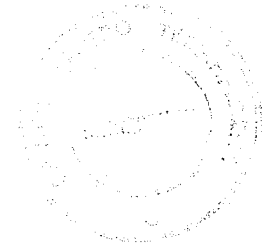


ΚΡΕ = 0700
ND = 8557

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΝΕΥΡΟΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΟΠΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ
ΣΤΟ ΔΕΞΙΟΧΕΙΡΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΑΡΙΣΤΕΡΟΧΕΙΡΟ ΠΑΙΔΙ

ΦΙΛΙΠΠΟΥ Μ. ΒΛΑΧΟΥ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ- ΒΙΟΛΟΓΟΥ, Μ.Ε.δ.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΒΟΛΟΣ 1997

*Στους γονείς μου,
συμπαραστάτες σ' αυτό το φαινομενικά ατελείωτο ταξίδι*

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καραπέτσας Αργύρης, Επιβλέπων
Αναπλ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Κάτσιου - Ζαφρανά Μαρία
Αναπλ. Καθηγήτρια Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Ζαφειροπούλου Μαρία
Επικ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Εξεταστική Επιτροπή

Γρούσιος Γεώργιος
Επικ. Καθηγητής Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Ζαφειροπούλου Μαρία
Επικ. Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Καραπέτσας Αργύρης, Επιβλέπων
Αναπλ. Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Κασσωτάκης Μιχαήλ
Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

Κάτσιου - Ζαφρανά Μαρία
Αναπλ. Καθηγήτρια Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Μάνος Κωνσταντίνος
Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών

Πόρποδας Κωνσταντίνος
Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη σημερινή εποχή είναι πλέον θέμα κοινής αναγνώρισης, ότι η ανάπτυξη της ανθρωπίνης συμπεριφοράς συντελείται από το συνδυασμό μιας πρωτογενούς γενετικής κληρονομιάς και μιας δευτερογενούς επιρροής της κοινωνικής προίκας. Η θεωρία ότι οι βασικές και οι κοινωνικές νευροεπιστήμες έχουν αταίριαστα ενδιαφέροντα αποδεικνύεται αβάσιμη. Ο εγκέφαλος υιοθετεί ένα ψυχολογικό χαρακτήρα εξαιτίας α) τυχαίων περιβαλλοντικών γεγονότων στα οποία εκτίθεται το άτομο και β) της έμφυτης ή γενετικά προκαθορισμένης αρχιτεκτονικής.

Περιβαλλοντικά ερεθίσματα επηρεάζουν τη συμπεριφορά, και έχουν αποφασιστική σημασία για τη νευροβιολογική εξέλιξη σε χρονικές περιόδους που η οργάνωση του εγκεφάλου είναι διαφοροποιήσιμη ή πλαστική. Έχουν περιγραφεί κρίσιμες περίοδοι της ανάπτυξης των διαφόρων νοητικών διεργασιών του ανθρώπου, με ιδιαίτερα ευάλωτο το υπεύθυνο νευρικό υποσύστημα του εγκεφάλου στις εξωτερικές περιβαλλοντικές εμπειρίες. Για παράδειγμα η αντίληψη του λόγου, η ικανότητα ομιλίας, η εκμάθηση ανάγνωσης και γραφής, η αντίληψη του χώρου, του χρόνου, και των αφηρημένων εννοιών, προϋποθέτουν νοητικές διεργασίες που αναπτύσσονται ανεξάρτητα ή μία από την άλλη και σε διαφορετικές φάσεις της παιδικής ηλικίας ή καθεμιά.

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια μιας προσπάθειας σύνδεσης γνώσεων από το χώρο των βασικών νευροεπιστημών όπως η νευροβιολογία και από το χώρο των κοινωνικών νευροεπιστημών όπως η ψυχολογία, με στόχο όχι την αναγωγή της μίας επιστήμης στην άλλη, αλλά την καλύτερη κατανόηση των ποικίλων μορφών της ανθρωπίνης συμπεριφοράς μέσα από τις σύγχρονες απόψεις για τη δομή και τη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος.

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής έγινε με την καθοδήγηση και τη βοήθεια δασκάλων και συνεργατών που είχα την τύχη να συναντήσω στους χρόνους των σπουδών μου στη Βιολογία και στις Επιστήμες της Αγωγής και τους οποίους αισθάνομαι το χρέος να αναφέρω και να ευχαριστήσω.

Ο επιβλέπων, Αναπλ. Καθηγητής κ. Αργύρης Καραπέτσας, υπήρξε πολύ σημαντικό βοηθός και συμπαραστάτης. Θέλω να τον ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο άτομό μου αναθέτοντας το θέμα της παρούσας διατριβής. Η φιλική διάθεση, το συνεχές ενδιαφέρον, η οξυδερκής και κριτική καθοδήγηση του, ήταν για εμένα ανεκτίμητες προσφορές σε όλα τα στάδια της διατριβής.

Ευχαριστώ την Αναπλ. Καθηγήτρια κ. Μαρία Κάτσιου-Ζαφρανά, μέλος της συμβουλευτικής επιτροπής, για τη φιλική και ευγενική της αντιμετώπιση και τις πολύτιμες παρατηρήσεις της κατά τη συγγραφή της διατριβής.

Την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Μαρία Ζαφειροπούλου, μέλος της συμβουλευτικής επιτροπής, θέλω επίσης να ευχαριστήσω για την φιλική της διάθεση και τις εύστοχες παρατηρήσεις της.

Η Καθηγήτρια Φυσιολογίας κ. Θεώνη Βαλκανά, ήταν το άτομο που με ενδάρρυνε στην κατεύθυνση που πήρα και θέλω να την ευχαριστήσω γιατί η διακριτική και κριτική της καθοδήγηση με έβαλε στα μονοπάτια των Νευροεπιστημών και η αγάπη της για την Επιστήμη μου έμαθε τη συνεχή και σε βάθος αναζήτηση.

Τους Επίκουρους Καθηγητές κ. Αλεξάνδρα Χαντζή και κ. Αριστοτέλη Κάντα, τους ευχαριστώ για τις φιλικές και χρήσιμες συζητήσεις που είχαμε και την καθοδήγησή τους στο σχεδιασμό του μοντέλου της στατιστικής ανάλυσης.

Τους μαθηματικούς κ. Στέλιο Γεωργακάκο και κ. Ανθή Αδαμοπούλου θέλω να τους ευχαριστήσω ιδιαίτερα για τη φιλική διάθεση, τη συνεργασία και τη βοήθεια που μου προσέφεραν στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και στη δημιουργία των γραφικών.

Την κ. Ιωάννα Κατσιγιάννη, οφείλω να την ευχαριστήσω για τη πολύτιμη συμβολή και την υπομονή που έδειξε στην επιμέλεια και την εκτύπωση της διατριβής.

Κλείνοντας το μικρό πρόλογο αυτού του συγγράμματος που αποτελεί ένα πολύ σημαντικό σταθμό της ζωής μου, θα ήταν παράλειψη να μην εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους δασκάλους που έχουν συμβάλει στη μέχρι σήμερα παιδεία μου. Ο καθένας τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου βοήθησε με τον τρόπο του στη διαμόρφωσή μου ως άνθρωπος και ως επιστήμονας.

Φίλιππος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
A. Ατομικές διαφορές στις γνωστικές ικανότητες και στην εγκεφαλική οργάνωση	4
α. <i>Γνωστικές διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων</i>	7
β. <i>Γνωστικές διαφορές μεταξύ των φύλων</i>	24
γ. <i>Εγκεφαλική οργάνωση, φύλο και προτίμηση χεριού</i>	29
B. Ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων	47
α. <i>Σχέσεις εγκεφάλου-συμπεριφοράς</i>	49
β. <i>Το σύνθετο σχήμα των Rey-Osterrieth</i>	51
γ. <i>Η αντιγραφή ενός σχήματος</i>	58
δ. <i>Γνωστικές αλλαγές στην οπτικοκινητική ικανότητα</i>	62
ε. <i>Μεταβαλλόμενα νευρικά δίκτυα και οπτικοκινητική ανάπτυξη</i>	68
II. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	75
III. ΜΕΘΟΔΟΣ	77
A. Δείγμα	77
B. Εργαλεία	79
Γ. Διαδικασία	80
Δ. Αξιολόγηση δεδομένων	81
E. Στατιστική ανάλυση	82
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	83
A. Αποτελέσματα της αντιγραφής	83
B. Αποτελέσματα της μνημονικής αναπαραγωγής	93
Γ. Σύγκριση αντιγραφής και μνημονικής αναπαραγωγής	103
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	106
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ	122
VII. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	130
VIII. ABSTRACT	132
IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	134

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σχολείο είναι ο τόπος όπου συναντιέται το ενδιαφέρον όλης της κοινωνίας. Είναι αυτό που διαμορφώνει ανθρώπους, που μεταδίδει γνώσεις και μεταβιβάζει τον πολιτιστικό μας πλούτο, ενώ παράλληλα προσπαθεί να τον ανανεώσει. Προετοιμάζει δηλαδή το παιδί για την ένταξή του στο κοινωνικό σύνολο και με τις σημερινές συνθήκες παίζει σχεδόν καθοριστικό ρόλο όχι μόνο για την επαγγελματική του επιτυχία, αλλά για την πλήρη κοινωνική του «επιβίωση».

Η έναρξη της σχολικής εκπαίδευσης συμπίπτει σκόπιμα με τη χρονική στιγμή που θεωρείται ότι το κεντρικό νευρικό σύστημα έχει εξελιχθεί και ωριμάσει σε βαθμό που να επιτρέπει την πρόσληψη και επεξεργασία ερεθισμάτων, την αφομοίωσή τους και τελικά την μάθηση. Η ανατομική και λειτουργική αρτιότητα του εγκεφάλου αποτελεί προϋπόθεση για την ομαλή ανάπτυξη των ανώτερων λειτουργιών και για μια ικανοποιητική εξέλιξη όλου του δυναμικού μιας προσωπικότητας.

Από την άλλη πλευρά είναι γνωστό ότι τα άτομα παρουσιάζουν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους ποικίλες παραλλαγές στα διάφορα σωματικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά. Στην εκπαίδευση, κάθε διδακτική ενέργεια για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις διαφορές τόσο μεταξύ των μαθητών, όσο και μεταξύ των χαρακτηριστικών του κάθε μαθητή. Το αίτημα της σύγχρονης παιδαγωγικής για μία «επί μέτρω» αγωγή έχει ως σημείο εκκίνησης τη γνώση των ατομικών διαφορών, διατομικών και ενδοατομικών (Παρασκευόπουλος, 1992, σ. 22).

Για τη διερεύνηση των ποικίλων μορφών της ανθρώπινης συμπεριφοράς και την αντικειμενική αξιολόγηση των διαφορετικών ικανοτήτων τόσο μεταξύ ατόμων όσο και μεταξύ ομάδων κατασκευάστηκαν από τις αρχές του αιώνα μας και κυκλοφορούν σήμερα δεκάδες κλίμακες μετρήσεων. Η πλειονότητα αυτών των μετρήσεων εστιάζουν στην εκτίμηση των πλείστων και ποικίλων πλευρών της γνωστικής λειτουργίας, χρησιμοποιώντας κυρίως ερωτήσεις που αναφέρονται σε γλωσσικό-λεκτικό υλικό (χρήση γλωσσικών και αριθμητικών συμβόλων, ορισμοί εννοιών κ.α.)

και λιγότερο ερωτήσεις που αναφέρονται σε μη-λεκτικές δραστηριότητες (χειρισμός αντικειμένων, συντονισμός ματιού και χεριού, διάκριση σχημάτων και μεγεθών κ.α.).

Όμως και οι μετρήσεις της μη-γλωσσικής ικανότητας, θεωρούνται εδώ και πολύ καιρό ως ουσιαστικό συστατικό του περιγράμματος της ικανότητας ή της ανεπάρκειας των μαθητών, όπως παρουσιάζεται από τους σχολικούς ψυχολόγους (Knoff και Sperling, 1986 -- Sattler, 1974). Μια κατηγορία από αυτές τις μετρήσεις, επιδιώκει να εκτιμήσει τις οπτικοκινητικές δεξιότητες, οι οποίες πιστεύεται ότι σχετίζονται με ποικίλες απόψεις της ακαδημαϊκής επίδοσης και επιτυχίας των μαθητών (Lehman και Breen, 1982).

Αρκετές έρευνες τα τελευταία χρόνια προσπάθησαν να διερευνήσουν τη σχέση των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων με τη σχολική επιτυχία και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της οπτικοκινητικής επίδοσης ως άξονες πρόβλεψης ανάλογης επίδοσης στην ανάγνωση, τη γραφή, τα μαθηματικά και άλλες σχολικές δραστηριότητες. Οι Vance, Fuller και Lester (1986) αναφέρουν ότι οι επιδόσεις των μαθητών του Δημοτικού σχολείου στην αναθεωρημένη έκδοση της αντιληπτικο-διαγνωστικής δοκιμασίας της Minnesota (MPDT-R), αποτελούν καλούς δείκτες πρόβλεψης της ακαδημαϊκής τους επίδοσης. Οι Nielson και Sapp (1991) αναφέρουν ότι οι επιδόσεις στο Bender-Gestalt τεστ προβλέπουν τις επιδόσεις σε ανάγνωση και αριθμητική για ένα δείγμα παιδιών με χαμηλό βάρος κατά τη γέννησή τους. Η Berninger και οι συνεργάτες της (1992) βρήκαν ότι οι μετρήσεις της οπτικοκινητικής ολοκλήρωσης ήταν από τους καλύτερους δείκτες της επιτυχούς επίτευξης του συλλαβισμού σε παιδιά πρώτης έως τρίτης τάξης. Οι Sturniolo και Galletti (1994) εξετάζοντας παιδιά ηλικίας 6 έως 10,8 ετών με ιδιοπαθή επιληψία, βρήκαν ότι η σχολική τους αποτυχία εξαιτίας χαμηλής επίδοσης σε όλα σχεδόν τα ακαδημαϊκά πεδία, σχετιζόταν με υψηλά επίπεδα οπτικοκινητικής εξασθένησης, ενώ τα παιδιά που παρουσίαζαν καλή σχολική επίδοση είχαν υψηλότερο μέσο IQ και έδειχναν λιγότερη οπτικοκινητική εξασθένιση. Τέλος οι Goldstein και Britt (1994) βρήκαν θετική συσχέτιση ανάμεσα στην επιτυχία παιδιών του δημοτικού σχολείου στη δοκιμασία οπτικοκινητικών δεξιοτήτων και την επίδοσή τους στα μαθηματικά.

Η ουσιαστική συμμετοχή των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων στην ακαδημαϊκή επιτυχία των μαθητών, όπως διαφαίνεται από τις προαναφερθείσες μελέτες μας οδήγησε στην προσπάθεια για τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο αναπτύσσονται αυτές οι δεξιότητες κατά τη διάρκεια της σχολικής εκπαίδευσης και στην απόπειρα εντοπισμού τυχόν διαφορών στην αναπτυξιακή αυτή πορεία μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών, που θα μπορούσαν να μας οδηγήσουν σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με εκείνα τα δομικά και λειτουργικά εγκεφαλικά στοιχεία που είναι υπεύθυνα για τις πιθανές διαφορές.

A. ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ

Ένας από τους πιο προκλητικούς αλλά και διαφεύγοντες στόχους της σύγχρονης νευροψυχολογίας είναι η ανακάλυψη των συστηματικών σχέσεων μεταξύ των φυσιολογικών παρεκκλίσεων της εγκεφαλικής οργάνωσης και των ατομικών διαφορών ως προς τις γνωστικές λειτουργίες. Μετά από ένα αιώνα και περισσότερο συστηματικής έρευνας, υπάρχει σήμερα πλούσια τεκμηρίωση για αυτό το οποίο θεωρείται ως η βασική αρχή της ανθρωπίνης νευροβιολογίας, για την ασύμμετρη δηλαδή λειτουργική οργάνωση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Η πιο εμφανής ασυμμετρία στην ανθρωπίνη συμπεριφορά είναι η διαφοροποίηση στην προτίμηση χεριού. Οι περισσότεροι από μας γράφουμε με επιδεξιότητα με το ένα μόνο χέρι και κατατάσσουμε τους εαυτούς μας στους δεξιόχειρες ή στους αριστερόχειρες, βασισμένοι στο πιο χέρι χρησιμοποιούμε για το γράψιμο. Στην πραγματικότητα σε κάθε άτομο η επιδεξιότητα των δύο χεριών διαφέρει και για πολλές άλλες εργασίες εκτός από το γράψιμο και οι διαφορές μεταξύ των δύο χεριών είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακές. Λαμβάνοντας υπόψη τον κυριαρχικώς αντίπλευρο έλεγχο των αυθόρμητων κινήσεων από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, η ασύμμετρη χρήση των χεριών υποδεικνύει ότι ο έλεγχος του χεριού από το ένα ημισφαίριο είναι είτε πιο αποτελεσματικός, είτε προτιμώμενος από το άλλο ημισφαίριο. Με το 90 περίπου τοις εκατό των ανθρώπων να είναι δεξιόχειρες, γίνεται φανερό ότι το αριστερό ημισφαίριο είναι κυρίαρχο για τον έλεγχο του χεριού στην πλειονότητα των ατόμων.

Εκατοντάδες ακόμα ασυμμετρίες της συμπεριφοράς έχουν διαπιστωθεί στους ανθρώπους, πολλές από τις οποίες μπορούν ν' αποδοθούν στην ημισφαιρική ασυμμετρία. Η κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου σε ποικίλες όψεις της γλωσσικής λειτουργίας είναι η πιο εμφανής και η πιο συχνά μνημονευόμενη γνωστική ασυμμετρία. Συγκεκριμένα το αριστερό ημισφαίριο φαίνεται να είναι το κυρίαρχο στην παραγωγή του λόγου, στην αντίληψη της φωνητικής πληροφορίας, στη χρήση της συντακτικής πληροφορίας και σε διάφορες όψεις της νοηματικής

ανάλυσης. Όμως το δεξί ημισφαίριο φαίνεται να είναι το κυρίαρχο σε διάφορες άλλες όψεις της γλωσσικής λειτουργίας όπως η χρησιμοποίηση πρακτικών όψεων του λόγου (π.χ. η αφηγηματικού ύφους γλωσσική πληροφορία) και η χρήση τονισμού και προσωδίας για να δώσουμε συναισθηματική χροιά στη φωνή. Το δεξί ημισφαίριο φαίνεται να υπερέχει του αριστερού σε μία ποικιλία μη-λεκτικών εργασιών που απαιτούν οπτικοχωρητική επεξεργασία. Συγκεκριμένα το δεξί ημισφαίριο είναι ικανότερο στο να διακρίνει και να αποδίδει τις ιδιότητες των οπτικών ερεθισμάτων, που έχουν να κάνουν με δομές, να εντοπίζει τα ερεθίσματα στο συντεταγμένο χώρο, να αναγνωρίζει αντικείμενα τριών διαστάσεων σε ασυνήθεις προσανατολισμούς (κλίσεις) και να αναγνωρίζει οπτικά ερεθίσματα που έχουν υποστεί αισθητή αλλοίωση.

Υπό το φως αυτών των μαρτυριών, έχει αναδυθεί το ερώτημα σχετικά με το εάν και πως η πλευρική εξειδίκευση αυτή καθ' εαυτή συντελεί στη γνώση και ειδικότερα, στην αποτελεσματική εκτέλεση εκείνων των γνωστικών εργασιών οι οποίες θεωρούνται ότι βρίσκονται πιο ασύμμετρα τοποθετημένες στο ένα ημισφαίριο απ' ότι στο άλλο. Η ανακάλυψη τέτοιων σχέσεων θα μπορούσε να διευρύνει την κατανόηση του πως η δράση των ποικίλων λεκτικών, χωροταξικών και άλλων λειτουργικών συστημάτων, εντείνεται ή εξασθενίζει από την λειτουργική εγγύτητα των νευρικών τους υποστρωμάτων και θα μπορούσε να παράσχει βαθιά αντίληψη των τύπων της νευρικής οργάνωσης που είναι οι βέλτιστοι για διάφορες κατηγορίες γνωστικής δραστηριότητας. Σε τελική ανάλυση θα μπορούσε να βοηθήσει στην επεξήγηση των εξελικτικών αιτιών για την παρούσα λειτουργική εξειδίκευση των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων και να ρίξει φως στις συνέπειες που έχουν για τις γνωστικές ικανότητες οι διαφορές στην εγκεφαλική οργάνωση τόσο μεταξύ των φύλων, όσο και μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων.

Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για να αναμένουμε ότι παρεκκλίσεις της φυσιολογικής εγκεφαλικής οργάνωσης πιθανώς συμβάλλουν σε ατομικές και ομαδικές διαφορές στις διάφορες ικανότητες. Πρώτα απ' όλα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι κατά κάποιον τρόπο οι ειδικές γνωστικές ικανότητες κληρονομούνται (Henderson, 1982). Είναι λογικό να υποθέσουμε ότι μερικές από τις κληρονομήσιμες παρεκκλίσεις είναι

πιθανό να οφείλονται σε γενετικούς καθορισμένες παρεκκλίσεις της νευρολογικής δομής. Φαίνεται ότι τέτοιες παρεκκλίσεις υπάρχουν στην πραγματικότητα, αφού οι ανθρωπίνοι εγκέφαλοι είναι γνωστό ότι διαφέρουν τόσο μορφολογικά, όσο και σε σχέση με τον εντοπισμό συγκεκριμένων γνωστικών λειτουργιών. Μορφολογικές διαφορές μεταξύ των εγκεφάλων των ατόμων έχουν αναφερθεί συχνά (Witelson, 1980, 1985 -- Geschwind και Galaburda, 1987), πολλές από τις οποίες έχουν και λειτουργικές συνέπειες (Witelson, 1980).

Οι διαφορές στην πλευρίωση ή τον εντοπισμό των γνωστικών λειτουργιών είναι ισχυρά εδραιωμένες, αφού υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός στοιχείων που καταδεικνύουν παρεκκλίσεις της εγκεφαλικής οργάνωσης σε σχέση με την προτίμηση χεριού (Hecaen, De Agostini και Monzon - Montes, 1981 -- Witelson, 1985, 1989 -- Alexander και Polich, 1995 -- Foundas, Leonard και Heilman 1995) και γίνεται συνεχώς πιο εμφανές ότι υπάρχουν επίσης παρεκκλίσεις που σχετίζονται με το φύλο (Kimura, 1983 -- Habib και συν. 1991 -- Witelson και Kigar, 1992b). Αυτές οι διαφορές είναι αρκετά μεγάλες και θα αποτελούσε ιδιαίτερη έκπληξη το αν δεν είχαν συνέπειες για τις γνωστικές ικανότητες.

