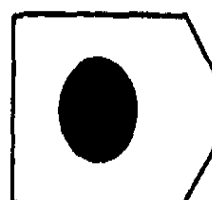
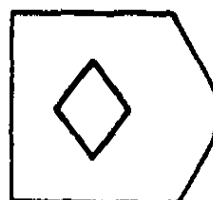
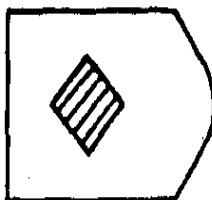


5

6

7

8



Παράρτημα 3.3.2. Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου.

Όνοματεπώνυμο (κωδικός):.....

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.

Για να κάνεις μερικές από τις δραστηριότητες χρειάζεσαι και τα δύο χέρια, για παράδειγμα για να ανοίξεις ένα κουτί. Για αυτές τις δραστηριότητες, μέσα στην παρένθεση θα βρεις για ποια δραστηριότητα ή αντικείμενο πρέπει να απαντήσεις ποιο χέρι χρησιμοποιείς.

Πριν απαντήσεις, φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση.

Ποιο χέρι χρησιμοποιείς:

	Το αριστερό χέρι	Και τα δύο χέρια	Το δεξί χέρι
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 σπέρτου			
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			

Ευχαριστούμε πολύ!!!



Παράρτημα 3.3.3. Το Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων (ΕΔΗΤ).

Δείκτης Ημισφαιρικών Τρόπων (ΗΜΙ)

Υπάρχουν στοιχεία ότι το δεξί και το αριστερό ημισφαίριο του ανθρώπινου εγκεφάλου λειτουργούν διαφορετικώς για την οργάνωση της σκέψης και την επίλυση προβλημάτων. Όλα τα άτομα χρησιμοποιούν και τα δύο ημισφαίρια. Εντούτοις, οι περισσότεροι δηλώνουν μια αρρέσκεια για το ένα ημισφαίριο έναντι του άλλου. Αυτή η προτίμηση είναι φυσική αν και τα άτομα συνήθως κινούνται επιλεκτικά μεταξύ των δύο, για να αντιμετωπίσουν τις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της ζωής στον κόσμο.

ΟΔΗΓΙΕΣ

Για κάθε αριθμημένο στοιχείο του παρακάτω πίνακα υπάρχουν πέντε δυνατές επιλογές. Μπορείτε να επιλέξετε "πολύ" είτε "κάπως" από τη στήλη Α είτε "πολύ" είτε "κάπως" από τη στήλη Β. Εάν πραγματικά δεν έχετε καμία προτίμηση, επιλέξτε τη στήλη "καμία προτίμηση" στο κέντρο. Σημειώστε "X" στο κατάλληλο κενό για να δείξετε την προτίμησή σας. Παρακαλώ προσέξτε: Σημειώστε μόνο μια απάντηση για κάθε αριθμημένο στοιχείο.

Παράδειγμα:

	ΣΤΗΛΗ Α	Πολύ	Κάπως	Καμία προτίμηση	Κάπως	Πολύ	ΣΤΗΛΗ Β
Προτιμώ τους σκύλους			X				Προτιμώ τις γάτες