Επειδή τα άτομα ποικίλουν μεταξύ τους ως προς την ικανότητα εκτέλεσης των γνωστικών εργασιών, ένας τρόπος για τον έλεγχο των υποθέσεων των συναφών με τη σχέση «πλευρίωσης και γνώσης», είναι η έρευνα του αν διαφορές στην ικανότητα εκτέλεσης σχετίζονται με διαφορές στη φύση και το βαθμό της πλευρικής οργάνωσης των συνιστάμενων γνωστικών διαδικασιών. Η βασική στρατηγική δε θα μπορούσε να είναι άλλη, από τον καθορισμό των ατόμων εκείνων για τα οποία είναι γνωστό ή θεωρείται δεδομένο, ότι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την πλευρική εγκεφαλική οργάνωση και σύγκριση στη συνέχεια αυτών των ατόμων με τις κατάλληλες γνωστικές εργασίες.

Η πιο συννηθισμένη προσέγγιση του παραπάνω θέματος είναι η θεώρηση της προτίμησης χεριού ως δείκτη της εγκεφαλικής πλευρίωσης και η σύγκριση δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων σε συγκεκριμένες γνωστικές δοκιμασίες. Η αιτιολογία είναι φανερή. Τα αριστερόχειρα άτομα εμφανίζουν ένα πιο ευμετάβλητο

πρότυπο εγκεφαλικής πλευρίωσης απ' ό τι τα δεξιόχειρα, τουλάχιστον όσον αφορά την αντιπροσώπευση της γλώσσας. Κατά προσέγγιση, τα αριστερόχειρα άτομα ως ομάδα δείχνουν ένα πιο συμμετρικό πρότυπο με την γλωσσική κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου να κυμαίνεται κατ' εκτίμηση μεταξύ 50 και 70 τοις εκατό, πολύ κάτω από το 95 τοις εκατό και πάνω, που εκτιμάται η κυριαρχία του ίδιου ημισφαιρίου στους δεξιόχειρες (Hellige, 1990 -- Rasmussen και Milner, 1977 -- Segalowitz και Bryden, 1983). Με μεγαλύτερη μεταβλητότητα της εγκεφαλικής πλευρίωσης στους αριστερόχειρες, μια απευθείας σύγκριση των ατόμων αυτών με τους δεξιόχειρες προσφέρει ένα κατάλληλο πλαίσιο για την εκτίμηση των γνωστικών συνεπειών της μη τυπικής πλευρίωσης, ή πιο γενικά των σχέσεων μεταξύ εγκεφαλικής πλευρίωσης και γνωστικών ικανοτήτων (Lewis και Harris 1990).

α. Γνωστικές διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων

Η υπόθεση του γνωστικού συνωστισμού

Ο πρώτος έλεγχος της υπόθεσης για τη σχέση πλευρίωσης και γνώσης με τον προαναφερθέντα τρόπο έγινε από την Levy (1969). Τα υποκείμενα της έρευνάς της ήταν δεκαπέντε αριστερόχειρες και δέκα δεξιόχειρες άρρενες, μεταπτυχιακοί φοιτητές στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Καλιφόρνια. Οι αριστερόχειρες παρουσίαζαν μέσο λεκτικό I.Q. ίσο με 142 και μέσο πρακτικό I.Q. ίσο με 117, στην κλίμακα νοημοσύνης ενηλίκων του Wechsler (WAIS), ενώ για τους δεξιόχειρες οι βαθμοί ήταν 138 και 130 αντίστοιχα. Οι αριστερόχειρες δηλαδή εμφάνιζαν μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ λεκτικού και πρακτικού I.Q. από τους δεξιόχειρες. Σε μια προσπάθεια χρησιμοποίησης πιο ξεκάθαρων μετρήσεων της γλωσσικής και της αντιληπτικής ικανότητας, η Levy (1974) ανέλυσε ξανά τα δεδομένα της χρησιμοποιώντας τους βαθμούς επίδοσης από τα παραγοντικώς αναλυμένα υποτέστ του WAIS. Σε αυτή την περίπτωση οι αριστερόχειρες παρουσιάζονταν σημαντικά χειρότεροι από τους δεξιόχειρες στα αντιληπτικής φύσης (πιθανώς σχετιζόμενα με το δεξί ημισφαίριο) θέματα, αλλά ήταν σημαντικά καλύτεροι στα λεκτικά (πιθανώς

σχετιζόμενα με το αριστερό ημισφαίριο) θέματα. Βασισμένη σ' αυτά τα ευρήματα η Levy πρότεινε ότι η αμφίπλευρη οργάνωση των λειτουργιών της γλώσσας στους αριστερόχειρες οδηγεί σε υπεράνω του μέσου όρου λεκτικές ικανότητες, αλλά εξαιτίας της ελλειπούς εξειδίκευσης του δεξιού ημισφαιρίου για τις χωροταξικές λειτουργίες, αυτό έχει κάποιο κόστος για τις χωρικές ικανότητες.

Μια όμοια υπόθεση έχει προωθηθεί από τον Lansdell (1969), βασισμένη σε μια μελέτη ατόμων με επιληψία στο αριστερό ημισφαίριο. Βρήκε ότι ασθενείς με νευρολογικά συμπτώματα πριν από την ηλικία των πέντε ετών εμφάνιζαν μικρότερο έλλειμμα στη λεκτική παρά στη μη-λεκτική επίδοση στο Wechsler-Bellevue τεστ. Όταν η δοκιμασία της νατριούχου αμυτάλης (sodium amytal) κατέδειξε ότι όλοι οι παραπάνω ασθενείς είχαν το κέντρο του λόγου στο δεξί ημισφαίριο, ο Lansdell πρότεινε μια εξήγηση του προτύπου της γνωστικής λειτουργίας, λέγοντας ότι η αμοιβαία ανταλλαγή της γλωσσικής λειτουργίας οφείλεται στην ανάπτυξη της γλωσσικής αντιπροσώπευσης στο δεξί ημισφαίριο, αλλά αυτό έχει αποβεί εις βάρος των μη-λεκτικών λειτουργιών οι οποίες έχουν εκτοπισθεί από τη γλωσσική αντιπροσώπευση.

Αν και οι δύο υποθέσεις είναι όμοιες, είναι σημαντικό να κρατήσουμε στη σκέψη μας ότι ο Lansdell έλαβε ως δεδομένο το αποτέλεσμα μιας παθολογικής διαδικασίας σε ασθενείς με εγκεφαλική βλάβη, που σημαίνει ότι ο συμβιβασμός των χωρικών λειτουργιών στο δεξί ημισφαίριο προκλήθηκε από μία παθολογικώς προκαλούμενη μετατόπιση των γλωσσικών λειτουργιών στο δεξί ημισφαίριο, η οποία ήταν το επακόλουθο μιας βλάβης των γλωσσικών ζωνών του αριστερού ημισφαιρίου. Όταν αυτή η μετατόπιση συμβαίνει σε γενοτυπικά δεξιόχειρα άτομα μια σχετική πιθανή συνέπεια είναι η παθολογική αριστεροχειρία (Harris και Carlson, 1988). Ο Satz και οι συνεργάτες του (1985) αναφέρουν στοιχεία που αποδεικνύουν μη-λεκτικά ελλείματα σε ασθενείς με πρώιμη βλάβη του αριστερού ημισφαιρίου. Από 12 ασθενείς με επικρατούσα βλάβη στο αριστερό ημισφαίριο, οι 10 εμφάνιζαν ανωτερότητα του λεκτικού I.Q., τουλάχιστον 15 μονάδες πάνω από τον πρακτικό I.Q.. Ως εκ τούτου ο Satz και οι συνεργάτες του. πρότειναν ότι ένα οπτικο-χωρικό έλλειμμα αποτελεί ένα από τα διακριτικά γνωρίσματα της παθολογικής

αριστεροχειρίας. Αντιθέτως η Levy έλαβε ως δεδομένο τις συνέπειες ενός ειδικού μοντέλου εγκεφαλικής οργάνωσης σε «φυσιολογικούς» αριστερόχειρες. Και τα δύο μοντέλα όμως είτε εφαρμόζονται σε φυσιολογικούς είτε σε παθολογικούς αριστερόχειρες, προβλέπουν το ίδιο αποτέλεσμα: ένα σχετικό έλλειμμα των χωροταξικών λειτουργιών. Και τα δύο μοντέλα επίσης δέχονται ότι η γνωστική ικανότητα σχετίζεται με την έκταση των φλοιωδών νευρωνικών δικτύων που εξυπηρετούν μια δεδομένη λειτουργία. Ένα σχετικό έλλειμμα στη χωρική ικανότητα επομένως, φαίνεται να είναι η απόρροια μιας υπο-αντιπροσώπευσης αυτών των νευρικών περιοχών.

Αυτή η ερμηνεία του χωρικού ελλείμματος, είτε η αρχική του αιτία είναι παθολογική είτε όχι, έχει χαρακτηριστεί ως η υπόθεση του «γνωστικού συνωστισμού», ένας όρος που υποδηλώνει ότι η χωρική ικανότητα έχει συμβιβασθεί (μερικώς παραγκωνισθεί) από το σχετικώς μεγαλύτερο βαθμό δέσμευσης των νευρωνικών δικτύων του δεξιού ημισφαιρίου από τη γλώσσα (Milner, 1974 --Sperry, 1974 --Teuber, 1974).

Ερευνητική ανασκόπηση και άλλες θεωρίες

Στην περίπτωση των φυσιολογικών αριστερόχειρων, τα αποδεικτικά στοιχεία για την υπόθεση του «γνωστικού συνωστισμού» είναι ανομοιογενή. Για παράδειγμα, από τη δετική πλευρά, ο Miller (1971) βρήκε ότι οι αριστερόχειρες ήταν χειρότεροι από τους δεξιόχειρες σε μετρήσεις οπτικού χειρισμού σχημάτων δύο και τριών διαστάσεων, αλλά δεν υπήρχαν διαφορές σε δοκιμασίες λεκτικής ευφυΐας. Ο Nebes (1971) βρήκε ότι οι αριστερόχειρες ήταν χειρότεροι από τους δεξιόχειρες (τα περισσότερα από τα υποκείμενα του δείγματος ήταν φοιτητές του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Καλιφόρνια) στη δοκιμασία Τόξου-Κύκλου (σ' αυτή τη δοκιμασία, τα υποκείμενα χρησιμοποιούν τους δείκτες των χεριών τους για να διερευνήσουν ένα τόξο που είναι εκτός του οπτικού τους πεδίου και στη συνέχεια παρατηρώντας τρεις διαφορετικού μεγέθους κύκλους πρέπει να βρουν εκείνο που ταιριάζει στην ίδια γωνία με το τόπο που ηλάφισαν). Οι δεξιόχειρες, έχει επίσης αναφερθεί, ότι υπερέχουν από τους αριστερόχειρες σε δοκιμασίες αντιγραφής και εξόδους από ένα λαβύρινθο (Flick, 1966) και στην ανάκληση των θέσεων γραμμάτων που

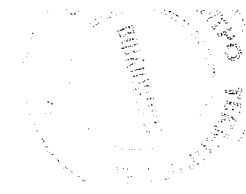
εμφανίζονται σε ένα πίνακα (Nagae, 1985a). Άλλες θετικές ενδείξεις περιλαμβάνουν αναφορές ότι οι αριστερόχειρες επιτελούν λιγότερο αποτελεσματικά από τους δεξιόχειρες την πρακτική δοκιμασία του WAIS (Bradshaw, Nettleton και Taylor, 1981), ότι τα δεξιόχειρα παιδιά υπερτερούν των αριστερόχειρων στις δοκιμασίες σχεδιασμού κύβων και συνάθροισης αντικειμένων, της αναθεωρημένης κλίμακας νοημοσύνης για παιδιά του Wechsler (Eme, Stone και Izral, 1978), ότι οι δεξιόχειρες υπερέχουν των αριστερόχειρων στη δοκιμασία σημαιών των Thurstone και Jeffrey (Johnson και Harley, 1980), ότι οι δεξιόχειρες προπτυχιακοί φοιτητές υπερτερούν των αντίστοιχων αριστερόχειρων στη δοκιμασία συνδυασμού σχημάτων της Κλίμακας Νοημοσύνης του Πανεπιστημίου του Kyoto NX (Kashihara, 1979), ότι οι δεξιόχειρες φοιτητές εκπληρούν καλύτερα από τους αριστερόχειρες συναδέλφους τους, με ανεστραμμένη θέση χεριού κατά τη γραφή, την υποδοκιμασία συσχέτισης στο χώρο της Δοκιμασίας Διαφορετικών Ικανοτήτων DAT (Gregory, Alley και Morris, 1980). Επίσης τα δεξιόχειρα παιδιά της ενδέκατης τάξης τείνουν να εμφανίζουν μεγαλύτερη επίδοση στην προηγούμενη δοκιμασία ($p < 0,07$) σε σχέση με τους αριστερόχειρες συμμαθητές τους, αν και αυτή η διαφορά δεν εμφανίζεται στους μαθητές της ένατης και της δέκατης τάξης (Sherman, 1979), ότι οι αριστερόχειρες που εμφανίζουν πλεονέκτημα του αριστερού αυτιού (γεγονός που υποδεικνύει σχετικώς μεγαλύτερη εμπλοκή του δεξιού ημισφαιρίου στην γλωσσική διαδικασία) σε ένα λεκτικό τεστ διχωτικής ακοής, εκπληρούν λιγότερο αποτελεσματικά από τους δεξιόχειρες τη δοκιμασία συσχέτισης στο χώρο και τη υποδοκιμασία σχεδιασμού κύβων του WAIS (Mc Glone και Davidson, 1973), ότι οι δεξιόχειρες υπερέχουν των αριστερόχειρων και των αμφίχειρων στο WAIS (Briggs, Nebes και Kinsbourne, 1976) και ότι οι δεξιόχειρες πλεονεκτούν των αριστερόχειρων σε οπτικοχωρικές δοκιμασίες, ενώ υστερούν σε γλωσσικές (Mc Keever, 1986).

Από την άλλη πλευρά, ένας σημαντικός αριθμός ερευνών δεν έχουν καταφέρει να αποκαλύψουν ένδειξη εξασθενημένης οπτικο-χωρικής επίδοσης στους αριστερόχειρες. Η Fagan-Dubin (1974) χρησιμοποιώντας την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά του Wechsler, στάθηκε αδύνατο να εντοπίσει διαφορές λεκτικού και πρακτικού I.Q. μεταξύ 32 παιδιών προσχολικής ηλικίας, ενώ δύο ακόμα μελέτες απέτυχαν να βρουν διαφορές ανάμεσα στην προτίμηση χεριού και στην επίδοση

κατά τη δοκιμασία Τόζου-Κύκλου του Nebes (Hardyck, 1977 --Kutas, Mc Carthy και Donchin, 1975). Αρνητικές αναφορές έχουν επίσης διατυπωθεί για διαφορές στην επίδοση σε δοκιμασίες αντιγραφής σχημάτων και μη-λεκτικής ευφυίας σε παιδιά (Hardyck, Petrinovich Goldman, 1976), στην συντημημένη έκδοση της πρακτικής κλίμακας του WAIS (Newcombe και Ratcliff, 1973), στην δοκιμασία νοητικών περιστροφών των Shepard - Mentzel (Mc Gee, 1976), στην οπτικοχωρική δοκιμασία του τεστ των στοιχειωδών νοητικών ικανοτήτων (Fennell, Satz, Van Den Abell, Bowers και Thomas, 1978), στο λεκτικό και πρακτικό μέρος του WAIS-R (Inglis, Lawson, 1984), στις δοκιμασίες σχεδιασμού κύβων και συνάθροισης αντικειμένων του WAIS (Gilbert, 1977), στη δοκιμασία σχεδιασμού κύβων του WAIS (Fennell και συν., 1978), στις δοκιμασίες σχεδιασμού κύβων και κατάταξης εικόνων του WAIS (Johnson και Harley, 1980), στον εντοπισμό της θέσης ταχυστοσκοπικώς παρουσιασθέντων ερεθισμάτων (Nagae, 1985b), στον τομέα νοερής απεικόνισης στο χώρο της επιδεώρησης δεξιοτήτων των Guilford-Zimmerman (Burnett, Lane και Dratt, 1982), στην κλίμακα πρακτικού I.Q. του WAIS (Gibson, 1973), στη δοκιμασία διάτρησης ενός δπλωμένου χαρτιού της Κλίμακας Νοημοσύνης του Πανεπιστημίου του Kyoto NX (Kashihara, 1979), στο WISC και στο WPPSI (Annett και Turner, 1974), στο WISC-R (Carlan και Kinsbourne, 1981), στο WAIS και στη δοκιμασία πανομοιότυπων κύβων του Stafford (Mc Keever και Van Deventer, 1977), στο PPVT και σε επτά ακόμα λεκτικές δοκιμασίες (Natsopoulos και Xeromeritou, 1989).

Ο Πίνακας 1 ανακεφαλαιώνει τις σχετικότερες και πιο αντιπροσωπευτικές μελέτες πάνω στη σχέση προτίμησης χεριού και γνωστικής επίδοσης. Μερικές μελέτες χρησιμοποίησαν κλίμακες μη-λεκτικής νοημοσύνης, κυρίως την WAIS, και διάφορες οπτικο-χωρικές και αισθητηριακές δοκιμασίες, ενώ άλλες χρησιμοποίησαν κλίμακες λεκτικής νοημοσύνης και διάφορες μετρήσεις των γλωσσικών ικανοτήτων με υποκείμενα κυρίως νεαρούς εφήβους και ενήλικες.

Παράρτημα 1. Ανασκόπηση των μελετών διερεύνησης διαφορών μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων σε λεκτικές και μη-λεκτικές δοκιμασίες



Μελέτη	Δείγμα	Δοκιμασία	Αποτελέσματα
Annett & Turner (1974)	Παιδιά ηλικίας 5-11 ετών	Λαβύρινθος (WISC-WPPSI). Πηλίκο ανάγνωσης. Ζωγράφιση - έναν - άνθρωπο. PPVT.	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και μικτών Δ. Καμμία διαφορά μεταξύ Α και μικτών Α.
Bradshaw, Nettleton & Taylor (1981)	Φοιτητές	Πλήρης κλίμακα του WAIS. Λεκτικό IQ του WAIS. Πρακτικό IQ του WAIS.	Δ υπερέχουν των Α. Άρρενες υπερέχουν των θηλέων.
Briggs, Nebes & Kinsbourne (1976)	Φοιτητές	Πλήρης κλίμακα του WAIS. Λεκτικό IQ του WAIS. Πρακτικό IQ του WAIS. Σειρά δοκιμασιών αναφερόμενων σε γνωστικούς παράγοντες και σε τεστ σχολικών δεξιοτήτων	Δ υπερέχουν Α και αμφίχειρων στην πλήρη κλίμακα και στο λεκτικό IQ. Άρρενες υπερέχουν των θηλέων σε ποσοτικούς παράγοντες των τεστ σχολικών δεξιοτήτων.
Burnett, Lane & Dratt (1982)	Φοιτητές	Επιθεώρηση δεξιοτήτων των Guilford-Zimmerman	Ασθενείς Δ και Δ υπερέχουν των ισχυρών Δ και των Α. Ισχυροί Α υπερέχουν των ασθενών Α. Δ άρρενες υπερέχουν των Δ θηλέων.
Caplan & Kinsbourne (1981)	Παιδιά ηλικίας 6-12 ετών	Δοκιμασία ταιριάσματος λέξεων-σχημάτων, WISC-R (λεξιλόγιο, σχεδιασμός κύβων, ικανότητα ανάγνωσης).	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α
Davis & Eliot (1994)	Φοιτητές	ETS Δοκιμασία μορφολογικής ολοκλήρωσης	Α άνδρες και Δ γυναίκες υπερέχουν των υπολοίπων ομάδων
Eme, Stone & Izral (1978)	Παιδιά ηλικίας 6-14 ετών	WISC-R (Λεξιλόγιο - Ομοιότητες. Σχεδιασμός κύβων - Συνάθροιση αντικειμένων)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α στις λεκτικές δοκιμασίες. Δ υπερτερούν στις πρακτικές δοκιμασίες
Fagan-Dubin (1974)	Παιδιά ηλικίας 5-6 ετών	WISC (Λεκτικό IQ. Πρακτικό IQ)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
Flick (1966)	Παιδιά ηλικίας 4 ετών	Λαβύρινθος. Αντιγραφή σχημάτων	Δ υπερέχουν των Α.

Πίνακας 1 (συνέχεια)

Μελέτη	Δείγμα	Δοκιμασία	Αποτελέσματα
10. Fenell, Satz, Van Der Abell, Bowers & Thomas (1978)	Μαθητές λυκείου και φοιτητές	Σχεδιασμός κύβων (WAIS) Οπτικο-χωρικές δοκιμασίες (PMA)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
11. Gibson (1973)	Φοιτητές και ενήλικες	WAIS (Λεκτικό IQ και Πρακτικό IQ)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
12. Gilbert (1977)	Φοιτητές	WAIS - Σχεδιασμός κύβων, συνάθροιση αντικειμένων και αναγνώριση προσώπων.	Καμμία διαφορά μεταξύ ισχυρών και ασθενών Δ και μεταξύ ισχυρών και ασθενών Α.
13. Glenn, Bradshaw & Sharp (1995)	Παιδιά ηλικίας 3-12 ετών	Ολοκλήρωση μερικών σχεδιασμένων εικόνων	Δ διαφέρουν από Α ως προς την κατεύθυνση και την αλληλουχία της σχεδίασης.
14. Gregory, Alley & Morris (1980)	Φοιτητές	Δοκιμασία συσχέτισης στο χώρο του DAT	Δ υπερέχουν των Α.
15. Hardyck (1977)	Φοιτητές	Συσχετίσεις μέρους-όλου, μέρους-μέρους και όλου-όλου	Καμμία διαφορά μεταξύ ισχυρών και ασθενών Δ και μεταξύ ισχυρών και ασθενών Α.
16. Hardyck, Petrinovich & Goldman (1976)	Παιδιά πρώτης έως εκτός τάξης	Αντιγραφή γεωμετρικών σχημάτων, δοκιμασία προσοχής κατά την ακοή, ταχύτητα και επιμονή, δοκιμασίες σχολικής επίδοσης	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
17. Herrmann & Van Dyke (1978)	Φοιτητές	Περιστροφή και προσανατολισμός. Όμοιες και διαφορετικές αντιλήψεις γεωμετρικών σχημάτων.	Α υπερέχουν των Δ.
18. Hicks & Beveridge (1978)	Φοιτητές	Δοκιμασίες πολιτισμικώς ευνοϊκής ευφυΐας (ρευστή). Δοκιμασία συνεργατικού λεξιλογίου (αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα).	Δ υπερέχουν των Α στη ρευστή ευφυΐα. Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α στην αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα.
19. Inglis & Lawson (1984)	Ενήλικες	WAIS-R IQ. Λεκτικό IQ. Πρακτικό IQ.	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.

Πίνακας 1 (συνέχεια)

Μελέτη	Δείγμα	Δοκιμασία	Αποτελέσματα
0. Johnson & Harley (1980)	Φοιτητές	WAIS (Λεξιλόγιο, αριθμητική), WAIS (Σχεδιασμός κύβων, ταίριασμα εικόνων) Λεκτική δοκιμασία (Mill Hill) Σκέψεις στο χώρο (flags test)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Α υπερέχουν των Δ και των αμφίχειρων. Δ υπερέχουν των Α και των αμφίχειρων.
1. Kashihara (1979)	Φοιτητές	Κλίμακα νοημοσύνης του πανεπιστημίου του Kyoto NX (λεκτική, μη-λεκτική, αριθμητική, μνήμη)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α εκτός από τη δοκιμασία συνδιασμού σχημάτων.
12. Kocel (1980)	Έφηβοι και ενήλικες	Λεκτικοί, χωρικοί, μνημονικοί και αισθητικοί συντελεστές	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Οι θήλειες υπερέχουν των αρρένων σε αισθητική και λεκτική ταχύτητα. Οι άρρενες υπερέχουν των θηλέων σε χωρικές ικανότητες.
23. Kutas, Mc Carthy & Donchin (1975)	Φοιτητές	Σχέσεις μέρους-όλου	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
24. Mc Gee (1976)	Φοιτητές	Δοκιμασία νοητικών περιστροφών των Shepard-Mentzel	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Γυναίκες Δ υπερέχουν των Α γυναικών.
25. Mc Glone & Davidson (1973)	Φοιτητές	Δοκιμασία συσχέτισης στο χώρο. WAIS - σχεδιασμός κύβων.	Δ υπερέχουν των Α.
26. Mc Keever (1986)	Φοιτητές	Λεκτική δοκιμασία (δοκιμασία λεξιλογίου των Shipley-Hartford) Περιστροφή κύβων (δοκιμασία πανομοιότυπων κύβων του Stafford)	Α υπερέχουν των Δ. Άρρενες υπερέχουν των θηλέων. Δ υπερέχουν των Α. Άρρενες υπερέχουν των θηλέων.

Πίνακας 1 (συνέχεια)

Μελέτη	Δείγμα	Δοκιμασία	Αποτελέσματα
7. Mc Keever & Van Deventer (1977)	Φοιτητές	WAIS-Δοκιμασία κατανόησης παροιμιών και ομοιοτήτων. Περιστροφή κύβων (δοκιμασία πανομοιότυπων κύβων του Stafford)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Άρρνες υπερέχουν των θηλέων.
8. Miller (1971)	Φοιτητές	Δοκιμασίες οπτικού χειρισμού σχημάτων Λεκτική ευφυία	Δ υπερέχουν των Α. Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
9. Nagae (1985a)	Φοιτητές	Ανάκληση θέσεων γραμμάτων	Δ υπερέχουν των Α.
10. Nagae (1985b)	Φοιτητές	Εντοπισμός θέσης ερεθισμάτων στο ταχυστοσκόπιο	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
11. Nagae (1994)	Φοιτητές	Αναγνώριση και ανάκληση εικόνων	Διαφορές προσέγγισης μεταξύ Δ και Α.
12. Natsopoulos & Xeromeritou (1989)	Παιδιά ηλικίας 6-7 ετών	PPVT (Peabody Picture Vocabulary Test) και επτά ακόμα λεκτικές δοκιμασίες	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
13. Natsopoulos, Kiosseoglou & Xeromeritou (1992)	Παιδιά τρίτης έως έκτης τάξης	Εννιά χωρικές δοκιμασίες	Α υπερέχουν των Δ.
14. Nebes (1971)	Φοιτητές και ενήλικες	Σχέσεις μέρους-όλου, μέρους - μέρους και όλου-όλου	Δ υπερέχουν των Α σε όλες τις συσχετίσεις μέρους-όλου.
15. Nebes (1976)	Φοιτητές	Ανάκληση εικόνων. Αναγνώριση τυχαίων σχημάτων	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
16. Newcombe & Ratcliff (1973)	Ενήλικες	WAIS - Λεκτική και πρακτική κλίμακα (συντημημένη έκδοση)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
17. Piazza (1980)	Φοιτητές	WAIS - Λεξιλόγιο και σχεδιασμός κύβων	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.
18. Sanders, Wilson & Vandenberg (1982)	Έφηβοι και ενήλικες Ευρωπαϊκής, Κινέζικης και Ιαπωνικής καταγωγής	Χωρικοί γνωστικοί παράγοντες Λεκτικοί γνωστικοί παράγοντες	Α άρρνες υπερέχουν Δ αρρνων. Α θήλεις κατώτερες Δ θηλέων. Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α.

Μελέτη	Δείγμα	Δοκιμασία	Αποτελέσματα
1. Sherman (1979)	Παιδιά ένατης έως ενδέκατης βαθμίδας	Δοκιμασία συσχέτισης στο χώρο του DAT (Differential Aptitude Test)	Δ υπερέχουν των Α στην ενδέκατη βαθμίδα. Καμμία διαφορά στις υπόλοιπες
2. Swanson, Kinsbourne & Horn (1980)	Παιδιά τέταρτης και έβδομης σχολικής βαθμίδας	Δοκιμασία στοιχειωδών νοητικών ικανοτήτων (PMA)	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α στην 4η βαθμίδα. Δ της 7ης βαθμίδας υπερέχουν των Α. Α και Δ υπερέχουν από τους αμφίχειρες.
1. Van Strien, Licht, Bouma & Bakker (1989)	Φοιτητές	Ανάγνωση λέξεων και ταίριασμα εικόνων	Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α. Το φύλο επηρεάζει τα αποτελέσματα.
2. Vlachos & Karapetsas (1994)	Παιδιά ηλικίας 5.5 έως 12.5 ετών	Σύνθετο σχήμα των Rey-Osterrieth (αντιγραφή)	Δ υπερέχουν των Α στις μεγαλύτερες ηλικίες. Τα κορίτσια υπερέχουν των αγοριών σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες.
3. Vlachos & Karapetsas (in press)	Παιδιά ηλικίας 5.5 έως 12.5 ετών	Σύνθετο σχήμα των Rey-Osterrieth (μνημονική αναπαραγωγή)	Δ υπερέχουν των Α σε όλες τις ηλικίες.
14. Yen (1975)	Μαθητές γυμνασίου	PMA (Thurstone). Δοκιμασία του διπλωμένου χαρτιού, Νοητικές περιστροφές των Shepard-Metzler	Δ υπερέχουν των Α. Οι άρρενες υπερέχουν των θηλέων στις χωρικές δοκιμασίες. Καμμία διαφορά μεταξύ Δ και Α θηλέων.

Σημείωση: Δ = Δεξιόχειρα άτομα, Α = αριστερόχειρα άτομα

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 1, δεκατρείς μελέτες δεν εμφανίζουν διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων σε οπτικο-χωρικές ή μη-λεκτικές δοκιμασίες (3, 10, 11, 12, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 35, 36). Δύο μελέτες βρίσκουν υπεροχή των αριστερόχειρων ατόμων έναντι των δεξιόχειρων (17, 33), ενώ σε δεκατέσσερες μελέτες τα δεξιόχειρα άτομα είναι αυτά που υπερτερούν (2, 3, 9, 13, 14, 18, 25, 26, 28, 34). Σε τρεις επίσης μελέτες τα αμφίχειρα άτομα σημειώνουν επιδόσεις κατώτερες από εκείνες των δεξιόχειρων και των αριστερόχειρων ατόμων (3, 20, 40).

Οι άρρενες σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις από τις θήλεις στις δοκιμασίες των οπτικοχωρικών ικανοτήτων σε επτά μελέτες (2, 3, 4, 20, 33, 36, 27). Σε δύο μελέτες οι αριστερόχειρες άνδρες υπερτερούν των δεξιόχειρων και οι δεξιόχειρες γυναίκες των αριστερόχειρων ως προς τις χωροταξικές ικανότητες. Τέλος ο Mc Gee (1976) δε διαπίστωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ανδρών, αλλά οι δεξιόχειρες γυναίκες υπερείχαν των αριστερόχειρων, ενώ ο Yen (1975) έδειξε ότι τα αριστερόχειρα άτομα είναι γενικά υποδεέστερα των δεξιόχειρων όσον αφορά τις μη-λεκτικές και τις οπτικο-χωρικές δεξιότητες, αλλά οι αριστερόχειρες γυναίκες διαφέρουν από τις δεξιόχειρες.

Τα δεδομένα από μελέτες που έχουν σχέση με τις γλωσσικές ικανότητες των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων, εμφανίζουν ανάλογα αποτελέσματα. Σε δώδεκα από τις δεκαπέντε τέτοιου τύπου μελέτες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 δεν αναφέρονται σημαντικές διαφορές (11, 18, 19, 20, 22, 28, 32, 35, 36, 37, 38, 41). Μία από τις δεκαπέντε μελέτες εμφανίζει υπεροχή των αριστερόχειρων έναντι των δεξιόχειρων και των ανδρών έναντι των γυναικών (Mc Keever, 1986), ενώ άλλες δύο βρίσκουν υποδεέστερη επίδοση στα αριστερόχειρα άτομα (2,3).

Τέσσερες εξελικτικές μελέτες δείχνουν ότι η προτίμηση του αριστερού χεριού δεν είναι επιζήμια για την ανάπτυξη των μη-λεκτικών ικανοτήτων όπως αυτές μετρώνται με την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά του Wechsler (WISC) και με άλλες δοκιμασίες (1, 5, 8, 16), ενώ πέντε μελέτες εμφανίζουν υπεροχή των δεξιόχειρων (7,

39, 40, 42, 43) και άλλη μία υπεροχή των αριστερόχειρων κατά την ανάπτυξη των μη-λεκτικών ικανοτήτων (33).

Οι αναπτυξιακές μελέτες που συνδέουν την προτίμηση χεριού με τις γλωσσικές ικανότητες είναι επίσης λιγοστές και αντικρουόμενες. Ποικίλα γλωσσικά τεστ όπως το Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT -- Dunn, 1965) και η κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά του Wechsler (WISC-R -- Wechsler, 1974) δεν υποστηρίζουν την άποψη ότι τα αριστερόχειρα παιδιά διαφέρουν από τα δεξιόχειρα ως προς τις λεκτικές ικανότητες (1, 5, 7, 8, 16, 32). Άλλοι ερευνητές ισχυρίζονται ότι τα αριστερόχειρα άτομα είναι ικανότερα στην καθρεφτική ανάγνωση και στην καθρεφτική γραφή, εξαιτίας της ικανότητάς τους να αντιστρέφουν τα πρότυπα που εξερευνούν (Tankle και Heilman, 1982, 1983).

Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, γλωσσικές διαταραχές και νοητική καθυστέρηση είναι συχνότερα συνδεδεμένες με την αριστεροχειρία παρά με την δεξιοχειρία (Bradshaw - Mc Anulty, Hicks και Kinsbourne, 1984 -- Neils και Aram, 1986 -- Pipe, 1990 -- Tonnessen, Loken, Hoiien και Lundberg, 1993), ενώ οι Annett και Kilshaw (1982) υποστηρίζουν ότι γλωσσικά προβλήματα εμφανίζονται συχνότερα στους αριστερόχειρες μαθηματικούς, άνδρες και γυναίκες, σε σχέση με τους δεξιόχειρες.

Άλλα δεδομένα έχουν δείξει ότι υπάρχουν περισσότεροι αριστερόχειρες φοιτητές σε σχολές αρχιτεκτονικής, μουσικής ή καλών τεχνών, απ' ό,τι σε σχολές φυσικών επιστημών (Peterson, 1979 -- Peterson και Lansky, 1974, 1977). Οι Mebert και Michel (1980) βρήκαν επίσης αυξημένα ποσοστά προτίμησης του αριστερού χεριού στους καλλιτέχνες, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι οπτικοχωρικές και οι οπτικοκατασκευαστικές λειτουργίες θα πρέπει να συνδέονται σθεναρά με τα αριστερόχειρα άτομα.

Κάτω από το πρίσμα αυτών των στοιχείων είναι δύσκολο να συμφωνήσει κανείς με τη θεωρία της Levy (1969, 1976 -- Levy και Reid, 1978), αν και τα αριστερόχειρα άτομα εμφανίζονται συχνότερα ανεπαρκέστερα ως προς τις μη - λεκτικές και /ή

οπτικο-χωρικές δεξιότητες παρά στη λεκτική ικανότητα (Hardyck και Petrinovich, 1977 -- Mc Gee, 1979 -- Sanders και συν, 1982).

Σε αντίθεση με τη θεωρία της Levy, άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αριστεροχειρία συνδέεται συχνά με μαθηματική σκέψη (Annett και Kilshaw, 1982) με υψηλότερη γενική ευφυΐα (Annett και Manning, 1989) και μια υψηλή συχνότητα μαθηματικών και χωρικών ικανοτήτων (Geschwind και Galaburda, 1985, 1987 -- βλ. επίσης Benbow, 1986 -- Kolata, 1983).

Ειδικότερα η Annett υποστήριξε ότι η προτίμηση των ανθρώπων προς το δεξί χέρι και κατά συνέπεια προς το αριστερό ημισφαίριο για τον έλεγχο του λόγου, προκαλεί φτωχές μαθηματικές, χωρικές και λεκτικές ικανότητες, όπως τουλάχιστον αυτές μετρούνται με τα σχολικά τεστ και τα τεστ νοημοσύνης. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ισχυρώς δεξιόχειρα άτομα, είτε άνδρες είναι είτε γυναίκες, βρίσκονται σε κίνδυνο ανάπτυξης χαμηλών δεξιοτήτων, όπως φαίνεται από τη φτωχή τους επίδοση σε χωροταξικές δοκιμασίες (Annett και Manning, 1989).

Οι Geschwind και Galaburda (1985, 1987) διατύπωσαν ένα μοντέλο για την εγκεφαλική πλευρίωση, σύμφωνα με το οποίο μεταβολές στα επίπεδα της εμβρυϊκής τεστοστερόνης φαίνεται να προκαλούν ποικίλες και αλυσιδωτές επιδράσεις κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Συγκεκριμένα θεωρούν ότι υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης οδηγούν σε τροποποίηση της ανάπτυξης του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου, γεγονός που έχει με τη σειρά του συνέπειες στη γλωσσική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα οδηγούν σε αλλαγές στη λειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου, που προκαλούν αυτό που οι Geschwind και Galaburda ονόμασαν «ανώμαλη υπεροχή» (anomalous dominance) και εκφράζεται από ένα συνδυασμό μη τυπικής προτίμησης χεριού, καθώς και γλωσσικής και οπτικοχωρικής πλευρίωσης. Επιπλέον οι μεταβολές στο αριστερό ημισφαίριο έχουν ως επακόλουθο την ανάπτυξη ενός τροποποιημένου δεξιού ημισφαιρίου, με αποτέλεσμα την τροποποίηση διάφορων γνωστικών ικανοτήτων και ιδιαίτερα εκείνων που εμπεριέχουν χωροταξικές ικανότητες, μουσική και μαθηματικά. Επιπροσθέτως η αυξημένη τεστοστερόνη επηρεάζει το

δύμο αδένα, με αποτέλεσμα να οδηγεί σε αλλαγές στη συχνότητα εμφάνισης ασθενειών του ανοσοποιητικού συστήματος.

Σύμφωνα με λοιπόν με τους Geschwind και Galaburda (1985, 1987) η ανάπτυξη του αριστερού ημισφαιρίου πιθανώς καθυστερεί σε μεγαλύτερο βαθμό στους αριστερόχειρες απ' ότι στους δεξιόχειρες, με αποτέλεσμα το αριστερό ημισφαίριο να φθάνει σε μεγαλύτερο τελικό μέγεθος στους αριστερόχειρες, κάτω από συνθήκες όπως η παρατεταμένη περίοδος κύησης και η καθυστερημένη εφηβεία. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, οι αριστερόχειρες θα μπορούσαν να εμφανίζονται με αυξημένους αριθμούς σε επαγγέλματα που απαιτούν υψηλές ικανότητες, συμπεριλαμβανομένων κι αυτών στα οποία υψηλές λεκτικές ικανότητες είναι απαραίτητες. Αλλά όταν η πλήρης ανάπτυξη δεν ολοκληρώνεται εξαιτίας υπερβολικής καθυστέρησης της ανάπτυξης, ή πρόωρου τερματισμού της εγκυμοσύνης, ή πρόωρης εφηβείας, μπορεί να εμφανισθούν μαθησιακές δυσκολίες, ή σε ακραίες περιπτώσεις υποδεέστερη λειτουργικότητα συνολικά.

Οι Annett και Geschwind αν και σαφώς διαφέρουν μεταξύ τους, καταλήγουν σε όμοιες προβλέψεις οι οποίες βρίσκονται σε οξεία αντίθεση με τις απόψεις της Levy (1969, 1976) και υποστηρίζουν την πιθανότητα ανωτερότητας των αριστερόχειρων από τα δεξιόχειρα άτομα σε χωρικές ή/και λεκτικές ικανότητες. Η αντίθεση αυτή χαρακτηρίσθηκε από τους Geschwind και Galaburda (1985) ως "η παθολογία της ανωτερότητας".

*Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις δεξιόχειρων
και αριστερόχειρων ατόμων*

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, αντικρούουν τη θεωρία της Levy, αλλά δεν συμφωνούν ούτε με τη θεωρία της Annett, ούτε με αυτή του Geschwind. Πολλές μπορεί να είναι οι αιτίες για την ασυμφωνία των ερευνητικών δεδομένων στο σύνολό τους, με τις προαναφερθείσες αντίπαλες θεωρίες. Οι Harshman, Hampson και Berenbaum (1983), σε μία αναδρομική επαναξιολόγηση ενός μεγάλου αριθμού ευρημάτων καθώς και από νέων δεδομένων που συνέλεξαν δεν εντόπισαν

διαφορές μεταξύ αριστερόχειρων και δεξιόχειρων εφήβων, φοιτητών και ενηλίκων σε μία μεγάλη συστοιχία χωροταξικών, οπτικοχωρικών και λεκτικών δοκιμασιών. Διαπίστωσαν επίσης ότι ο τύπος των απαντήσεων των εξεταζομένων εξαρτιόταν από τη λογική ικανότητα (άνω ή κάτω του μέσου) των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων υποκειμένων, καθώς και από την αλληλεπίδραση φύλου και προτίμησης χεριού. Για τα υποκείμενα με υπεράνω του μέσου λογική ικανότητα, οι χωροταξικές επιδόσεις των αριστερόχειρων αρρένων ήταν μειωμένες, αλλά εκείνες των αριστερόχειρων θηλέων ήταν αυξημένες σε σχέση με τις αντίστοιχες ομάδες των δεξιόχειρων. Το αντίθετο μοντέλο βρέθηκε για τα υποκείμενα με λογική ικανότητα κάτω του μέσου. Η εξάρτηση των επιδόσεων της προτίμησης χεριού από τα επίπεδα της λογικής ικανότητας, φαίνεται να ερμηνεύει μερικά από τα αντιφατικά ευρήματα της βιβλιογραφίας. Η ευχέρεια λόγου, η ταχύτητα αντίληψης και η οπτική μνήμη βρέθηκε επίσης ότι επηρεάζονται από το φύλο και την προτίμηση χεριού, τα οποία συχνά αλληλεπιδρούν με τα επίπεδα της λογικής ικανότητας, ή άλλων γνωστικών μεταβλητών. Τα αποτελέσματα τους αποτελούν ισχυρή ένδειξη ότι οι διαφορές φύλου και προτίμησης χεριού ως προς τις γνωστικές ικανότητες έχουν τουλάχιστον μερικώς νευρολογική βάση και ότι μπορεί να υπάρχουν πολλές κατηγορίες φυσιολογικής νευρολογικής οργάνωσης.

Εκτός από τη λογική ικανότητα που μόλις αναφέρθηκε και το φύλο που θα παρουσιασθεί αναλυτικά στην επόμενη ενότητα, έχουν διερευνηθεί διάφοροι άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με την προτίμηση χεριού και οι οποίοι πιθανώς τροποποιούν τις επιδράσεις της προτίμησης χεριού στην εγκεφαλική οργάνωση και στη γνώση. Οι Levy και Reid (1978) υπέθεσαν ότι η χρήση μιας ανεστραμμένης θέσης γραφής (με το χέρι να τοποθετείται πάνω από τη γραμμή στην οποία γράφουμε) υποδεικνύει έλεγχο των γλωσσικών λειτουργιών από το ημισφαίριο ομόπλευρα του χεριού που γράφει, ενώ η χρήση της φυσιολογικής, μη-ανεστραμμένης θέσης (με το χέρι να τοποθετείται κάτω από τη γραμμή) υποδεικνύει έλεγχο των γλωσσικών λειτουργιών του ατόμου από το ημισφαίριο αντίπλευρα του γράφοντος χεριού. Ταχυστοσκοπικά δεδομένα που αναφέρθηκαν από τους ίδιους ερευνητές (Levy και Reid, 1978) υποστήριζαν αυτή τη διάκριση και επιπλέον έδειξαν ότι τα αριστερόχειρα άτομα με ανεστραμμένη γραφή παρουσιάζουν μικρότερο βαθμό πλευρικής

εξειδίκευσης. Οι Smith και Moscovitch (1979) επιβεβαίωσαν τις προβλέψεις των Levy και Reid με ταχυστοσκοπικές, αλλά όχι με διχωτικές μετρήσεις της πλευρίωσης. Τα δεδομένα τους καθώς και εκείνα άλλων ερευνητών (Herron, Galin, Johnstone και Ornstein, 1979) υποδηλώνουν ότι η θέση του χεριού πιθανώς αντί να αποτελεί δείκτη μιας όλης της εγκεφαλικής οργάνωσης, να συσχετίζεται με την οπτικοκινητική λειτουργία. Δοκιμασίες νατριούχου αμυγλής (Milner, 1982) προσδέτουν επιπλέον αμφιβολίες για τη σχέση θέσης χεριού και πλευρίωσης της ομιλίας. Συνεπώς, η θέση του χεριού κατά τη γραφή δεν αποτελεί επαρκώς αξιόπιστο δείκτη της ημισφαιρικής ασυμμετρίας των γνωστικών λειτουργιών ούτε για τα δεξιόχειρα ούτε για τα αριστερόχειρα άτομα.