Προτιμώ	ΣΤΗΛΗ Α	Πολύ	Κάπως	Καμία Προτίμηση	Κάπως	Πολύ	Προτιμώ
1. Να εκφράζομαι κυριολεκτικά							Να εκφράζομαι μεταφορικά
2. Τα γεγονότα							Τις συνδέσεις (συσχετίσεις)
3. Τις εκδόσεις							Τις λέξεις
4. Να είμαι προβλέψιμος							Να είμαι απρόβλεπτος
5. Να λειτουργώ ευθύγραμμο							Να παρακάνω πράγματα
6. Να μιλώ εμπειρικά							Να μιλώ αφηρημένα
7. Να είμαι διορατικός							Να είμαι λογικός
8. Να είμαι υποχώρητικός							Να είμαι άκαμπος
9. Τον χωρικό προσανατολισμό							Τον χρονικό προσανατολισμό
10. Τις λέκτικές πληροφορίες							Τις πληροφορίες μέσω χειρονομιών
11. Να βασίζομαι στο προαίσθημα							Να βασίζομαι σε απαντήσεις
12. Να εξετάζω τις λύσεις							Να εξετάζω δυνατότητες
13. Το δοκιμασμένο και αληθινό							Το επικίνδυνο και νέο
14. Την τάξη (πειθαρχία)							Την ακατάστασία
15. Μια καλή ιστορία							Ένα καλά δομημένο επάγγελμα
16. Τα δεδομένα							Τα κρυφά στοιχεία
17. Τις ομοιότητες							Τις διαφορές
18. Την ανάλυση							Τη σύνθεση
19. Να τα κάνω όλα με μιας							Να κάνω ένα πράγμα τη φορά
20. Την παραγωγική σκέψη*							Την εραγωγική σκέψη**
21. Να είμαι αντικειμενικός							Να είμαι υποκειμενικός
22. Να είμαι επιθυμητικός							Να είμαι αυθόρμητος
23. Τις αλλαγές							Τη σταθερότητα
24. Να είμαι συγκεκριμένος (σφής)							Να είμαι απρόβλεπτος
25. Να λειτουργώ με την καρδιά							Να λειτουργώ με το μυαλό
26. Να βλέπω σχήματα							Να βλέπω αριθμούς και λέξεις
27. Να εκφράζομαι ελεύθερα							Να εκφράζομαι επακριβώς
28. Τα σύνολα							Τα μέρη
29. Τα ονόματα							Τα πρόσωπα
30. Το πώς φαίνονται τα πράγματα							Το πώς λειτουργούν τα πράγματα

* (συμπαιρνών το μέρος από το όλο)

** (συμπαιρνών το όλο από το μέρος)

Παράρτημα 3.3.4. Το Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (ΕΠΗΣ).

ΟΔΗΓΙΕΣ: Δίπλα σε καθεμία από τις παρακάτω 20 ερωτήσεις βάλε ένα βαθμό από το 1-10 (όπου το 1 δείχνει την πλήρη διαφωνία σου και το 10 την πλήρη συμφωνία σου).

ΕΡΩΤΗΣΗ

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

1.Όταν αποφασίζω κάτι βασίζομαι κυρίως σε αντικειμενικά δεδομένα παρά σε συναισθήματα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2.Έχεις μαντικές ικανότητες;

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3.Μου αρέσει να χρησιμοποιώ σύμβολα και εικόνες για να λύνω προβλήματα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

4.Έχω καλλιτεχνικό ή μουσικό ταλέντο.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5.Στη ζωή μου χρησιμοποιώ τη λογική.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

6.Είμαι καλός στο να λύνω σταυρόλεξα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

7.Διαβάζω πολύ γρήγορα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

8.Μου αρέσει να ονειροπολώ.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

9.Μπορώ να βρίσκω εύκολα συνώνυμα για τι λέξεις.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

10.Μπορώ να θυμάμαι τα όνειρά μου.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11.Βλέπω πολύ ζωντανά όνειρα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

12.Έχω μεγάλη ευκολία στη χρήση του λόγου.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

13.Μου είναι εύκολο να θυμάμαι ή να σκέφτομαι κάτι χρησιμοποιώντας εικόνες.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

14.Στη λύση προβλημάτων χρησιμοποιώ παιγνιώδεις τρόπους.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

15.Στη λύση προβλημάτων χρησιμοποιώ σοβαρούς και επαγγελματικούς τρόπους.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

16.Μου αρέσει να οργανώνω τις εμπειρίες μου στο μυαλό μου.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

17.Μου αρέσει να διαβάζω ή να σκέφτομαι ενώ στέκομαι όρθιος.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

18.Οι σκέψεις μου βασίζονται συνήθως σε λέξεις.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

19.Οι σκέψεις μου βασίζονται συνήθως σε εικόνες.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

20.Μου αρέσει να εξηγώ κάτι χρησιμοποιώντας εικόνες και σχήματα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Παράρτημα 3.3.5. 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	ζήπος	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	ψήμα	ψήφη	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 3.4. Έντυπο καταγραφής των απαντήσεων των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη της σχέσης πλευρίωσης και νοημοσύνης μέσω συμπεριφορικών δεικτών.

Ονοματεπώνυμο (κωδικός):.....

Ημερομηνία γέννησης:.....

Ημερομηνία χορήγησης:.....

Ομάδα:.....