Η ισχύς και η σταθερότητα της προτίμησης του χεριού έχει επίσης εξετασθεί ως πιθανός μεσολαβητικός παράγοντας στην εκδήλωση των γνωστικών ικανοτήτων, αν και τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά. Μερικές μελέτες (Dee, 1971) βρίσκουν ότι τα άτομα με ασθενή αριστεροχειρία παρουσιάζουν ανώμαλη πλευρίωση. Άλλες αναφέρουν ότι τα άτομα με ισχυρή αριστεροχειρία είναι αυτά που παρουσιάζουν συχνότερα κυριαρχία για τη γλώσσα είτε στο δεξί είτε και στα δύο ημισφαίρια (Κnox και Boone, 1970 -- Satz, Achenbach Fennell, 1967). Άλλες πάλι έρευνες (Burnett, Lane και Dratt, 1982) υποστηρίζουν μια σύνθετη σχέση μεταξύ της ισχύος της προτίμησης χεριού και της πλευρίωσης, με την οικογενειακή αριστεροχειρία σε μεσολαβητικό ρόλο ενώ άλλες δεν βρίσκουν καμμία απολύτως σχέση (Hecaen και συν., 1981).

Με αφορμή πιθανή γενετική συμβολή στην προτίμηση χεριού (Annett, 1981), μερικοί ερευνητές έχουν εξετάσει την οικογενειακή αριστεροχειρία (την ύπαρξη δηλαδή αριστερόχειρων ατόμων ανάμεσα στους στενούς συγγενείς ενός υποκειμένου) ως ένα πιθανό δείκτη μιας πιο αμφίπλευρα οργανωμένης γλωσσικής λειτουργίας και ως εκ τούτου ως μία επιπρόσθετη πρόβλεψη ατομικών διαφορών στις λεκτικές και χωροταξικές ικανότητες. Και σ' αυτή την περίπτωση όμως τ' αποτελέσματα παρουσιάζονται αντιφατικά. Σε ορισμένες κλινικές μελέτες οι αριστερόχειρες με ένα θετικό ιστορικό αριστεροχειρίας (FS +) εμφανίζουν ενδείξεις για αμφίπλευρη αντιπροσώπευση των γλωσσικών λειτουργιών και πιθανώς μειωμένη

ενδομισφαιρική συνεργασία, ενώ οι αριστερόχειρες με αρνητικό ιστορικό (FS -) παρουσιάζουν ένα πρότυπο που μοιάζει με αυτό των δεξιόχειρων (Hecaen και συν., 1981). Όμως οι Newcombe και Ratcliff (1973) σε μία μελέτη τραυματιών πολέμου κατέληξαν σε αντίθετα συμπεράσματα: Ήταν οι FS- αριστερόχειρες που έμοιαζαν να έχουν ανώμαλη πλευρίωση, ενώ οι FS+ αριστερόχειρες εμφάνιζαν κανονική πλευρίωση. Μελέτες με φυσιολογικά άτομα είναι εξίσου αντιφατικές. Υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις ότι η ημισφαιρική ασυμμετρία για ορισμένες όψεις της γλωσσικής λειτουργίας είναι μειωμένη σε αριστερόχειρα και δεξιόχειρα άτομα που έχουν ένα γονέα αριστερόχειρα (Bradshaw, 1989 -- McKeever, 1991 -- O' Boyle και Benbow, 1990). Όμως οι αποδείξεις αυτού του γεγονότος δεν είναι σταθερές και κάθε αποτέλεσμα που σχετίζεται με την οικογενειακή αριστεροχειρία πιθανώς να τροποποιείται με σύνθετους τρόπους από άλλους παράγοντες όπως το φύλο (Hellige, 1993).

Οι προσπάθειες για εξέταση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των ποικίλων υποκειμενικών μεταβλητών που πιστεύεται ότι σχετίζονται με την εγκεφαλική πλευρίωση έχουν επίσης παρουσιάσει ανομοιόμορφα αποτελέσματα. Αυτές οι αντιφατικότητες θα μπορούσαν μερικώς τουλάχιστον να αποδοθούν στο μικρό μέγεθος των δειγμάτων, καθώς και στον τρόπο με τον οποίο έχουν εκτιμηθεί αυτές οι μεταβλητές σε κάθε μελέτη. Για παράδειγμα η ισχύς και η σταθερότητα της προτίμησης χεριού, μπορεί να έχει υπολογισθεί είτε σε σχέση με το προτιμώμενο για τη γραφή ή για την εξεταζόμενη δραστηριότητα χέρι, είτε με ολιγο- ή πολυ-δεματικές κλίμακες προτίμησης, είτε με δοκιμασίες εκτέλεσης. Αναλόγως η οικογενειακή αριστεροχειρία μπορεί να έχει προσδιορισθεί είτε χαλαρά ως η παρουσία ενός αριστερόχειρα μέλους στην οικογένεια, είτε πιο αυστηρά ως η παρουσία δύο ή περισσότερων πρώτου βαθμού αριστερόχειρων συγγενών.

Προβλήματα σχετικά με τη δειγματοληψία συχνά προκαλούν επιπλέον δυσκολίες στη συγκριτική αξιολόγηση των ερευνών. Διαφορετικά αποτελέσματα μπορεί να ευρεθούν, ανάλογα με την ηλικία των υποκειμένων της έρευνας. Η ηλικία φαίνεται να είναι ο διαφοροποιητικός παράγοντας σε πολλές γνωστικές δοκιμασίες (Wilson και συν., 1975 -- Harshman και συν., 1983). Η σύσταση του δείγματος, το αν δηλαδή

τα υποκείμενα προέρχονται από κάποιες γνωστικά εξειδικευμένες κοινότητες π.χ. φοιτητές, αρχιτέκτονες κ.λ.π. (Berenbaum, 1978), γεγονός που φαίνεται να επηρεάζει τη λογική τους ικανότητα (Harshman και συν., 1983) ή και άλλες ικανότητες, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ερμηνεία των οποιωνδήποτε αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα οι Newcombe και Ratcliff (1973) δεν βρήκαν επιδράσεις της προτίμησης χεριού στο πρακτικό IQ του WAIS σε ένα σχετικώς μη-επιλεγμένο δείγμα ενήλικων, ενώ η Levy (1969) βρήκε χαμηλότερη μέση επίδοση στο πρακτικό IQ του WAIS σε ένα δείγμα αριστερόχειρων ανδρών με υψηλή λογική ικανότητα. Σύμφωνα με τους Harshman και συν. (1983) σε ένα σχετικώς μη-εξειδικευμένο δείγμα πληθυσμού ενήλικων οι επιδράσεις της αριστεροχειρίας φαίνεται να μεταβάλλονται με ένα σύνθετο τρόπο μέσα στο δείγμα και έτσι οι διαφορές προτίμησης χεριού φαίνονται να «αναιρούνται» στο σύνολο του δείγματος, αλλά σε ένα δείγμα με υψηλή λογική ικανότητα (όπως οι φοιτητές της Levy), η αριστεροχειρία φαίνεται να συνδέεται με χαμηλότερους βαθμούς χωροταξικής επίδοσης μεταξύ των ανδρών.

Ολοκληρώνοντας αυτή την ενότητα θα σημειώναμε ότι από το σύνολο των μελετών που προαναφέρθηκαν, δημιουργείται η ισχυρή πεποίθηση ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δεξιόχειρων και των αριστερόχειρων ατόμων ως προς τις γνωστικές λειτουργίες. Υπό το φως των πολυσύνθετων στοιχείων που παρουσιάσθηκαν και της ποικιλίας των μεσολαβητικών σε κάθε γνωστική λειτουργία μεταβλητών, είναι κατανοητή η αντιφατικότητα πολλών ερευνητικών δεδομένων καθώς και η ανάγκη ιδιαίτερης σύνεσης και προσοχής στο χειρισμό και την αξιολόγησή τους.

β. Γνωστικές διαφορές μεταξύ των φύλων

Εκτός από τις διαφορές μεταξύ των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων, ένας πιθανός παράγοντας που επιφέρει σύγχυση στη βιβλιογραφία είναι το φύλο των υποκειμένων. Οι μελέτες που προαναφέρθηκαν (Πιν. 1), έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικά ποσοστά αρρένων και θηλέων (που μπορεί να κυμαίνονται από το σύνολο του ενός ή του άλλου φύλου, με τις ακριβείς αναλογίες του καθενός να μην αναφέρονται πάντα). Ειδικά όμως όταν εξετάζεται η υπόθεση «πλευρίωσης -

γνώσης», είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο έλεγχος του φύλου των υποκειμένων, αφού στους ανθρώπους φαίνεται να υπάρχει σχέση μεταξύ φύλου και γνωστικών ικανοτήτων.

Η πεποίθηση ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των φύλων σε συγκεκριμένες διανοητικές ικανότητες ήταν αρκετά διαδεδομένη, ακόμα και πριν τεκμηριωθούν εμπειρικά τέτοιου τύπου διαφορές (Ellis, 1928). Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχουν διεξαχθεί από τότε για να ελέγξουν αυτή την δοξασία, οι περισσότερες από τις οποίες συνοψίσθηκαν από τους Garai και Scheinfeld (1968). Από τότε πολλές ανασκοπήσεις και αναδρομικές επαναξιολογήσεις έχουν καταδείξει ότι άρρενες και θήλειες διαφέρουν σε συγκεκριμένες γνωστικές ικανότητες (Harris, 1978 -- Linn και Petersen, 1985 -- Maccoby και Jacklin, 1974 -- Shaywitz και συν., 1995 -- Voyer, Voyer και Bryden, 1995 -- Voyer, 1996) με προέχουσα σε αυτές τις ανασκοπήσεις τη διαπίστωση ότι οι διαφορές μεταξύ των φύλων εμφανίζονται στις λεκτικές και στις χωροταξικές ικανότητες. Ειδικότερα οι γυναίκες εκτελούν καλύτερα από τους άνδρες τις λεκτικές εργασίες, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τις χωροταξικές εργασίες. Για παράδειγμα οι θήλειες τείνουν να επιτυγχάνουν υψηλότερους βαθμούς από τους άρρενες σε δοκιμασίες ευχέρειας λόγου και χειρονακτικές εργασίες, ενώ οι άρρενες τείνουν να επιτυγχάνουν μεγαλύτερους βαθμούς σε δοκιμασίες οπτικής αντίληψης και χωρικών ικανοτήτων (Bradshaw, 1989 -- Halpern, 1986 -- O' Boyle και Benbow, 1990 -- O' Boyle και Hellige, 1989). Φυσικά υπάρχει σημαντική επικάλυψη στους βαθμούς επίδοσης των δύο φύλων στις παραπάνω δοκιμασίες και οι διαφορές στους μέσους όρους είναι σχετικώς μικρές σε σχέση με τη διασπορά. Ο προσδιορισμός των διαφορών μεταξύ των φύλων στη γνωστική ικανότητα φαίνεται να εμπλέκει πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Το φύλο των υποκειμένων θα μπορούσε να είναι όχι μόνο μία μη ελεγχόμενη πηγή διαφορών στις μελέτες που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 1, αλλά όπως μερικές έρευνες υποδηλώνουν η επίδραση του φύλου από μόνη της θα μπορούσε να εξαρτάται από την προτίμηση χεριού των υποκειμένων. Όμως και εδώ τα αποδεικτικά στοιχεία είναι αντιφατικά. Σε τρεις μελέτες με μεγάλο αριθμό δείγματος

(879-2477 υποκείμενα), έχουν βρεθεί τρία διαφορετικά μοντέλα: Ο Yen (1975) βρήκε ότι η αριστεροχειρία συνδυάζεται με χαμηλούς βαθμούς χωρικής επίδοσης στους άρρενες (γεγονός που συμφωνεί με την υπόθεση του γνωστικού συνωστισμού), αλλά δε συσχετίζεται με τους βαθμούς χωρικής επίδοσης στις θήλειες. Οι Sanders, Wilson και Vandenberg (1982) βρήκαν ότι η αριστεροχειρία συδέεται με υψηλή χωρική επίδοση στους άρρενες και με χαμηλούς βαθμούς στις θήλειες, ενώ οι Inglis και Lawson (1984) απέτυχαν να βρουν επίδραση της προτίμησης του χεριού ή αλληλεπίδραση της προτίμησης του χεριού και του φύλου κατά την εκτέλεση του WAIS - R, αν και οι άνδρες επιτύγχαναν υψηλότερη επίδοση από τις γυναίκες καθ' όλη την έκταση των δοκιμασιών, μολονότι η διαφορά τους ήταν πολύ μικρή.

Στο επίπεδο των λειτουργιών και των συμπεριφορών, ίσως η πιο καλά εδραιωμένη διαφορά μεταξύ των φύλων, είναι το ότι η συχνότητα εμφάνισης της αριστεροχειρίας είναι ελαφρώς υψηλότερη στους άρρενες απ' ό,τι στις θήλειες. Αυτό είναι σύμφωνο με την υπόθεση ότι υψηλότερα επίπεδα εμβρυϊκής τεστοστερόνης συντελούν στην προώθηση της ανάπτυξης του δεξιού ημισφαιρίου σε σχέση με το αριστερό. Πάνω σε αυτή τη βάση θα μπορούσε κάποιος να περιμένει, ότι οι μετρήσεις της ασυμμετρίας για άλλες συμπεριφορές, θα κινούνται επίσης προς την κατεύθυνση της υπεροχής του δεξιού ημισφαιρίου στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες. Στην πραγματικότητα, η υπόθεση που προβάλλεται συχνότερα σχετικά με τις διαφορές των φύλων στην ημισφαιρική ασυμμετρία (διατηρώντας την προτίμηση χεριού σταθερή), είναι ότι οι άρρενες είναι πιο ασύμμετροι από τις θήλειες. Όμως, αυτή η υπόθεση είναι συζητήσιμη και οι ενδείξεις υπέρ της είναι αμφισβητούμενες, τόσο που ορισμένοι ερευνητές έχουν ισχυρισθεί ότι οι θήλειες είναι πιο ασύμμετρες από τους άρρενες (Hellige, 1993).

Ένας τρόπος για να ερευνήσουμε τις διαφορές μεταξύ των φύλων στην ημισφαιρική ασυμμετρία είναι η εξέταση της συχνότητας εμφάνισης συγκεκριμένων διαταραχών (π.χ. αφασία) μετά από μονόπλευρη εγκεφαλική κάκωση και ο προσδιορισμός του αν παρατηρείται διαφορετικός καταμερισμός τους σε άρρενες και θήλειες. Τα πιο ενθαρρυντικά δεδομένα για την υπόθεση της ύπαρξης διαφορών μεταξύ των φύλων στην ημισφαιρική ασυμμετρία προέρχονται από τέτοιες μελέτες, αν και υπάρχει

ακόμα διαμάχη σχετικά με την ερμηνεία τους. Για παράδειγμα με βάση τις μελέτες των Hecaen, De Agostini και Monzon - Montes (1981), ο Bryden (1982) εκτιμά ότι το αριστερό ημισφαίριο είναι κυρίαρχο για την ομιλία στο 95% περίπου των δεξιόχειρων γυναικών, ενώ το δεξί ημισφαίριο είναι το κυρίαρχο για την ομιλία στο υπόλοιπο ποσοστό των δεξιόχειρων αρρένων και θηλέων (βλέπε επίσης Mc Glone, 1980, 1986).

Ο Bryden (1982) επίσης εκτιμά ότι η συχνότητα εμφάνισης κυριαρχίας του δεξιού ημισφαιρίου για χωρικές διαδικασίες είναι υψηλότερη για τους δεξιόχειρες άνδρες απ' ό,τι για τις δεξιόχειρες γυναίκες. Όπως σημειώνει, τέτοια αποτελέσματα πιθανώς υποδεικνύουν ότι λιγότερες γυναίκες απ' ό,τι άνδρες εμφανίζουν το πρότυπο μοντέλο ημισφαιρικής ασυμμετρίας, αλλά δεν θα πρέπει να εκλειφθούν ως ένδειξη ότι οι θήλειες έχουν μικρότερης έκτασης ημισφαιρική ασυμμετρία απ' ό,τι οι άρρενες. Στην πραγματικότητα υποστηρίζει ότι οι θήλειες έχουν σε *έκταση* τόσες ασυμμετρίες όσες και οι άρρενες, αλλά υπάρχουν περισσότερες γυναίκες με μια μη-τυπική *κατεύθυνση* της ασυμμετρίας (βλέπε και Bradshaw, 1989).

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι υπάρχουν και εναλλακτικές ερμηνείες για ευρήματα όπως τα χαμηλότερα ποσοστά αφασιών μετά από κακώσεις του αριστερού ημισφαιρίου στις θήλειες απ' ό,τι στους άρρενες. Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες ερμηνείες υποστηρίζει ότι αυτό συμβαίνει εξαιτίας διαφορών ανδρών και γυναικών στην οργάνωση της γλώσσας *μέσα* στο αριστερό ημισφαίριο (Kimura, 1987). Σύμφωνα με αυτή την άποψη τόσο η ομιλία όσο και οι χειρωνακτικές δραστηριότητες αντιπροσωπεύονται περισσότερο εστιακά μέσα στο αριστερό ημισφαίριο των γυναικών, με τις πρόσθιες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου να είναι εξαιρετικά σημαντικές. Στους άρρενες, η ομιλία προτείνεται ότι αντιπροσωπεύεται στο αριστερό ημισφαίριο πιο διάχυτα, με τις κρίσιμες περιοχές να εκτείνονται κάπως πιο πίσω απ' ό,τι στις γυναίκες. Οι περισσότερες έρευνες σε ασθενείς με εγκεφαλική κάκωση, χρησιμοποιούν άτομα τα οποία έχουν υποστεί αγγειακά ατυχήματα, και υπάρχουν ενδείξεις ότι όταν τέτοια ατυχήματα προκαλούν περιορισμένες κακώσεις, αυτές επηρεάζουν περισσότερο τις οπίσθιες παρά τις πρόσθιες περιοχές. Έτσι ο λόγος για το χαμηλότερο ποσοστό αφασίας μετά από κάκωση του αριστερού ημισφαιρίου στις

γυναίκες είναι ότι ο τύπος της κάκωσης ο οποίος συνήθως μελετάται είναι πιο πιθανό να μην εμπλέκει τα πρόσθια τμήματα του αριστερού ημισφαιρίου. Αυτή η υπόθεση θα πρέπει να υποβληθεί σε συστηματικό εμπειρικό έλεγχο πριν αξιολογηθεί (Bradshaw, 1989), πλην όμως προσφέρει ένα χρήσιμο παράδειγμα των δυσκολιών που προκύπτουν στην προσπάθεια ερμηνείας των διαφορών μεταξύ των φύλων ως προς την εγκεφαλική λειτουργία.

Αν οι διάφορες απόψεις της ημισφαιρικής ασυμμετρίας τείνουν να είναι διαφορετικές σε άρρενες και θήλειες, θα μπορούσαμε ίσως να δούμε ενδείξεις αυτών των διαφορών των φύλων σε μελέτες της αντιληπτικής ασυμμετρίας σε νευρολογικώς άδικτα άτομα. Από τις προσπάθειες που έχουν γίνει για την καταγραφή συστηματικών συμπερασμάτων μ' αυτή την προσέγγιση, ο συνηθέστερος ισχυρισμός είναι πάλι, ότι κατά μέσο όρο οι γυναίκες εμφανίζουν μικρότερη αντιληπτική ασυμμετρία, από τους άνδρες, με τα αποτελέσματα να αντικατοπτρίζουν πιθανώς περισσότερο διαφορές μεταξύ των φύλων στην κατεύθυνση της ασυμμετρίας, παρά στην έκταση της ασυμμετρίας (Bradshaw, 1989 -- Springer και Deutsch, 1989).

Όσον αφορά πιθανές διαφορές μεταξύ των φύλων στην διημισφαιρική επικοινωνία τα λίγα σχετικά ευρήματα είναι αντιφατικά. Ούτε οι Banich και Belger (1990) ούτε οι Banich και συν. (1990), πραγματοποιώντας μετρήσεις στο αριστερό και το δεξί οπτικό πεδίο, βρήκαν επίδραση του φύλου στις συγκρίσεις των αντιδράσεων, τόσο μεταξύ, όσο και εντός των ημισφαιρίων. Ο Clarke (1990) δε βρήκε επίσης διαφορές μεταξύ των φύλων στην ικανότητα μεταφοράς είτε οπτικής, είτε ακουστικής πληροφορίας από το ένα ημισφαίριο στο άλλο. Αντιθέτως οι Potter και Graves (1988) βρήκαν ότι οι θήλειες υπερέχουν των αρρένων σε δοκιμασίες που απαιτούν διημισφαιρική ολοκλήρωση είτε της οπτικής είτε της ακουστικής πληροφορίας, αλλά δεν περιλαμβάνουν στη μελέτη τους τις ανάλογες συνθήκες ελέγχου εντός των ημισφαιρίων.

Ολοκληρώνοντας θα πρέπει να σημειώσουμε ότι ακόμα και όταν εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των φύλων στην επίδοση, γεγονός που πιστεύεται ότι

αντικατοπτρίζει ημισφαιρική ασυμμετρία, αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι άρρενες και θήλειες διαφέρουν σε σχετικώς σταθερές όψεις της ημισφαιρικής ασυμμετρίας. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει η περίπτωση, όπου άρρενες και θήλειες χρησιμοποιούν διαφορετικές στρατηγικές για να προσεγγίσουν μια ποικιλία δραστηριοτήτων. Συνεπώς, όταν θέματα όπως οι αντιληπτικές ασυμμετρίες εμφανίζουν διαφορές σε άρρενες και θήλειες, ερμηνείες σε σχέση με τις προτιμώμενες στρατηγικές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, επιπροσθέτως των ερμηνειών που αναφέρονται στην εγκεφαλική δομή.

γ. Εγκεφαλική Οργάνωση, Φύλο και Προτίμηση Χεριού

Βιολογικές ασυμμετρίες στον ανδρώπινο εγκέφαλο

Με μια πρώτη, γρήγορη ματιά ο ανδρώπιος εγκέφαλος εμφανίζεται συμμετρικός, δημιουργώντας εύλογες απορίες για το πώς από δύο βιολογικώς όμοια ημισφαίρια προκύπτουν οι ποικίλες γνωστικές, αντιληπτικές και κινητικές ασυμμετρίες της ανδρώπινης συμπεριφοράς. Παρά όμως την γενικώς συμμετρική εμφάνιση των δύο ημισφαιρίων, ένας σημαντικός αριθμός βιολογικών ασυμμετριών έχουν καταγραφεί και τεκμηριωθεί επιστημονικά τον τελευταίο αιώνα.

Ποικίλες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των ανατομικών διαφορών στον ανδρώπινο εγκέφαλο. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν μετρήσεις σημαντικών ανατομικών θέσεων κατά την αυτογία εγκεφάλων αποθανόντων ατόμων, παρόμοιες μετρήσεις σε ζώντα άτομα με τη χρήση απεικονίσεων μαγνητικού συντονισμού (MRI) και άλλων ραδιολογικών τεχνικών και τη μέτρηση ενδοκρανιακών σημείων πάνω στην εσωτερική πλευρά του κρανίου. Επιπροσθέτως τα τελευταία χρόνια έχει καταστεί δυνατή η παρατήρηση ασυμμετριών σε περιοχές που προσδιορίστηκαν από την κυτταρική αρχιτεκτονική ή την κυτταροαρχιτεκτονική δομή. Οι τεχνικές αυτές περιλαμβάνουν τη μέτρηση του μεγέθους των κυττάρων, του τύπου και της πυκνότητάς τους, της κυτταρικής οργάνωσης κ.α. Η χρήση διάφορων τεχνικών, επιτρέπει τον προσδιορισμό συγκεκριμένων βιολογικών ασυμμετριών για

ένα και μόνο άτομο, ενώ οι τυπικές ασυμμετρίες για ένα πληθυσμό μπορούν να υπολογισθούν συλλέγοντας στοιχεία από ένα μεγάλο αριθμό ατόμων αυτού του πληθυσμού.

Στην πλειονότητα των ανθρωπίνων εγκεφάλων, η μετωπιαία περιοχή του δεξιού ημισφαιρίου είναι φαρδύτερη και προβάλλει πιο μπροστά από την αντίστοιχη περιοχή του αριστερού ημισφαιρίου. Την ίδια στιγμή η ινιακή περιοχή είναι φαρδύτερη και προβάλλει πιο πίσω στο αριστερό ημισφαίριο σε σχέση με το δεξί. Οι ασυμμετρίες αυτές περιγράφονται μερικές φορές σαν να δίνουν στον εγκέφαλο ένα είδος «αριστερόστροφης ροπής στρέψης» (Bradshaw & Nettleton, 1983).

Λαμβανομένης υπόψη της ισχυρά εδραιωμένης ημισφαιρικής ασυμμετρίας για συγκεκριμένες όψεις της γλωσσικής λειτουργίας, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η διερεύνηση των ανατομικών ασυμμετριών έχει εστιασθεί ιδιαίτερα σε περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού που πιστεύεται ότι σχετίζονται με τη γλώσσα (κροταφικές και βρεγματικές περιοχές). Στην πραγματικότητα, αρκετές ανατομικές ασυμμετρίες έχουν καταγραφεί σε αυτές τις περιοχές για τα δεξιόχειρα άτομα, ενώ υπάρχει η τάση οι ασυμμετρίες να είναι μικρότερες στα μη-δεξιόχειρα άτομα (Geschwind & Galaburda, 1987).

Μία από τις πιο συχνά μελετημένες ασυμμετρίες αυτού του τύπου περιλαμβάνει ένα οροδέσιο του εγκεφαλικού φλοιού, γνωστό ως πλευρική σχισμή ή σχισμή του Sylvius. Αυτή η βαθιά αύλακα στις πλευρικές επιφάνειες των εγκεφαλικών ημισφαιρίων σημειώνει το όριο μεταξύ του μετωπιαίου και του βρεγματικού λοβού (που εκτείνονται πάνω από τη σχισμή) και του κροταφικού λοβού (που εκτείνεται κάτω από την σχισμή). Για περισσότερο από ένα αιώνα είναι γνωστό ότι η σχισμή του Sylvius είναι πιο επιμήκης και το ύψος του οπίσθιου άκρου της βρίσκεται χαμηλότερα στο αριστερό ημισφαίριο, απ' ό,τι στο δεξί (Cunningham, 1892). Η ιδιαίτερη αυτή ασυμμετρία έχει επαληθευθεί και από πιο πρόσφατες μελέτες και είναι πιο έντονη μεταξύ των δεξιόχειρων ατόμων απ' ό,τι μεταξύ των αριστερόχειρων (Hochberg & Le May, 1975).

Νεώτερες έρευνες (Witelson & Kigar, 1992b), διαπιστώνουν ότι η μορφολογία της σχισμής του Sylvius σχετίζεται με την προτίμηση του χεριού στους άνδρες, αλλά όχι και στις γυναίκες. Στους σταθερά δεξιόχειρες άνδρες το οριζόντιο τμήμα της σχισμής ήταν μεγαλύτερο και στα δύο ημισφαίρια, απ' ό τι στους μη-δεξιόχειρες. Η κατεύθυνση και η έκταση της ασυμμετρίας, αντίθετα με ότι αναμενόταν, δε διέφερε μεταξύ δεξιόχειρων και μη-δεξιόχειρων ανδρών. Καθώς η προτίμηση χεριού αποτελεί ένα δείκτη για άλλες κινητικές και αντιληπτικές λειτουργίες που αντιπροσωπεύονται ασύμμετρα στα δύο ημισφαίρια σε έλικες που περιβάλλουν τη σχισμή του Sylvius, οι Witelson και Kigar (1992b) εισηγούνται ότι η ανατομία της σχισμής του Sylvius σχετίζεται με λειτουργικές ασυμμετρίες στους άνδρες. Τα παραπάνω αποτελέσματα, ενισχύουν μία όμοια διαφορά μεταξύ των φύλων στη σχέση δομής και λειτουργίας που παρατηρήθηκε για το μεσολόβιο (Witelson, 1989), και υποδηλώνουν ότι πιθανώς υπάρχει μια διαφορετική σχέση σε κάθε φύλο μεταξύ προτίμησης χεριού και λειτουργικών ασυμμετριών για αντιληπτικές (ακουστικές, οπτικές και απτικές) ικανότητες, οι οποίες εμπλέκουν οπίσθιες περιοχές του εγκεφάλου (Witelson & Kigar, 1992b).

Η τυπικώς επιμηκέστερη σχισμή του Sylvius στο αριστερό ημισφαίριο σε σχέση με το δεξί, έχει οδηγήσει στην υπόθεση ότι το κροταφικό και το μετωπιαίο κάλυμμα (opercula) είναι μεγαλύτερα στο αριστερό ημισφαίριο (Geschwind & Galaburda, 1987). Επιπλέον αποδεικτικά στοιχεία γι' αυτή την υπόθεση, προέρχονται από το εύρημα ότι μία περιοχή του κροταφικού φλοιού γνωστή ως planum temporale (η ανώτερη επιφάνεια του οπίσθιου τμήματος των κροταφικών λοβών, η οποία στο αριστερό ημισφαίριο, αποτελεί προέκταση της περιοχής του Wernicke, γνωστή για τη σπουδαιότητά της σε συγκεκριμένες απόψεις της γλωσσικής λειτουργίας) είναι συνήθως μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο (Geschwind & Levitsky, 1968). Η μορφολογική ασυμμετρία της planum temporale καθώς και μίας παραπλήσιας περιοχής, της τριγωνικής μοίρας (pars triangularis) έχει επιβεβαιωθεί και από μια πολύ πρόσφατη μελέτη με τη χρήση MRI (Foundas, Leonard & Heilman, 1995), η οποία διαπίστωσε επίσης ότι όταν τα υποκείμενα διακρίνονται σε δεξιόχειρα και αριστερόχειρα τα πρώτα παρουσίαζαν μία σημαντική ασυμμετρία προς τα αριστερά ενώ τα δεύτερα όχι.

Ασυμμετρίες στο μήκος των σχισμών του Sylvius όμοιες με αυτές που προαναφέρθηκαν για τους ενήλικες έχουν εντοπισθεί επίσης και σε εγκεφάλους παιδιών και βρεφών (βλ. Geschwind & Galaburda, 1987), γεγονός που υποδηλώνει ότι ανατομικές ασυμμετρίες στον ανθρώπινο εγκέφαλο υπάρχουν ήδη από τη γέννηση, αν όχι νωρίτερα, υποστηρίζοντας έτσι την υπόθεση μιας πολύ πρώιμης ασυμμετρίας στην οργάνωση των εγκεφαλικών λειτουργιών. Επιπροσθέτως, ασυμμετρίες στο μέγεθος της *planum temporale* βρέθηκαν σε παιδιά και εφήβους (Larsen, Høien, Lundberg & Odegaard, 1990), ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι αυτή η ανατομική ασυμμετρία εμφανίζεται λιγότερο συχνά σε παιδιά και εφήβους με αναπτυξιακή δυσλεξία (Hynd, Semrud - Clikeman, Lorys, Novey & Eliopoulos, 1990).

Επιπλέον των ανατομικών ασυμμετριών που ήδη παρουσιάσθηκαν έχει βρεθεί ότι μία περιοχή του μετωπιαίου λοβού γνωστή ως καλυπτρική μοίρα (*pars opercularis*) - η βλάβη της οποίας οδηγεί σε αφασία του Broca - είναι τυπικώς μεγαλύτερη στο αριστερό ημισφαίριο απ' ό τι στο δεξί (βλ. Geschwind & Galaburda, 1987).

Οι περισσότερες από τις ανατομικές ασυμμετρίες που προαναφέρθηκαν, όπως υποδεικνύεται από διάφορες μελέτες φαίνεται ότι αντικατοπτρίζονται και στο επίπεδο της κυτταρικής αρχιτεκτονικής (Galaburda, Sanides & Geschwind, 1978). Είναι αξιοσημείωτο επίσης ότι αυτές οι ανατομικές ασυμμετρίες τείνουν να είναι μεγαλύτερες και πιο συχνές στους εγκεφάλους των δεξιόχειρων ατόμων, απ' ό τι στους εγκεφάλους των μη δεξιόχειρων, ιδιαίτερα αν λάβουμε υπόψη ότι πολλές ασυμμετρίες της συμπεριφοράς τείνουν να είναι μεγαλύτερες και πιο συχνές μεταξύ των δεξιόχειρων απ' ό τι μεταξύ των μη-δεξιόχειρων ατόμων.

Θα πρέπει τέλος να σημειώσουμε πως υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένα συστηματικά χορηγούμενα φάρμακα (π.χ. οι αμφεταμίνες) έχουν ασύμμετρες επιδράσεις στη συμπεριφορά, πιθανώς εξαιτίας του γεγονότος ότι ορισμένοι νευροδιαβιβαστές είναι πιο άφθονοι και πιο αποτελεσματικοί στη μία πλευρά του εγκεφάλου απ' ό τι στην άλλη (Carlson & Glick, 1989). Μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα υπόθεση (Tucker & Williamson, 1984 -- Tucker, 1987) υποστηρίζει ότι η κατανομή των λειτουργιών δύο

σπουδαίων τύπων νευροδιαβιβαστών είναι ασύμμετρη στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Ειδικότερα υποστηρίζεται, ότι λειτουργίες που εξαρτώνται από την ντοπαμίνη είναι πιο διαδεδομένες στο αριστερό ημισφαίριο απ' ό,τι στο δεξί, ενώ διεργασίες που εξαρτώνται από την νορεπινεφρίνη επικρατούν περισσότερο στο δεξί ημισφαίριο. Στην πραγματικότητα οι Tucker & Williamson (1984) προτείνουν ότι οι γνωστικές, συναισθηματικές και συμπεριφοριστικές ασυμμετρίες είναι αποτέλεσμα της προαναφερθείσας χημικής ασυμμετρίας. Αν και αυτή η υπόθεση απαιτεί ένα μεγάλο αριθμό επιπρόσθετων ερευνών για την επικύρωσή της, λαμβάνοντας υπόψη μελέτες με άλλα είδη οργανισμών, είναι λογικό να υποθέσουμε ότι φαρμακολογικές και χημικές ασυμμετρίες στους ανθρώπινους εγκεφάλους έχουν συνέπειες στη συμπεριφορά.

*Επιδράσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού
στη μορφολογία του μεσολοβίου*

Οι αρχικές παρατηρήσεις για την ύπαρξη ατομικών διαφορών στο μέγεθος του μεσολοβίου, που σχετίζονται με το φύλο (De Lacoste - Utamsing & Holloway, 1982) και την προτίμηση χεριού (Witelson, 1985) παρακίνησαν τη διεξαγωγή δεκάδων ερευνών για την πιστοποίηση της ύπαρξης και τον πιθανό ρόλο αυτών των διαφορών στη εγκεφαλική αυτή δομή. Το μεσολόβιο αποτελεί την κύρια δέσμη εγκεφαλικών ινών, που συνδέει το αριστερό και το δεξί ημισφαίριο. Οι ίνες του εγκαθιδρύουν πρωτίστως ομοτοπικές διαημισφαιρικές συνδέσεις, που οργανώνονται σε μια κλίμακα από μπροστά προς τα πίσω. Αν και δεν υπάρχουν καταφανή ανατομικά όρια μέσα στο μεσολόβιο, που να επιτρέπουν τη διαίρεσή του σε διακριτές ανατομικές περιοχές, υπάρχουν αρκετές ενδείξεις που υποδηλώνουν ότι διαφορετικές περιοχές του μεσολοβίου περιέχουν ίνες που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές του φλοιού. Συγκεκριμένα ιστολογικές μελέτες σε ανθρώπους και άλλα πρωτεύοντα, υποδεικνύουν ότι τα πρόσδια τμήματα του μεσολοβίου, το ρύγχος (rostrum) και το γόνατο (genu) περιέχουν ίνες που προέρχονται από τις πρόσδιες περιοχές του φλοιού (προκινητικές και προμετωπιαίες περιοχές), τα μεσαία τμήματα του μεσολοβίου, το σώμα (trunk) και ο ισθμός (isthmus) περιέχουν ίνες που προέρχονται από την κινητική και τη σωματισθητική περιοχή του φλοιού, ενώ το τελευταίο

πέμπτο του μεσολοβίου, το σπληνίο (splenium) περιέχει ίνες που προέρχονται από την κροταφική, την υστερο-βρεγματική και τις γύρω από το ραβδωτό σώμα περιοχές του φλοιού (La Mantia & Rakic, 1990 -- Pandya & Seltzer, 1986).

Οι πρώτοι ερευνητές των σχετιζόμενων με το φύλο και την προτίμηση χεριού παραλλαγών στη μορφολογία του μεσολοβίου τοποθέτησαν τα ευρήματά τους μέσα στο γενικότερο πλαίσιο της εγκεφαλικής πλευρίωσης. Οι De Lacoste-Utamsing & Holloway (1982) βρήκαν ότι οι γυναίκες κατέχουν κάπως μεγαλύτερα σπληνία απ' ότι οι άνδρες ($p < 0.008$) και υπέθεσαν ότι αυτές οι διαφορές μεταξύ των φύλων αντικατοπτρίζουν μειωμένη ημισφαιρική εξειδίκευση για οπτικοχωρικές δεξιότητες. Μια μεταγενέστερη εργασία τους (Holloway & De Lacoste, 1986), υποδεικνύει ότι στις γυναίκες η συνολική έκταση της περιοχής του μεσολοβίου ήταν μεγαλύτερη απ' ότι στους άνδρες και ότι αυτός ο φυλετικός διμορφισμός πιθανώς να σχετίζεται με διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην γνωστική επίδοση.

Η Witelson (1985) βρήκε ότι μέγεθος της μεσο-οβελιαίας (midsagittal) περιοχής του μεσολοβίου διαφοροποιείται ανάλογα με την προτίμηση χεριού. Ειδικότερα βρήκε ότι η μεσο-οβελιαία περιοχή του μεσολοβίου ήταν κατά προσέγγιση 11% μεγαλύτερη στους εγκεφάλους των αμφίχειρων ατόμων απ' ότι στους εγκεφάλους των σταθερά δεξιόχειρων ατόμων. Το αποτέλεσμα αυτό παρουσιαζόταν σε μετρήσεις τόσο της συνολικής περιοχής του μεσολοβίου, όσο και σε μετρήσεις του πρόσδιου μισού ή του οπίσδιου μισού του μεσολοβίου. Οι διαφορές μεταξύ των σταθερά δεξιόχειρων και των αμφίχειρων ατόμων εξακολουδούσαν να υφίστανται ακόμα και όταν η Witelson τις έλεγξε με βάση το εγκεφαλικό βάρος και το φύλο των υποκειμένων. Η περιοχή του οπίσδιου πέμπτου του μεσολοβίου (η οποία αντιστοιχεί αδρά με το σπληνίο) δεν διέφερε σημαντικά, μεταξύ δεξιόχειρων και αμφίχειρων ατόμων.

Σε μεταγενέστερες αναλύσεις οι Witelson και Kigar (1987) και η Witelson (1989), βρήκαν ότι το οπίσδιο τμήμα του σώματος του μεσολοβίου και ειδικότερα ο ισθμός, ήταν ιδιαίτερα μεγάλος στα αμφίχειρα άτομα, περίπου 19% μεγαλύτερος απ' ότι στα δεξιόχειρα. Οι Witelson και Kigar υποστήριζαν ότι το εύρημα αυτό είναι ιδιαίτερα

σημαντικό, επειδή αυτή η περιοχή του μεσολοβίου πιστεύεται ότι στεγάζει ίνες που συνδέουν τους βρεγματικούς και κροταφικούς λοβούς, οι οποίοι είναι γνωστό ότι περικλείουν περιοχές που εμπλέκονται στη γλωσσική λειτουργία, στις μαθημένες κινητικές αλληλουχίες και στις οπτικοχωρικές λειτουργίες, λειτουργίες για τις οποίες έχει συχνά αναφερθεί ημισφαιρική ασυμμετρία.

Όπως σημειώνει η Witelson (1985, 1989 -- Witelson & Kigar, 1987) η προτίμηση χεριού σχετίζεται με την ημισφαιρική ασυμμετρία για γνωστικές λειτουργίες, αν και αυτή η σχέση δεν είναι απόλυτη. Η γενική διαπίστωσή της είναι ότι οι ασυμμετρίες της συμπεριφοράς που είναι χαρακτηριστικές των δεξιόχειρων ατόμων είναι μικρότερες (κατά μέσο όρο) στα αμφίχειρα και στα αριστερόχειρα άτομα. Επιπλέον τα ευρήματά της σχετικά με το μέγεθος του μεσολοβίου υποδηλώνουν, αν και εμμέσως, ότι η μορφολογία του μεσολοβίου είναι πιθανό να σχετίζεται με ατομικές διαφορές σε ασυμμετρίες της συμπεριφοράς. Η Witelson σημειώνει ότι το μεσολόβιο παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση (ενοποίηση) πληροφοριών από την μία πλευρά στην άλλη των ημισφαιρίων και προτείνει ότι η τάση των αριστερόχειρων και των αμφίχειρων ατόμων μακριά από την ημισφαιρική ασυμμετρία, πιθανώς να συνδέεται με μεγαλύτερη ανατομική σύνδεση μεταξύ των ημισφαιρίων. Αν η τάση για ημισφαιρική ασυμμετρία είναι το αποτέλεσμα μειωμένης σύνδεσης δια του μεσολοβίου στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης ή αν το μέγεθος του μεσολοβίου εξαρτάται από την ημισφαιρική ασυμμετρία δεν είναι σαφές. Στην πραγματικότητα δεν είναι σαφές αν τα δύο αυτά γεγονότα έχουν κάποια αιτιώδη συσχέτιση.

Σε κάθε περίπτωση, η Witelson σημειώνει ότι πρόσφατα ευρήματα της νευροβιολογικής έρευνας υποδεικνύουν ότι παρακμιακά γεγονότα που συμβαίνουν φυσιολογικά (π.χ. θάνατος νευρώνων, αποβολή παραπλεύρων αξόνων κ.λπ.), παίζουν ένα σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη του νευρικού συστήματος και διερωτάται αν τέτοια παρακμιακά γεγονότα θα μπορούσαν να είναι παράγοντες ατομικών διαφορών στην εγκεφαλική μορφολογία και αν οι δεξιόχειρες είναι πιθανώς άτομα με ιδιαίτερα εκτεταμένη πρώιμη αποβολή συγκεκριμένων νευρικών συστατικών στοιχείων.

Οι Witelson & Kigar (1987) εξέτασαν επίσης την ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει μία περιοχή του μεσολοβίου που καλείται σπληνίο (κατά προσέγγιση το οπίσθιο ένα πέμπτο). Παρά την μεγάλη διαφοροποίηση που παρουσιάζουν τα άτομα ως προς το σχήμα αυτής της περιοχής, βρήκαν ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεγέθους μεταξύ δεξιόχειρων και μη-δεξιόχειρων ατόμων, και υπέδεσαν ότι αυτή η ιδιομορφία του σπληνίου πιθανώς να σχετίζεται με ανατομικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ του σπληνίου και του υπολοίπου τμήματος του μεσολοβίου. Για παράδειγμα, το σπληνίο υφίσταται την σχετικά μεγαλύτερη αύξηση του μεγέθους του αμέσως μετά την γέννηση και είναι το πρώτο τμήμα του μεσολοβίου που αρχίζει να μυελινοποιείται. Όσον αφορά το λειτουργικό του ρόλο, το σπληνίο πιστεύεται ότι μεταφέρει κυρίως αισθητικές πληροφορίες, σε αντίθεση με τις πληροφορίες που αφορούν ανωτέρου επιπέδου διεργασίες και θεωρείται ότι μεταφέρονται από πιο εμπρόσθια τμήματα του μεσολοβίου.

Η Witelson (1985, 1989) συνέκρινε επίσης την περιοχή του μεσολοβίου μεταξύ αρρένων και θηλέων. Το πιο εντυπωσιακό εύρημα της ήταν ότι οι διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και μη δεξιόχειρων ατόμων στην περιοχή του ισθμού, αλληλεπιδρούν με το φύλο. Ειδικότερα οι επιδράσεις της προτίμησης χεριού που αναφέρθηκαν νωρίτερα, εμφανίζονται μόνο στους άρρενες και όχι στις θήλεις.