1. Τεστ Ποσοτικοποίησης της Προτίμησης Χεριού

«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»:

<i>κροκόδειλος</i>	<i>ιππόκαμπος</i>	<i>νυχτερίδα</i>
<i>χελιδόνι</i>	<i>καράβι</i>	<i>μανιτάρι</i>
<i>τρένο</i>	<i>παπαγάλος</i>	<i>ελέφαντας</i>
<i>υπολογιστής</i>	<i>σκύλος</i>	<i>ρομπότ</i>
<i>αεροπλάνο</i>	<i>γάτα</i>	<i>δώρα</i>
<i>βάτραχος</i>	<i>λιοντάρι</i>	<i>ομπρέλα</i>
<i>ήλιος</i>	<i>ψάρι</i>	<i>φάλαйна</i>

Δεξί Χέρι:_____

Ποσοστό Δεξιού Χεριού:_____

Αριστερό Χέρι:_____

Ποσοστό Αριστερού Χεριού:_____

2. Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Χεριού του Εδιμβούργου

«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.

Για να κάνεις μερικές από τις δραστηριότητες χρειάζεσαι και τα δύο χέρια, για παράδειγμα για να ανοίξεις ένα κουτί. Για αυτές τις δραστηριότητες, μέσα στην

παρένθεση θα βρεις για ποια δραστηριότητα ή αντικείμενο πρέπει να απαντήσεις ποιο χέρι χρησιμοποιείς.

Πριν απαντήσεις, φαντάσου τον εαυτό σου να εκτελεί κάθε δραστηριότητα και μετά σημείωσε την κατάλληλη απάντηση».

3. Δοκιμασία Μετακίνησης Πασσάλων

«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, χρησιμοποιώντας είτε το αριστερό είτε το δεξί χέρι εναλλάξ. Προσπάθησε να μην μιλάς όσο μετακινείς τα ξυλάκια, γιατί θα καθυστερείς. 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».

Δεξί χέρι	Αριστερό Χέρι
1 ^η δοκιμασία	1 ^η δοκιμασία
2 ^η δοκιμασία	2 ^η δοκιμασία
3 ^η δοκιμασία	3 ^η δοκιμασία

4. Ερωτηματολόγιο Προτίμησης Ημισφαιρικών Στρατηγικών (ΕΠΗΣ).

«Δίπλα σε καθεμία από τις παρακάτω 20 ερωτήσεις βάλε ένα βαθμό από το 1-10, όπου το 1 δείχνει την πλήρη διαφωνία σου και το 10 την πλήρη συμφωνία σου».

5. Ερωτηματολόγιο Δείκτη Ημισφαιρικών Τρόπων

«Για κάθε αριθμημένο στοιχείο του παρακάτω πίνακα υπάρχουν πέντε δυνατές επιλογές. Μπορείτε να επιλέξετε “πολύ” ή “κάπως” από τη στήλη Α είτε “πολύ” ή “κάπως” από τη στήλη Β. Εάν πραγματικά δεν έχετε καμία προτίμηση, επιλέξτε τη στήλη “καμία προτίμηση” στο κέντρο. Σημειώστε “x” στο κατάλληλο κενό, για να

δείξετε την προτίμησή σας. Παρακαλώ προσέξτε όμως: σημειώστε μόνο μία απάντηση για κάθε αριθμημένη δήλωση».

6. Ορμονικός Δείκτης 2D:4D

Δεξί Χέρι: _____χιλ. : _____χιλ.

Αριστερό χέρι: _____χιλ. : _____χιλ.

7. Δοκιμασία Λεξιλογικής Απόφασης Οπτικού Ημιπεδίου

Παρόμοιες οδηγίες δίνονται και στον ηλεκτρονικό υπολογιστή:

«Τώρα θα παρουσιαστούν στην οθόνη του υπολογιστή ζευγάρια λέξεων-ψευδολέξεων και ζευγάρια ψευδολέξεων-ψευδολέξεων. Κατά τη διάρκεια του τεστ, θα πρέπει να πατήσεις εκείνο το πλήκτρο που βρίσκεται στην πλευρά στην οποία εμφανίζεται η λέξη γρήγορα και με ακρίβεια. Πάτα το M με το δεξί σου δείκτη όταν νομίζεις ότι είδες μια λέξη στα δεξιά σου και το C με τον αριστερό σου δείκτη όταν νομίζεις ότι είδες μια λέξη στα αριστερά σου ή στο κέντρο της οθόνης.

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».

Παρατηρήσεις:.....
.....
.....
.....
.....
.....