Οι σταθερές επιδράσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού στη μορφολογία του μεσολοβίου, που παρατηρήθηκαν στις μελέτες νεκροψίας της Witelson (1985, 1989), δεν έχουν επιβεβαιωθεί απ' όλες τις μελέτες που εξέτασαν το μέγεθος του μεσολοβίου σε ζωντανά άτομα με τη χρήση απεικονίσεων μαγνητικού συντονισμού (MRI). Οι αιτίες γι' αυτό δεν είναι απολύτως σαφείς. Αιτία θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι τα ευρήματα των νεκροψιών είναι πιο ακριβή από τα ευρήματα των MRI εξαιτίας εγγενών ασαφειών στις τεχνικές απεικόνισης, ή θα μπορούσαν τα ευρήματα των νεκροψιών να είναι λιγότερο ακριβή από αυτά των MRI εξαιτίας μεταθανάτιων αλλοιώσεων της μορφής του μεσολοβίου. Θα μπορούσε επίσης ένα μεγάλο μέρος των αντιφάσεων μεταξύ των διάφορων μελετών, να σχετίζεται με διαφορές στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της προτίμησης χεριού. Για παράδειγμα πολλές μελέτες MRI χρησιμοποιούν το χέρι με το οποίο γράφουν τα

άτομα για να προσδιορίσουν την προτίμηση χεριού, ενώ η Witelson (1985, 1989) χρησιμοποίησε ένα ερωτηματολόγιο πολλαπλών θεμάτων για να διακρίνει τα σταθερά δεξιόχειρα άτομα από τα μη-δεξιόχειρα. Από αυτή την άποψη είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον το ότι δύο μελέτες MRI που έχουν ταξινομήσει τα υποκείμενα της έρευνας σε ομάδες προτίμησης χεριού με τρόπο όμοιο με αυτή της Witelson, έχουν καταλήξει σε τουλάχιστον μερική επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της (Clarke, 1990 -- Habib και συν., 1991).

Σε μία εκτεταμένη μελέτη MRI 60 τελειόφοιτων φοιτητών (15 άτομα σε καθεμία από τις τέσσερις ομάδες που καθορίστηκαν ανάλογα με το φύλο και την προτίμηση χεριού), ο Clarke (1990) δεν διαπίστωσε συνολική επίδραση του φύλου και της προτίμησης χεριού στις μετρήσεις του μεγέδους του μεσολοβίου. Όμως, όταν εξέτασε την περιοχή του ισθμού, ομαλοποιημένη για το μέγεθος του μεσολοβίου, ο Clarke επιβεβαίωσε την αλληλεπίδραση φύλου και προτίμησης χεριού που είχε παρατηρήσει η Witelson (1989) για την ίδια ομαλοποιημένη μέτρηση. Ο Habib και οι συνεργάτες του (1991) εξέτασαν δεδομένα MRI και προτίμησης χεριού από 53 νευρολογικά άδικτα υποκείμενα και βρήκαν ότι το μεσολόβιο ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στα μη-δεξιόχειρα άτομα απ' ό,τι στα σταθερά δεξιόχειρα και ιδιαίτερα στο πρόσθιο ήμισυ της δομής. Επιπλέον, η επίδραση της προτίμησης χεριού ήταν πιο μεγάλη στους άνδρες απ' ό,τι στις γυναίκες και η αλληλεπίδραση μεταξύ φύλου και προτίμησης χεριού ήταν ιδιαίτερα εντυπωσιακή στην περιοχή του ισθμού. Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν πολλά από τα ευρήματα της Witelson (1985, 1989) και βοηθούν στην ερμηνεία των αντιφατικών αποτελεσμάτων άλλων μελετών με χρήση MRI.

Στην προηγούμενη ενότητα επισημάνθηκε ότι συγκεκριμένες βιολογικές ασυμμετρίες, είναι πιο διαδεδομένες μεταξύ των δεξιόχειρων, απ' ό,τι μεταξύ των μη δεξιόχειρων ατόμων. Ο συνδυασμός αυτού του ευρήματος, με το εύρημα της Witelson (1985, 1989) ότι το μεσολόβιο είναι μεγαλύτερο στους μη-δεξιόχειρες υποδηλώνει μία συσχέτιση μεταξύ βιολογικής ασυμμετρίας και σύνδεσης δια του μεσολοβίου. Ειδικότερα, η πρόταση είναι ότι αυξανόμενη βιολογική ασυμμετρία συνοδεύεται από μικρότερη σύνδεση δια του μεσολοβίου. Το γεγονός αυτό αποτελεί

μια πολύ ενδιαφέρουσα πιθανότητα και απαιτεί πιο άμεση διερεύνηση με την εξέταση του μεγέθους του μεσολοβίου και των διάφορων βιολογικών ασυμμετριών στους ίδιους εγκεφάλους, για να δούμε αν υπάρχει κάποια συσχέτιση.

Τα πρώτα δεδομένα υποδηλωτικά της σχέσης ασυμμετρίας και σύνδεσης δια του μεσολοβίου, παρουσιάστηκαν από τους Galaburda και συν. (1990) για τον εγκέφαλο των επίμυων. Οι Galaburda και συν. αναφέρουν ότι οι πιο συμμετρικές εγκεφαλικές περιοχές εμφάνιζαν μεγαλύτερο ποσοστό μεσολοβιακών απολήξεων απ' ό,τι οι πιο ασύμμετρες εγκεφαλικές περιοχές και παρατήρησαν ότι η μείωση του ποσοστού των μεσολοβιακών ινών στους ασύμμετρους εγκεφάλους είναι ακόμη μεγαλύτερη από την μείωση που θα αναμενόταν εξαιτίας του γεγονότος ότι οι ασύμμετρες περιοχές γενικά συνδέονται με λιγότερους νευρώνες απ' ό,τι οι συμμετρικές περιοχές. Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγησαν του Galaburda και συν. (1990, σελ. 537) να προτείνουν ότι:

«μερικοί από τους νευρώνες που δεν χάνονται στους εγκεφάλους με ασύμμετρικές περιοχές, αποσύρουν τις μεσολοβιακές προβολές τους και τις επανακατευθύνουν μέσα στο ομόπλευρο ημισφαίριο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Αυτή η αλληλουχία γεγονότων θα μπορούσε να οδηγήσει σε μία κατάσταση δια της οποίας εγκέφαλοι με συμμετρικές περιοχές οργανώνονται με ένα σχετικά διαημισφαιρικό τρόπο, ενώ εκείνοι με ασύμμετρες περιοχές είναι συνδεδεμένοι σχετικά ενδοημισφαιρικά».

Η παραπάνω υπόθεση είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα αν και απαιτεί επιπρόσθετη διερεύνηση, τόσο σε ανθρώπους όσο και σε άλλα μη-ανθρώπινα είδη.

Οι Aboitiz, Scheibel, Fisher και Zaidel (1992b) διερεύνησαν την νευρική σύσταση του μεσολοβίου και εξετάζοντας μικροσκοπικά 20 ανθρώπινους εγκεφάλους βρήκαν μία σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ των περιοχών του μεσολοβίου και του αριθμού των μικρής διαμέτρου μεσολοβιακών νευρικών ινών. Συγκεκριμένα διαπίστωσαν ότι οι λεπτές νευρικές ίνες (οι έχουσες διάμετρο μικρότερη από 3μm, που απαρτίζουν το 99,9% περίπου των μεσολοβιακών ινών και για τις οποίες πιστεύεται ότι διασυνδέουν ομόλογες περιοχές του φλοιού), είναι πιο πυκνές στο πρόσθιο μεσολόβιο (γόνατο) και μειώνεται η πυκνότητά τους καθώς προχωρούμε προς τα πίσω στην περιοχή του οπίσθιου σώματος, όπου λαμβάνουν και τις ελάχιστες τιμές. Στην περιοχή του σπληνίου η πυκνότητα των λεπτών ινών

αυξάνεται ξανά, για να μειωθεί πάλι στον οπίσθιο πόλο του μεσολοβίου. Αντίθετα η μεσο-οβελιαία περιοχή του μεσολοβίου δεν βρέθηκε να σχετίζεται με τον αριθμό των μεγάλου διαμέτρου μεσολοβιακών νευρικών ινών (>3μm), οι οποίες εμπλέκονται στη διημισφαιρική μεταφορά αισθητικών πληροφοριών. Αν και σε αυτή τη μελέτη τους οι Aboitiz και συν (1992b) δεν εντόπισαν διαφορές μεταξύ των φύλων στη λεπτή δομή του μεσολοβίου, σε μία άλλη μελέτη τους (Aboitiz και συν., 1992c) διαπίστωσαν επιδράσεις του φύλου στις σχέσεις μεταξύ της σύστασης των νευρικών ινών και των ανατομικών ασυμμετριών. Διαπίστωσαν λοιπόν ότι οι μεγαλύτεροι αριθμοί νευρικών ινών στις οπίσθιες μεσολοβιακές περιοχές (που ήταν ο ισθμός στους άρρενες και το πρόσθιο σπληνίο στις θήλειες) συσχετιζόταν με μικρότερες ανατομικές ασυμμετρίες τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες. Οι Aboitiz, Scheibel, και Zaidel (1992a) πραγματοποίησαν επίσης μετρήσεις αυτογίας σε ανθρώπινους εγκεφάλους και βρήκαν ότι στους άνδρες, αλλά όχι και στις γυναίκες, οι ημισφαιρικές ασυμμετρίες στο μέγεθος της σχισμής του Sylvius και στην *planum temporale* παρουσίαζαν αρνητική συσχέτιση με την μεσο-οβελιαία περιοχή του ισθμού του μεσολοβίου. Ο ισθμός όπως είναι γνωστό βρίσκεται στην οπίσθια περιοχή του σώματος του μεσολοβίου και περιέχει νευρικές ίνες που προέρχονται από την περιοχή γύρω από τη σχισμή του Sylvius (Pandya και Seltzer, 1986).

Τα ευρήματα του Aboitiz και των συνεργατών του (1992a, 1992c) υποδεικνύουν ότι καθώς οι ημισφαιρικές διαφορές σε ανατομικές μετρήσεις από τις οπίσθιες γλωσσικές περιοχές αυξάνονται, το μέγεθος των αντίστοιχων μεσολοβιακών τμημάτων τείνει να μειώνεται. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με την άποψη ότι πιθανώς υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη μεσολοβιακή σύνδεση στους λιγότερο πλευριωμένους εγκεφάλους (Witelson, 1989). Η αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ ημισφαιρικής ασυμμετρίας και μετρήσεων του μεσολοβίου, είναι επίσης συνεπής με τα ευρήματα της Witelson (1985, 1989) και των Habib και συν. (1991), οι οποίοι διαπίστωσαν μεγαλύτερα μεσολόβια στα άτομα που επιδεικνύουν προτιμήσεις στο αριστερό χέρι, απ' ότι στα σταθερά δεξιόχειρα άτομα. Και όπως προαναφέρθηκε ήδη, τα αριστερόχειρα άτομα εκδηλώνουν κατά μέσο όρο λιγότερες ασυμμετρίες της συμπεριφοράς απ' ότι οι δεξιόχειρες (Hellige και συν., 1995), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα εγκεφαλικά τους ημισφαίρια είναι λειτουργικά πιο όμοια από αυτά

των δεξιόχειρων (Bryden, 1982), ενώ αντίθετα οι αριστερόχειρες φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερες ανατομικές ημισφαιρικές ασυμμετρίες από τους δεξιόχειρες, τουλάχιστον για μετρήσεις των περιοχών γύρω από τη σχισμή του Sylvius (Witelson και Kigar, 1992b).

Ανακεφαλαιώνοντας τις επιδράσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού στη μορφολογία του μεσολοβίου θα παραθέτουμε τα συμπεράσματα πολύ πρόσφατης αναδρομικής επαναξιολόγησης 43 ερευνών (Driesen και Raz, 1995) που διερευνούν το συγκεκριμένο ζήτημα. Σύμφωνα με τ' αποτελέσματα αυτά το απόλυτο μέγεθος του μεσολοβίου και το σπληνίο είναι ελαφρώς μεγαλύτερο στον εγκέφαλο των ανδρών απ' ό,τι σε αυτό των γυναικών. Στην περίπτωση όμως του συνόλου του μεσολοβίου, κι όταν οι διαφορές μεταξύ των φύλων στο μέγεθος του εγκεφάλου λαμβάνονται υπόψη, η κατεύθυνση των διαφορών αντιστρέφεται. Η μετα-ανάλυση έδειξε επίσης ότι τα αριστερόχειρα άτομα διαθέτουν ελαφρώς μεγαλύτερο μεσολόβιο απ' ό,τι τα δεξιόχειρα.

Διαημισφαιρικές αλληλεπιδράσεις και ο ρόλος του μεσολοβίου

Όταν εξετάζουμε την ημισφαιρική ασυμμετρία, θα πρέπει πάντα να έχουμε κατά νου και την ενότητα του εγκεφάλου. Κι αυτό γιατί και τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια φαίνεται να εμπλέκονται σχεδόν σε κάθε μας ενέργεια, δημιουργώντας τη δυνατότητα συγκρούσεων στην αντίληψη, στη γνώση, στο συναίσθημα και στη δράση. Παρά την ύπαρξη όμως αυτής της δυνατότητας, οι συγκρούσεις φαίνεται να είναι σπάνιες, καθώς τα δύο ημισφαίρια αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με ποικίλους τρόπους.

Σε ορισμένες διεργασίες, τα δύο ημισφαίρια είναι κυρίαρχα για διαφορετικές συνιστώσες της διαδικασίας που απαιτείται για την ολοκλήρωση αυτών των διεργασιών. Κάτω από αυτές τις συνθήκες τα δύο ημισφαίρια φαίνεται να συντονίζονται τις δραστηριότητές τους έτσι ώστε το καθένα να παίρνει τον πρωταγωνιστικό ρόλο για εκείνες τις συνιστώσες της διαδικασίας που ελέγχει

καλύτερα. Ο συντονισμός αυτός συνεπάγεται τη μεταφορά συναφών πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο και την ίδια στιγμή την απομόνωση μέσα σε κάθε ημισφαίριο διαδικασιών, έτσι ώστε αυτές οι διαδικασίες να μπορέσουν να προχωρήσουν αποτελεσματικά εν παραλλήλω.

Το μεσολόβιο αποτελεί τη μεγαλύτερη δέσμη ινών που συνδέει τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια, αποτελούμενη από τουλάχιστον 200 εκατομμύρια νευρικές ίνες (Hellige 1993). Συνεπώς δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι κατέχει σημαντική θέση στο συντονισμό της δραστηριότητας των δύο ημισφαιρίων, αν και δεν υπάρχει πλήρης συμφωνία σχετικά με τον ακριβή ρόλο του.

Εκτός βέβαια από το μεσολόβιο κι άλλες υποφλοιώδεις δέσμες ινών του κεντρικού νευρικού συστήματος κατέχουν σημαντικούς ρόλους στις διαημισφαιρικές αλληλεπιδράσεις. Σε αυτές τις συνδετικές δέσμες συμπεριλαμβάνονται ο πρόσθιος σύνδεσμος, ο ραχιαίος και ο κοιλιακός σύνδεσμος του ιπποκάμπου και ο βασικός σύνδεσμος του τηλεγκεφάλου (La Mantia & Rakic, 1990). Υπάρχουν όμως σημαντικοί λόγοι για να πιστεύουμε ότι το μεσολόβιο παίζει τον κυρίαρχο ρόλο στις διαημισφαιρικές αλληλεπιδράσεις, όπως το γεγονός ότι το μεσολόβιο είναι η μεγαλύτερη δέσμη νευρικών ινών του εγκεφάλου, το γεγονός ότι εμφανίζεται αργά κατά τη φυλογένεση και η παρουσία του εντοπίζεται μόνο στα πλακουντοφόρα θηλαστικά, το ότι εμφανίζεται αργά στην οντογένεση και το ότι μυελινοποιείται αργά στους ανθρώπους, φθάνοντας τα επίπεδα του ενήλικου ατόμου μετά την ηλικία των δέκα ετών (βλ. Hoptman & Davidson, 1994).

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, διαφορετικές περιοχές του μεσολοβίου περιέχουν ίνες που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές του φλοιού. Και ενώ πολλές από τις ίνες του μεσολοβίου συνδέουν ομόλογες περιοχές των δύο ημισφαιρίων, υπάρχουν επίσης πολλές ίνες που ξεκινούν από μία συγκεκριμένη περιοχή του ενός ημισφαιρίου και καταλήγουν σε μία εντελώς διαφορετική περιοχή του αντίθετου ημισφαιρίου. Η παρουσία τέτοιων ετεροτοπικών ινών δίνει τη δυνατότητα η νευρική δραστηριότητα του ενός ημισφαιρίου να έχει γενικευμένες επιδράσεις στη νευρική δραστηριότητα του αντίθετου ημισφαιρίου.

Δεδομένης λοιπόν της τοπογραφικής του δομής, είναι φανερό ότι το μεσολόβιο παίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο. Έρευνες σε άτομα που είχαν υποστεί χειρουργική διατομή του μεσολοβίου (βλ. Σαββάκη 1989, σ. 58), έδειξαν ότι οι ασθενείς αυτοί παρουσιάζουν ανεπάρκεια στη διημισφαιρική συνεργασία, γεγονός που υποδηλώνει περιορισμούς στη μεταφορά πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο μέσω των ποικίλων υποφλοιωδών νευρικών δεσμών. Παρατηρήσεις επίσης σε ασθενείς με εγκεφαλική κάκωση σε συγκεκριμένο τμήμα του μεσολοβίου, έδειξαν ότι μπορεί να οδηγήσουν σε επιλεκτική διακοπή της ικανότητας μεταφοράς ιδιαίτερων μόνο τύπων πληροφορίας και ότι η δυσκολία μεταφοράς εξειδικευμένων τύπων πληροφορίας, εξαρτάται από το ποια ακριβώς περιοχή του μεσολοβίου έχει καταστραφεί (Bentin, Sahar και Moscovich, 1984).

Η αντίληψη λοιπόν ότι μια πολύτιμη λειτουργία του μεσολοβίου είναι το να επιτρέπει τη μεταφορά πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο είναι αναμφισβήτητη, αλλά δεν υπάρχει πολύ μεγάλη συμφωνία σχετικά με τον τρόπο που επιτυγχάνεται αυτό. Βασικό πρόβλημα αποτελεί το αν οι διαημισφαιρικές συνδέσεις από την μία πλευρά το μεσολοβίου ως την άλλη, είναι διεγερτικές ή ανασταλτικές. Ο προσδιορισμός των όρων διέγερση και αναστολή σε επίπεδο λειτουργιών δεν είναι ιδιαίτερα εύκολος, αλλά όσον αφορά το μεσολόβιο θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι όροι συνήδως αναφέρονται στον αν οι διεργασίες που εμπλέκουν συγκεκριμένες περιοχές του ενός ημισφαιρίου, τείνουν να ενεργοποιούν ή να καταστέλλουν διεργασίες σε ανάλογες περιοχές του άλλου ημισφαιρίου. Πιο συγκεκριμένα το μεσολόβιο έχει συχνά χαρακτηριστεί ως «ανασταλτικός φραγμός», ο οποίος εμποδίζει τη ροή τουλάχιστον ορισμένων τύπων πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο και έτσι επιτρέπει σε κάθε ημισφαίριο να εργάζεται αποτελεσματικά σε κάποιο βαθμό απομόνωσης από το άλλο.

Στην πραγματικότητα η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εμπλέκεται και λειτουργεί το μεσολόβιο στις ανώτερες γνωστικές λειτουργίες είναι περιορισμένη. Για παράδειγμα διάφορα μοντέλα των πλευριωμένων επιδράσεων θεωρούν ότι το μεσολόβιο εξυπηρετεί κυρίως διεγερτικές λειτουργίες (βλ. Berlucchi, 1983 -- Sperry,

1962) ή κυρίως ανασταλτικές λειτουργίες (βλ. Cook, 1984 -- Kinsbourne, 1982) και οδηγούν σε διαφορετικές προβλέψεις, όσον αφορά τη σχέση μεταξύ των βαθμών της μεσολοβιακής σύνδεσης και των πλευριωμένων επιδράσεων στη συμπεριφορά. Το βασικό διεγερτικό μοντέλο θεωρεί ως δεδομένο ότι το μεσολόβιο εξυπηρετεί το διαμερισμό των πληροφοριών μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, οι πλευριωμένες επιδράσεις στη συμπεριφορά θα έπρεπε να μειώνονται όσο μεγαλύτερη είναι η σύνδεση δια του μεσολοβίου, καθώς ο διαημισφαιρικός μερισμός των πληροφοριών θα συντελούσε στην συγκάλυψη των υποκειμένων ημισφαιρικών διαφορών σε εργασίες που απαιτούν διημισφαιρική συναλλαγή. Άλλα μοντέλα υποστηρίζουν ότι το μεσολόβιο έχει βασικό ρόλο στη διατήρηση της ανεξάρτητης λειτουργίας των δύο ημισφαιρίων (Cook, 1984 -- Kinsbourne, 1982 -- Zaidel και συν., 1990), προασπίζοντας τις επιδράσεις του ενός ημισφαιρίου από το άλλο.

Μια εξαιρετικά ενδιαφέρουσα υπόθεση έχει προταθεί από τον Cook (1984, 1986), ο οποίος διακρίνει ενδείξεις για αυτό που αποκαλεί ομοτοπική μεσολοβιακή αναστολή. Η κεντρική ιδέα της υπόθεσής του είναι ότι το μεσολόβιο συνδέει ομοτοπικές περιοχές των δύο ημισφαιρίων με έναν ανασταλτικό τρόπο. Γενικά θεωρεί ότι η ενεργοποίηση μιας απλής στήλης φλοιωδών νευρώνων στο ένα ημισφαίριο, οδηγεί στην αναστολή της ομοτοπικής στήλης φλοιωδών νευρώνων του αντίθετου ημισφαιρίου και συμπληρώνει τη θεωρία του με την υπόθεση ότι γειτονικές περιοχές μέσα σε ένα ημισφαίριο συνδέονται με ένα κοινό ανασταλτικό τρόπο. Ως αποτέλεσμα αυτού, όταν μια μικρή περιοχή του φλοιού ανασταλεί στο ένα ημισφαίριο (π.χ. από φλοιώδεις ίνες που ενεργοποιούνται από την ομόλογη περιοχή του αντίθετου ημισφαιρίου), η αμέσως περιβάλλουσα περιοχή γίνεται πιο δραστήρια. Έτσι το μεσολόβιο τείνει να δημιουργεί καθρεπτικά μοντέλα διέγερσης και αναστολής μέσα στα δύο ημισφαίρια. Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω αρχές ο Cook προσπαθεί να ερμηνεύσει την ημισφαιρική ασυμμετρία υποδέτοντας ότι η ομοτοπική μεσολοβιακή αναστολή δεν οδηγεί μόνο σε μεταφορά πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο, αλλά ωθεί επίσης τα δύο ημισφαίρια να καθίστανται κυρίαρχα για συμπληρωματικές λειτουργίες.

Ένας διαφορετικός τύπος ανασταλτικού ρόλου για το μεσολόβιο, έχει προταθεί από τον Kinsbourne (1975). Σύμφωνα με την άποψή του, το αριστερό και το δεξιό ημισφαίριο βρίσκονται πάντοτε σε μία κατάσταση αμοιβαίας ανασταλτικής ισορροπίας μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι ενεργοποίηση περιοχών του ενός ημισφαιρίου, τείνει να αναστείλει το γενικό επίπεδο δραστηριότητας απ' άκρου εις άκρον στο άλλο ημισφαίριο.

Σχετική με την άποψη ότι ένας σπουδαίος λειτουργικός ρόλος του μεσολοβίου είναι η ανασταλτική διαδικασία, είναι και η υπόθεση ότι το μεσολόβιο χρησιμεύει ως ένας «ανασταλτικός φραγμός» μεταξύ των ημισφαιρίων, παρακωλύοντας δυσπροσάρμοστες εγκάρσιες επικοινωνίες μεταξύ των διαδικασιών για τις οποίες το κάθε ημισφαίριο είναι κυρίαρχο (Kinsbourne, 1982).

Στην παρούσα στιγμή είναι δύσκολο να αναγάγουμε το μεσολόβιο σε κάποιο μόνο από τους βιολογικούς και λειτουργικούς ρόλους που προαναφέρθηκαν. Αντίθετα το μεσολόβιο είναι πιθανότερο να εμπλέκεται σε πολλές και ποικίλες όψεις της φυσιολογικής διημισφαιρικής συνεργασίας. Είτε αυτό επιτυγχάνεται με διέγερση είτε με αναστολή στο νευρικό επίπεδο, το μεσολόβιο σίγουρα κατέχει σπουδαίο ρόλο στη μεταφορά τουλάχιστον συγκεκριμένων τύπων πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο. Την ίδια στιγμή μπορεί επίσης το μεσολόβιο να χρησιμεύει για τη μείωση δυσπροσάρμοστων εγκάρσιων επικοινωνιών, μεταξύ αμοιβαίως ασύμφωνων διεργασιών, λειτουργώντας σαν φραγμός μεταξύ των δύο ημισφαιρίων.

Η σύγκλιση ανατομίας και συμπεριφοράς

Με δεδομένη την ύπαρξη τόσο βιολογικών ασυμμετριών, όσο και ασυμμετριών της συμπεριφοράς, είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε αν οι δύο αυτοί παράγοντες συσχετίζονται, και αν ατομικές διαφορές στο μέγεθος του μεσολοβίου έχουν συνέπειες στη συμπεριφορά. Το γεγονός ότι και οι βιολογικές ασυμμετρίες και οι ασυμμετρίες της συμπεριφοράς είναι μεγαλύτερες και πιο συχνές μεταξύ των δεξιόχειρων απ' ό,τι μεταξύ των μη δεξιόχειρων ατόμων (Hellige και συν., 1995), υποδηλώνει ότι υπάρχουν κάποιες συσχετίσεις. Επιπλέον ορισμένα προκαταρκτικά

δεδομένα (Witelson, 1983 -- Witelson και Kigar, 1987), υποδηλώνουν συσχετίσεις μεταξύ ασυμμετριών στην *planum temporale* και διαφόρων ασυμμετριών της συμπεριφοράς στα δεξιόχειρα άτομα.

Οι Potter και Graves (1988) χρησιμοποίησαν διάφορες δοκιμασίες, για να συγκρίνουν τη διημισφαιρική μεταφορά πληροφοριών μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων αρρένων και θηλέων και διαπίστωσαν ότι οι μη-δεξιόχειρες εκτελούσαν καλύτερα από τους σταθερούς δεξιόχειρες μια κινητική και μια απτική δοκιμασία, ενώ οι γυναίκες υπερέτευσαν των ανδρών σε μία οπτική και μία απτική δοκιμασία. Αν και η σημασία των αποτελεσμάτων τους είναι περιορισμένη από το γεγονός ότι τα πειράματά τους δεν συμπεριλάμβαναν συνθήκες ελέγχου πιθανής ενδοημισφαιρικής επικοινωνίας, ερμήνευσαν τα αποτελέσματα αυτά υποστηρίζοντας ότι η καλύτερη διημισφαιρική μεταφορά πληροφοριών που παρατηρήθηκε από τους μη-δεξιόχειρες κι από τις γυναίκες, μπορεί να σχετίζεται με το μεγαλύτερο μέγεθος του μεσολοβίου σ' αυτές τις ομάδες, καθώς και με την συχνά αναφερόμενη μειωμένη πλευρίωση των λειτουργιών.

Οι μελέτες εγκεφάλων *in vivo* δίνουν καλύτερες δυνατότητες διερεύνησης της σχέσης μεταξύ του μεγέθους του μεσολοβίου και διαφόρων μετρήσεων της συμπεριφοράς. Ο J.M. Clarke (1990) χορήγησε μία συστοιχία δοκιμασιών της συμπεριφοράς στα 60 υποκείμενα που χρησιμοποίησε για την μελέτη μαγνητικής απεικόνισης της ανατομίας του μεσολοβίου. Βρήκε ότι το μέγεθος του μεσολοβίου δεν σχετίζεται με συμπεριφοριστικές μετρήσεις της ικανότητας μεταφοράς πληροφοριών από το ένα ημισφαίριο στο άλλο, ή με διαφορές στη διχωτική ακοή μεταξύ των αυτιών, παραδέτοντας επιχειρήματα εναντίον της υπόθεσης ότι μεγαλύτερο μεσολόβιο επιτρέπει πιο αποτελεσματική διημισφαιρική επικοινωνία. Επιπλέον το μέγεθος του μεσολοβίου συσχετίσθηκε θετικά με ασυμμετρίες της επίδοσης σε δοκιμασίες οπτικής και απτικής διάκρισης. Με άλλα λόγια αντίθετα με την πρόταση της Witelson (1985, 1989), ένα μεγαλύτερο μεσολόβιο συσχετίζεται με μεγαλύτερη λειτουργική ασυμμετρία. Τα αποτελέσματα αυτά οδήγησαν τον Clarke στη σκέψη ότι ένα μεγαλύτερο μεσολόβιο παρέχει ένα μεγαλύτερο ανασταλτικό φραγμό μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Οι Clarke και Zaidel (1994) εξέτασαν το αν ατομικές διαφορές σε ανατομικές μετρήσεις της μεσολοβιακής διασύνδεσης σχετίζονται με μετρήσεις της συμπεριφοράς στα ίδια άτομα. Διαπίστωσαν διαφορές μεταξύ των φύλων σε μετρήσεις του οπίσθιου σώματος του μεσολοβίου, οι οποίες με τη σειρά τους, αλληλεπιδρούν με την προτίμηση χεριού. Αντιθέτως για τις μετρήσεις της πλευριωμένης συμπεριφοράς διαπιστώθηκαν μόνο επιδράσεις της προτίμησης χεριού. Οι συσχετίσεις ανατομίας και συμπεριφοράς δεν αποκαλύπτουν συνάφεια μεταξύ του μεγέθους του μεσολοβίου και της εκτέλεσης εργασιών που απαιτούν αισθητική διημισφαιρική ολοκλήρωση ή μεταφορά. Αντ' αυτού τα ευρήματά τους είναι σύμφωνα με την άποψη ότι το μεσολόβιο συμμετέχει σε υψηλής βαθμίδας λειτουργίες «ελέγχου», όπως η υποστήριξη της αμφίπλευρης αντιπροσώπευσης της γλώσσας, η λειτουργική διημισφαιρική αναστολή και η διατήρηση των ημισφαιρικών διαφορών κατά τη διέγερση. Οι απόψεις αυτές είναι σύμφωνες και με το εύρημα ότι το μέγεθος του μεσολοβίου σε συγκεκριμένες περιοχές, σχετίζεται με τον αριθμό των μικρής διαμέτρου νευρικών ινών, οι οποίες θεωρείται ότι διασυνδέουν ομόλογες περιοχές του φλοιού των δύο ημισφαιρίων (Aboitiz και συν, 1992b).

Οι παραπάνω μελέτες υποδηλώνουν ότι υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ βιολογικών ασυμμετριών και ιδιαίτερα διαφορών στο μέγεθος του μεσολοβίου και ασυμμετριών της συμπεριφοράς και διάφορα μοντέλα έχουν προταθεί για να εξηγήσουν τις διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των ατόμων σε ποικίλες όψεις των διημισφαιρικών λειτουργιών και της ημισφαιρικής εξειδίκευσης (όπως αυτό των Galaburda, Rosen και Sherman, 1990). Αυτό που θα πρέπει να γίνει στο μέλλον είναι ο έλεγχος αυτών των μοντέλων με αντιπαραβολές πειραματικών και κλινικών μελετών που διενεργούνται παράλληλα στα επίπεδα της φυσιολογίας, της ανατομίας και της συμπεριφοράς.

B. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΟΠΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Η όραση δεν είναι αφιερωμένη μόνο στην οικοδόμηση μιας εσωτερικής αναπαράστασης του εξωτερικού κόσμου. Έχει επίσης και μία κινητική λειτουργία (Jeannerod, 1986). Η οπτικώς κατευθυνόμενη κίνηση προϋποθέτει συνεχείς μετατροπές των οπτικώς εισερχόμενων ερεθισμάτων σε κινητικά παραγγέλματα. Την ίδια χρονική στιγμή η κίνηση δημιουργεί νέα οπτικά ερεθίσματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σήματα ελέγχου για την καθοδήγηση της εκτέλεσης των παραγγελμάτων. Αυτός ο κύκλος αίσθησης-κίνησης εμπεριέχει ταυτοχρόνως διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης, τα οποία αντικατοπτρίζουν τις πολλαπλές απαιτήσεις της κατευθυνόμενης σε ένα στόχο κίνησης. Για παράδειγμα ο έλεγχος της σταθερότητας ή της ακρίβειας των κινήσεων στο χώρο, συνεπάγεται την ύπαρξη μηχανισμών διόρθωσης των λαθών, όπως οι ρυθμίσεις ανατροφοδότησης, ενώ ο έλεγχος του χρονικού συντονισμού μεταξύ των ακραίων τμημάτων του σώματος προϋποθέτει άλλους τύπους ρύθμισης που εμπλέκουν αλληλεπιδράσεις του κινητικού προγράμματος με περιφερειακές δυνάμεις.

Σ' αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η πορεία της ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων όπως τουλάχιστον αυτές εκφράζονται κατά την αντιγραφή και την ανάκληση ενός σύνθετου οπτικού ερεθίσματος, και γίνεται προσπάθεια να διερευνηθεί η πορεία αυτή σε σχέση με τις αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας στη γνωστική δραστηριότητα για τη λύση ενός προβλήματος καθώς και τις εγκεφαλικές δομές και λειτουργίες που συμμετέχουν σ' αυτές.

Αν και έχει σαφώς αποδειχθεί ότι η ικανότητα αναπαραγωγής απλών γεωμετρικών σχημάτων εμφανίζεται με μία προβλέψιμη σειρά μεταξύ των ηλικιών 3 και 7 ετών (Gesell, 1948), πιο σύνθετα σχήματα που απαιτούν σημαντικά προηγμένη οργάνωση, δε μπορούν να αντιγραφούν με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα μέχρι την ηλικία των 10 ή 12 ετών (Berry, 1967 -- Koppitz, 1975).

Η ικανότητα αντιγραφής από ένα πρότυπο συνεπάγεται δημιουργική δραστηριότητα ελεγχόμενη από κανόνες. Τα παιδιά ηλικίας 4 και 5 ετών αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν μία σειρά από κανόνες που τα καθιστούν ικανά να προσδιορίσουν το από που θα ξεκινήσουν (κανόνες εκκίνησης) και πως θα προχωρήσουν (κανόνες εξέλιξης), όταν αντιγράφουν γράμματα ή απλά σχήματα (Goodnow & Levine 1976 -- Kirk, 1981). Η εκτροπή από αυτούς τους κανόνες φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα της συνδετικότητας του προτύπου (Ninio & Liebllich, 1976) και της κίνησης που απαιτείται για την εκπλήρωση των κανόνων (Kirk, 1981). Οι ηλικιακές αλλαγές στη χρήση των κανόνων έχουν αποδοθεί σε αλλαγές στη γνωστική ικανότητα (Ninio & Liebllich, 1976).

Επειδή η ικανότητα αναπαραγωγής ενός προτύπου όχι μόνο αναπτύσσεται συστηματικά κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, αλλά μπορεί επίσης να διαταραχθεί επιλεκτικά σαν συνέπεια μιας εγκεφαλικής βλάβης σε συγκεκριμένη περιοχή, σε οποιαδήποτε φάση της ζωής του ενήλικα (Kaplan, 1983), ο τρόπος με τον οποίο παιδιά και ενήλικοι προσεγγίζουν ένα τέτοιο έργο μπορεί να συγκριθεί και να αντιπαραβληθεί. Ο βαθμός στον οποίο η επίδοση των παιδιών μοιάζει με αυτή των ενηλίκων με συγκεκριμένες εγκεφαλικές βλάβες, μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την συνεισφορά συγκεκριμένων εγκεφαλικών περιοχών στο έργο της αντιγραφής σε διάφορα στάδια ανάπτυξης. Ο βαθμός στον οποίο η επίδοση των παιδιών βρίσκεται σε ασυμφωνία με αυτή των ενηλίκων με εγκεφαλικές βλάβες, μπορεί να προσφέρει χώρο για εκτιμήσεις των διαφορών μεταξύ της απόκτησης των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την αντιγραφή και της απώλειας των αποκτηθέντων δεξιοτήτων εξαιτίας μιας βλάβης (Kirk, 1985).

Πριν περάσουμε στην παρουσίαση των ερευνητικών προσπαθειών που έχουν γίνει για την εξέταση της ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων και οι οποίες αποτέλεσαν την αφετηρία της διερεύνησής μας, θα σχολιασθούν σύντομα οι εγγενείς δυσκολίες στον προσδιορισμό των σχέσεων εγκεφάλου και συμπεριφοράς τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες.

α. Σχέσεις εγκεφάλου - συμπεριφοράς

Ο προσδιορισμός των σχέσεων εγκεφάλου και συμπεριφοράς είναι ένα γοητευτικό αλλά και δύσκολο έργο. Οι ερμηνείες για λειτουργικές απώλειες ως συνέπεια εγκεφαλικών βλαβών σε συγκεκριμένες περιοχές και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη φυσιολογική λειτουργία, ποικίλουν σύμφωνα με την προσωπική αντίληψη του κάθε ερευνητή.

Οι αλλαγές της συμπεριφοράς έχουν αποδοθεί από μερικούς σε αποσύνδεση των νευρικών συστημάτων που πιστεύεται ότι εξυπηρετούν ειδικές λειτουργίες (Geschwind, 1968) και από άλλους στην υποβάθμιση κάποιων γενικών ικανοτήτων για αφαιρετική σκέψη, η οποία διακυβεύει την ικανότητα εκτέλεσης σύνθετων εργασιών (Goldstein, 1948). Άλλοι πάλι προτείνουν ότι οι ορατές λειτουργικές ανεπάρκειες αντικατοπτρίζουν την συστηματική αναδιοργάνωση των άδικτων νευρικών δομών (Kaplan, 1983 -- Luria, 1980). Τυπικά, τα συμπεράσματα σχετικά με την συνεισφορά των εγκεφαλικών δομών στην εκδήλωση κάποιας συμπεριφοράς, έχουν εστιασθεί είτε στο ρόλο των κατεστραμένων εγκεφαλικών υποστρωμάτων, είτε στο έργο που επιτελούν οι εναπομείνουσες άδικτες νευρικές δομές. Αν και από τέτοιου τύπου συμπεράσματα μπορεί να δημιουργηθεί μια αξιόπιστη περιγραφή συμπτωμάτων, ανεξάρτητα από την άποψη που έχει υιοθετηθεί για την καταγραφή τους, ο βαθμός στον οποίο αυτές οι προσεγγίσεις της σχέσης εγκεφάλου-συμπεριφοράς αυξάνουν την κατανόηση της φυσιολογικής εγκεφαλικής λειτουργίας, είναι απροσδιόριστος.

Επιπρόσθετα προβλήματα δημιουργούνται όταν προσπαθήσουμε να ερμηνεύσουμε τις σχέσεις δομής και λειτουργίας στον αναπτυσσόμενο παιδικό εγκέφαλο. Η ακριβής γνώση των μορφολογικών και λειτουργικών θέσεων, εξειδικευμένων νευρικών δομών στα διαδοχικά στάδια της ανάπτυξης είναι περιορισμένη. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των επιρροών του περιβάλλοντος και της ανάπτυξης, διερευνούνται συστηματικά εδώ και λίγα μόνο χρόνια, με αποτέλεσμα η κατανόηση των ατομικών διαφορών στη νευρική οργάνωση να είναι στοιχειώδης. Επιπλέον ακριβή μοντέλα για τις σχέσεις εγκεφάλου και συμπεριφοράς στα παιδιά δεν έχουν

ακόμα διαμορφωθεί. Τα συμπεράσματα που συνήθως παρουσιάζονται προέρχονται από μοντέλα ενήλικων, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η διαφορά ανάμεσα στην απόκτηση μιας λειτουργίας κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και στην απώλεια μιας κεκτημένης λειτουργίας ως συνέπεια μίας εγκεφαλικής βλάβης (Kirk, 1985). Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί ότι σύγκριση της επίδοσης σε ενήλικες και παιδιά δεν κατακεινύει αναμφισβήτητα τις ίδιες σχέσεις δομικών και λειτουργικών συστημάτων. Υπάρχουν μαρτυρίες που δείχνουν ότι συγκρίσιμες συμπεριφορές σε ενήλικες και σε πολύ μικρούς πιθήκους επιτυγχάνονται δια της μεσολαβήσεως διαφορετικών νευρικών δομών, αλλά όμοιες δομές εξηπηρετούν παρεμφερείς συμπεριφορές σε νεαρούς και ενήλικες πιθήκους (Goldman-Raklic, 1981). Κατά συνέπεια ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται όταν επιχειρούνται τέτοιου τύπου θεωρητικοί συλλογισμοί και θα πρέπει πάντα να συνυπολογίζονται οι ηλικιακές διαφορές.

Η άποψη που υιοθετήθηκε από τους Luria (1980) και Kaplan (1983) απεικονίζει ένα τρόπο σκέψης σχετικό με τα ελείμματα στην επίδοση ενήλικων με εγκεφαλική βλάβη ο οποίος είναι εφαρμόσιμος και στην αξιολόγηση της επίδοσης των παιδιών. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, οι στρατηγικές, η ακρίβεια και τα λάθη που εμφανίζουν οι ενήλικες με κάποια εστιασμένη εγκεφαλική βλάβη, όταν αντιγράφουν από ένα πρότυπο, αντικατοπτρίζει την δραστηριότητα των εναπομεινάντων άδικτων εγκεφαλικών συστημάτων. Επομένως η επίδοση των ενήλικων με βλάβη στο αριστερό ημισφαίριο, θεωρείται ότι αποκαλύπτει τη συμβολή των άδικτων συστημάτων του δεξιού ημισφαιρίου και τα έργα των ασθενών με βλάβη στο δεξί ημισφαίριο, φανερώνουν τη συμβολή των άδικτων συστημάτων του αριστερού ημισφαιρίου, όταν δρουν χωρίς τη βοήθεια του δεξιού ημισφαιρίου. Ομοίως, η επίδοση των ασθενών με βλάβες εστιασμένες και περιορισμένες σε μία περιοχή του ενός ημισφαιρίου, θεωρούνται ως το προϊόν των απείραχτων ομόπλευρα και αντίπλευρα της βλάβης ημισφαιρικών συστημάτων. Σ' αυτή τη μελέτη οι παραπάνω αρχές εφαρμόζονται στα αντίγραφα των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών πάνω στο σύνθετο σχήμα των Rey-Osterrieth (Rey, 1959) προσβλέποντας στη καλύτερη διερεύνηση των υπεύθυνων γι' αυτό το έργο εγκεφαλικών συστημάτων, στα διάφορα στάδια της ανάπτυξης.

β. Το σύνδετο σχήμα των Rey-Osterrieth

Το σύνδετο σχήμα των Rey-Osterrieth (Rey-Osterrieth Complex Figure -- ROCF) επινοήθηκε πριν μισό περίπου αιώνα από τον Ελβετό ψυχολόγο Andre Rey (1941), με κύριο στόχο την εκτίμηση των γνωστικών ικανοτήτων των ασθενών με εγκεφαλική βλάβη. Έκτοτε χρησιμοποιήθηκε ευρέως ως κλινικό εργαλείο για την αποτίμηση των γνωστικών ικανοτήτων κλινικών πληθυσμών φυσιολογικών και συναισθηματικώς διαταραγμένων παιδιών, καθώς και ασθενών με εγκεφαλικές κακώσεις, επιληψία και άνοια (Liberman και συν., 1994). Τα τελευταία χρόνια το ROCF έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθυσμιακές μελέτες (Concha και συν., 1992 -- Salter, 1989 -- Stewart και συν., 1994 -- Waber και Bernstein, 1995), για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ πιθανών διαταραχών του κεντρικού νευρικού συστήματος και μεταβολών στις γνωστικές λειτουργίες.

Το σχήμα του Rey (Σχήμα 1) είναι επαρκώς σύνδετο για να δίνει μια καλή ένδειξη των σχεδιαστικών και οργανωτικών ικανοτήτων, καθώς και της επιλεκτικής ενδύμησης, της αισθητικής παραμόρφωσης και του γραφοκινητικού συντονισμού. Ο χειρισμός του εργαλείου μπορεί να γίνει είτε με ορθολογικό, είτε με συμβολικό - παραστατικό τρόπο. Το έργο που έχει να επιτελέσει ο εξεταζόμενος είναι η αντιγραφή του σχήματος και στη συνέχεια η αναπαραγωγή του από μνήμης. Ο Paul Osterrieth, ένας συνεργάτης του Rey εφοδίασε το εργαλείο με κανονιστικά πρότυπα στοιχεία πάνω στα σχήματα που αναπαρήγαγαν τα παιδιά και δημιούργησε ένα σύστημα βαθμολόγησης, βασισμένο στο ποσό των πληροφοριών (στοιχείων του σχήματος) που αναπαρήχθησαν και στο βαθμό της παραμόρφωσή τους (Osterrieth, 1944).

Εξαιτίας της αφθονίας των δεδομένων που μπορούν να παραχθούν, το τεστ αυτό έχει κερδίσει τη γενική αποδοχή στη νευροψυχολογική διαγνωστική εκτίμηση των παιδιών και των ενηλίκων. Επιτρέπει τον διαχωρισμό των νευροψυχολογικών μηχανισμών της οπτικοκινητικής οργάνωσης, των ψυχολογικών στρατηγικών για τη λύση ενός προβλήματος καθώς και το διαχωρισμό των αισθητικο-κινητικών και μνημονικών λειτουργιών (Rey, 1959).

Βασικό του πλεονέκτημα είναι ότι κανένα από τα συστατικά μέρη του δε βρίσκεται μέσα στη γραφική ικανότητα ενός εξάχρονου παιδιού, με αποτέλεσμα η αναπαραγωγή του από ένα παιδί να απαιτεί τόσο οργανωτική και γνωστική ικανότητα, όσο και αισθητικο-κινητικό συντονισμό. Άλλο πλεονέκτημά του είναι ότι η επιτυχής αναπαραγωγή του απαιτεί τη συμμετοχή και των δύο ημισφαιρίων, όποτε είναι δυνατόν να εξετασθεί και ο ρόλος που το αριστερό και δεξί ημισφαίριο διαδραματίζουν κατά την εκτέλεση ενός τέτοιου έργου (Rey, 1959 -- Kirk, 1985). Επιπλέον η εφαρμογή του είναι σύντομη, τα υλικά απλά και εύκολα διαθέσιμα, οι λεκτικές απαιτήσεις του ελάχιστες, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί ένα επαρκώς σύνδετο εργαλείο, το οποίο δεν επιδέχεται λεκτική κωδικοποίηση και όπως όλα τα μη-λεκτικά τεστ είναι απαλλαγμένο από πολιτισμικές επιρροές (D' Amato, Lidiak και Lassiter, 1994).

Για όλους τους παραπάνω λόγους αλλά και γιατί το σύνδετο σχήμα των Rey-Osterrieth, παρέχει ένα κατάλληλο οπτικό ανάλογο των τεστ λεκτικής μνήμης, καθώς και γιατί είναι ευαίσθητο στις μνημονικές ικανότητες που συνδέονται με το μη υπερέχον ημισφαίριο του εγκεφάλου (Taylor, 1969), το σχήμα αυτό υιοθετήθηκε για χρήση στην έρευνα της μνήμης. Έτσι το σύνδετο σχήμα των Rey-Osterrieth επιλέχθηκε ως το πιο κατάλληλο εργαλείο για την πειραματική διερεύνηση της αναπτυσσόμενης οπτικοκινητικής ικανότητας.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για τη βαθμολόγηση του ROCF. Κάθε μέθοδος βαθμολόγησης αποτιμά μία διάσταση του σχήματος, η οποία είναι πιθανό να αντιστοιχεί σε κάπως ανεξάρτητες κλινικές ή νευροψυχολογικές διαταραχές. Οι προτεινόμενες μέθοδοι περιλαμβάνουν αξιολόγηση των στρατηγικών σχεδίασης (π.χ. τη σειρά με την οποία σχεδιάζεται κάθε γραμμή), της οργάνωσης του ολοκληρωμένου σχήματος, της αλληλουχίας των ενεργειών, του βαθμού κατάτμησης του σχήματος, της προσοχής που δίνεται κατά την δοκιμασία και της ποιότητας των λαδών (Benett-Levy, 1984 -- Binder, 1982 -- Loring και συν., 1988 -- Stern και συν, 1994 -- Waber και Holmes, 1985, 1986). Την πιο ευρέως όμως χρησιμοποιούμενη μέθοδο βαθμολόγησης, αποτελεί η ποσοτική μέτρησή της εκτέλεσης, όπως αναπαρίσταται από τον απόλυτο βαθμό που αποδίδεται σε

ολόκληρο το σχήμα, βασισμένο στην παρουσία, στην ακριβή τοποθέτηση και στην ακρίβεια με την οποία έχει αποδοθεί κάθε στοιχείο μέσα στο ολοκληρωμένο σχήμα (Osterrieth, 1944). Η ποσοτική μέθοδος βαθμολόγησης του ROCF παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλή επαναληψιμότητα και αξιοπιστία (Lieberman και συν, 1994) με συνέπεια η σύγκριση των βαθμών ενός ατόμου ή ενός πληθυσμού με δημοσιευμένα πρότυπα στοιχεία (Osterrieth, 1944 -- Kolb και Wishaw, 1985 -- Ardila και Rosselli, 1994) να αποκαλύπτει σημαντικές κλινικές ή αναπτυξιακές νευροψυχολογικές ανεπάρκειες.

Παράγοντες που αποτελούν τη βάση της επίδοσης στο ROCF

Ο Taylor (1979) χρησιμοποίησε το ROCF για να εκτιμήσει τις γνωστικές ικανότητες ασθενών με μονόπλευρη επιληψία του κροταφικού λοβού. Όπως αναφέρει, οι ασθενείς που παρουσιάζουν διαταραχή της λειτουργίας του αριστερού κροταφικού λοβού σημείωναν ικανοποιητική επίδοση κατά την αντιγραφή και τη μνημονική ανάκληση του σχήματος, ενώ οι ασθενείς με οργανικές βλάβες στη δεξιά πλευρά του κροταφικού λοβού παρουσίαζαν δυσκολίες τόσο κατά την αντιγραφή, όσο και κατά την ανάκληση του σχήματος. Όταν εξετάσθηκαν με το ίδιο τεστ ασθενείς με διεσπαρμένες κακώσεις του εγκεφάλου η εικόνα δεν ήταν καθόλου καθαρή. Φαίνεται λοιπόν ότι οι λειτουργίες του δεξιού κροταφικού λοβού είναι απαραίτητες για την επιτυχή αντιγραφή και μνημονική ανάκληση του σύνθετου σχήματος, όμως οργανική βλάβη σε οποιαδήποτε άλλη περιοχή του εγκεφάλου, μπορεί να αποδιοργανώσει την αντιγραφή και τη μνημονική ανάκληση του ROCF, υποδηλώνοντας ότι μπορεί να υπάρχουν ποικίλες αιτίες για τις οποίες ένα άτομο μπορεί να αντιμετωπίσει προβλήματα στην πραγματοποίηση της παραπάνω δοκιμασίας.

Όταν εξετάζονταν ασθενείς που παρουσίαζαν κακώσεις είτε στο αριστερό είτε στο δεξί ημισφαίριο, οι οποίες όμως δεν ήταν σαφώς εστιασμένες σε συγκεκριμένη περιοχή των ημισφαιρίων, βρέθηκε ότι επιτυγχάνουν ανάλογες επιδόσεις κατά την αντιγραφή ή την ανάκληση του ROCF (King, 1981 -- Archibald, 1979). Μελέτες των οπτικών δημιουργικών (δομικών) ικανοτήτων σε ασθενείς με μονόπλευρες

εγκεφαλικές κακώσεις, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι κακώσεις του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου προκαλούν αναλόγου επιπέδου διαταραχές των δημιουργικών ικανοτήτων με διαφορετικούς όμως τρόπους (Semenza, 1978). Μελετώντας άτομα που παρουσιάζουν αδυναμίες στη σχεδίαση μετά από εγκεφαλική κάκωση, καθώς και τη θέση της κάκωσης, οι Warrington και συν. (1966) διαπίστωσαν ότι οι δομικές απραξίες εξαιτίας βλαβών του δεξιού ημισφαιρίου οφείλονται σε ανεπαρκή αντίληψη του χώρου, ενώ αυτές που έχουν ως αιτία βλάβες του αριστερού ημισφαιρίου οφείλονται σε ατέλειες κατά τον προγραμματισμό των κινήσεων.

Ο Binder (1982) παρατήρησε όμοια αποτελέσματα κατά την επιτέλεση του ROCF από ασθενείς με μονόπλευρες κακώσεις του εγκεφαλικού ιστού. Εξετάζοντας φυσιολογικά άτομα βρήκε ότι αντιγράφουν το βασικό ορθογώνιο, τις οριζόντιες, τις κάθετες και τις διαγώνιες γραμμές ως ένα διαμορφωμένο σύνολο. Καταγράφοντας τη σειρά με την οποία αντιγράφεται η κάθε γραμμή, διαπίστωσε ότι ασθενείς με βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο έχουν την τάση να διασπούν το σχήμα σε μικρότερες μονάδες. Αυτοί οι ασθενείς υιοθετούσαν μία «τμηματική» προσέγγιση για την αντιγραφή του ROCF, αλλά πολύ συχνά κατέληγαν σε μία ακριβή αναπαραγωγή του. Οι ασθενείς με βλάβες στο δεξί ημισφαίριο ήταν πιο πιθανό να παραλείπουν στοιχεία του σύνθετου σχήματος και εμφάνιζαν μειωμένες πιθανότητες να δημιουργήσουν μία ολοκληρωμένη εικόνα του ROCF.

Διαφοροποιήσεις στον τρόπο εμπλοκής των δύο ημισφαιρίων κατά την εκτέλεση του ROCF μπορούν να εμφανισθούν και με άλλες μεθόδους. Ο Archibald (1979) βρήκε ότι ασθενείς με κακώσεις στο αριστερό ημισφαίριο, έχουν την τάση να κάνουν περισσότερες απλοποιήσεις κατά την αντιγραφή του ROCF, απ' ό,τι ασθενείς με κακώσεις του δεξιού ημισφαιρίου. Ασθενείς με βλάβες στην δεξιά πλευρά του εγκεφάλου παραλείπουν ορισμένες γραμμές, ενώ αυτοί με βλάβες στην αριστερή πλευρά έχουν την τάση να απλοποιούν, στρογγυλεύοντας τις γωνίες ή σχεδιάζοντας παύλες αντί για τελείες. Επειδή οι περισσότεροι από τους ασθενείς με βλάβες στην αριστερή πλευρά παρουσίαζαν ατελή παράλυση και χρησιμοποιούσαν το μη-προτιμώμενο χέρι για να ζωγραφίσουν, τα πραπάνω στοιχεία υποδηλώνουν ότι τα λάθη απλοποίησης είναι το αποτέλεσμα του ανεπαρκούς ελέγχου του αριστερού

χειριού κατά την εκτέλεση λεπτών κινήσεων. Η απλοποίηση θα μπορούσε λοιπόν να αποτελεί μια ατέλεια στην εκτέλεση του έργου κι όχι μια αδυναμία στην αντιληπτική ή τη γνωστική διαδικασία.

Υπάρχουν επίσης διαφορές μεταξύ ασθενών με βρεγματικο-ινιακές κακώσεις και ασθενών με κακώσεις του μετωπιαίου λοβού, ως προς τον τρόπο που αντιγράφουν το ROCF. Οι Stern και Stern (1985) αναφέρθηκαν σε κλινικά παραδείγματα για να επεξηγήσουν πως ο τρόπος με τον οποίο ένας ασθενής επιτελεί την αντιγραφή, σχετίζεται με την μέθοδο επεξεργασίας της πληροφορίας. Οι παραπάνω ερευνητές παρέδωσαν παραδείγματα ασθενών με βλάβες στο δεξί ημισφαίριο, οι οποίοι έχασαν τη μορφή του σχήματος αντιγράφοντάς το σε μικρότερες ασύνδετες μονάδες και ασθενών με κακώσεις του μετωπιαίου λοβού, οι οποίοι σχεδιάζαν πολλές γραμμές οι οποίες συνδέονταν στα κατάλληλα σημεία. Οι Meserli και συν. (1979) βρήκαν ότι ασθενείς με βλάβες στο μετωπιαίο λοβό επαναλάμβαναν στοιχεία τα οποία είχαν ήδη αντιγραφεί, χάνοντας τα ίχνη του τι είχαν σχεδιάσει πριν, εξαιτίας μιας αποδιοργανωμένης προσέγγισης. Τα λάθη που γίνονται από ασθενείς με βλάβες στο μετωπιαίο λοβό, αντικατοπτρίζουν διαταραχές της ικανότητάς τους να προγραμματίζουν τον τρόπο προσέγγισης της αντιγραφής του ROCF, ενώ οι ασθενείς με βρεγματικο-ινιακές βλάβες έχουν δυσκολίες με την χωροταξική οργάνωση (Pillon, 1981).

Ο Visser (1985) βρήκε ότι πολλοί ασθενείς με εγκεφαλικές βλάβες χρησιμοποιούν μια ασυνήθιστη αλληλουχία ενεργειών, αλλά τελικώς επιτυγχάνουν μία σωστή αντιγραφή του ROCF. Τα φυσιολογικά άτομα σχεδιάζουν το μεγάλο ορθογώνιο, τις διαμέσους, τις διαγωνίους και το εμπρόσδιο τρίγωνο ως την κεντρική κατασκευή ενώ τα άτομα με εγκεφαλικές διαταραχές αναπαραγάγουν το σχήμα σε μικρότερες μονάδες. Ο Visser προτείνει ότι το γεγονός αυτό αντανακλά τη μειωμένη ικανότητά τους για επεξεργασία των πληροφοριών. Για να σχεδιάσει κάποιος το ορθογώνιο σχήμα, πρώτα θα πρέπει να επεξεργαστεί το μεγάλο ποσό πληροφοριών που υπάρχουν στο ROCF και θα επιλέξει ένα μικρότερο ποσό στοιχείων για να αναπαραγάγει. Αυτό το μικρότερο ποσό επιλέγεται, επειδή το άτομο «βλέπει» ότι αυτή η υποδομή οδηγεί σε ένα πιο αποτελεσματικό τρόπο αναπαραγωγής του

εναπομένοντος σχεδίου. Ο Visser συνεχίζει με τη διατύπωση της θέσης ότι η μειωμένη ικανότητα για επεξεργασία των πληροφοριών οδηγεί σε μία συστολή (στένωση) του οπτικού πεδίου όταν παρουσιάζεται μία υπερφόρτωση πληροφοριών. Η συστολή του οπτικού πεδίου παρεμποδίζει τη γενική άποψη (θέαση) του σύνθετου σχήματος και έχει ως αποτέλεσμα ένα τμηματικό τρόπο αναπαραγωγής του.

Ο Kaplan (1983, 1988) διαπιστώνει διαφορές τεχνοτροπίας στις στρατηγικές που χρησιμοποιούν ενήλικα άτομα με βλάβες στο αριστερό ή στο δεξί ημισφαίριο, όταν αντιγράφουν το ROCF. Και οι δύο ομάδες ατόμων δημιουργούν ανακριβή αντίγραφα του σχήματος, αλλά διαφέρουν σημαντικά στις στρατηγικές που χρησιμοποιούν και στον τύπο των λαθών στα οποία εμπίπτουν. Σε όποια πλευρά του εγκεφάλου κι αν βρίσκεται η κάκωση, η γενική προσέγγιση για την εκτέλεση της δοκιμασίας, φαίνεται να αντικατοπτρίζει τις εξειδικευμένες ικανότητες του άδικτου ημισφαιρίου. Οι ασθενείς με κάκωση στο δεξί ημισφαίριο βασίζονται στα ακέραια συστήματα του αριστερού ημισφαιρίου και υιοθετούν μία τμηματική προσέγγιση για την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος. Εστιάζουν στις λεπτομέρειες και κυριολεκτικά συνδέουν το σχήμα κομματάκι-κομματάκι. Τα λάθη στην συνάρθρωση των κομματιών στο χώρο είναι χαρακτηριστικά: κακή διάταξη των συστατικών στοιχείων του σχήματος, ανακριβής αναλογικός σχεδιασμός, κακή τοποθέτηση των στοιχείων και απώλεια της διαμόρφωσης ή της γενικής μορφής του σχήματος. Αντιθέτως τα άτομα με βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο, βασίζονται στα άδικτα συστήματα του δεξιού ημισφαιρίου και απλοποιούν το μοντέλο. Η εξωτερική διαμόρφωση του σχήματος έχει συνήθως διατηρηθεί, αλλά σπουδαία δομικά στοιχεία έχουν παραλειφθεί. Οι γραμμές έχουν σχεδιασθεί με τμηματικό τρόπο, αλλά μάλλον τυχαία και αμερόδευτα με βάση τα γειτονικά τους στοιχεία και όχι συστηματικά με βάση ένα συνολικό σχεδιασμό. Οι λεπτομέρειες στην αριστερή πλευρά του σχήματος τείνουν να παραλείπονται. Τέτοια δεδομένα υποδεικνύουν ότι η επιτυχής αντιγραφή του ROCF δεν είναι δυνατή, με τη συμμετοχή του ενός μόνο ημισφαιρίου, αλλά μάλλον η ενοποιημένη και εξειδικευμένη συμμετοχή και των δύο ημισφαιρίων φαίνεται να είναι απαραίτητη.

Απ' όλες λοιπόν τις προαναφερθείσες μελέτες της επίδοσης στο ROCF ασθενών με εστιασμένες εγκεφαλικές βλάβες, γίνεται φανερό ότι τόσο το αριστερό και το δεξί ημισφαίριο, όσο και ο προμετωπιαίος φλοιός συνεισφέρουν στην επιτυχή αναπαραγωγή του σύνθετου σχήματος. Ανακεφαλαιώνοντας θα λέγαμε ότι η κακής ποιότητας αναπαραγωγή του ROCF μπορεί να οφείλεται σε εσφαλμένο σχεδιασμό της πορείας της αναπαραγωγής, σε δυσκολίες στην οπτικο-χωρική οργάνωση του σχήματος, σε προβλήματα ελέγχου των λεπτών κινήσεων που απαιτούνται κατά την αναπαραγωγή, ή σε μειωμένη ικανότητα επεξεργασίας των πληροφοριών. Θα πρέπει λοιπόν στο σημείο αυτό και πριν περάσουμε στην εξέταση των νευρωνικών και των γνωστικών μηχανισμών που υπόκεινται της αναπαραγωγής ενός σύνθετου σχήματος στο αναπτυσσόμενο παιδί, να αναλύσουμε τις διαδικασίες εκείνες που σε λειτουργικό επίπεδο είναι απαραίτητες για την αντιγραφή ενός σχήματος.

γ. Η αντιγραφή ενός σχήματος

Η αντιγραφή ενός σχήματος περιλαμβάνει μια αλληλουχία ενεργειών. Κατά τη φάση της εισόδου των ερεθισμάτων, το παιδί θα πρέπει να πάρει πληροφορίες σχετικά με τη φύση του αντικειμένου που θα ζωγραφίσει, τη μορφή, το μέγεθος και τη συνδετότητα του. Στην επόμενη φάση υπάρχουν δύο κεντρικές συνιστώσες των ενεργειών που δ' ακολουθήσουν. Πρώτα απ' όλα το παιδί θα πρέπει να σχηματίσει ένα σχέδιο δράσης, το οποίο θα συμπεριλαμβάνει το από που θα ξεκινήσει την αντιγραφή του σχήματος και πως θα πορευθεί. Στη συνέχεια η μονάδα προγραμματισμού της κίνησης εισάγεται στη διαδικασία, σχεδιάζοντας επακριβώς πως θα τοποθετηθεί το χέρι, τι τύπου κινήσεις θα κάνει και με ποιά ταχύτητα.

Στις παραπάνω δύο κεντρικές συνιστώσες ενεργειών, εμπεριέχεται και η διαδικασία της ανατροφοδότησης, η οποία χρησιμοποιεί κιναισθητικές και οπτικές πληροφορίες και επιδρά πάνω στο σχέδιο δράσης και στο πρόγραμμα κίνησης, παρέχοντας συνεχή αναζήτηση και έλεγχο λαδών (Laszlo & Broderick, 1985). Συνοψίζοντας τα παραπάνω θα λέγαμε ότι η αντιγραφή ενός σχήματος συμπεριλαμβάνει οπτική ανάλυση, σχεδιασμό των ενεργειών και

κιναισθητικοκινητικό έλεγχο, με μια συνεχή χρήση της ανατροφοδότησης καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Οπτική ανάλυση

Οπτική ανάλυση είναι η ικανότητα εντοπισμού, διάκρισης και παρατήρησης χαρακτηριστικών στοιχείων του ερεθίσματος (Rand, 1973). Για να πραγματοποιηθεί η αντιγραφή το παιδί πρέπει αρχικώς να αναλύσει οπτικά το σχήμα, διαχωρίζοντάς το στα συστατικά του μέρη. Όσο περισσότερα γνωρίσματα και ιδιότητες του σχήματος διακρίνει σωστά, τόσο πιο ακριβής θα είναι η αντιγραφή (Maccoby, 1968).

Αν και είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διαχωρίσει το ερέθισμα στα ποικίλα συστατικά του τμήματα, είναι εξίσου σημαντικό να επαναδιοργανώσει και να συσχετίσει τα μέρη μεταξύ τους. Η ενέργεια αυτή απαιτεί την ανάπτυξη ενός τρόπου συσχέτισης των επιμέρους τμημάτων για τη δημιουργία του όλου, ενός τρόπου ο οποίος συνεπάγεται την ανάπτυξη εννοιών (όπως π.χ. «διαγώνιος») μέσω των οποίων μπορούν να κωδικοποιηθούν οι οπτικές αισθήσεις (Olsen, 1968).

Κανόνες σχεδίασης

Η οπτική ανάλυση είναι το απαραίτητο πρώτο βήμα, αλλά δεν είναι μόνη της επαρκής, για την επίτευξη του στόχου της αντιγραφής (Fensen, 1985). Το παιδί πρέπει επίσης να γνωρίζει και να χρησιμοποιεί κανόνες σχεδίασης, που θα το βοηθούν να προβλέπει σημεία αναφοράς καθώς σχεδιάζει (Rand, 1973). Η οπτική διαφοροποίηση και η χρήση κανόνων σχεδίασης είναι συσχετιζόμενες, αλλά ξεχωριστές διαδικασίες. Η εκπαίδευση στη μια δραστηριότητα επηρεάζει απαραίτητα και την ικανότητα στην άλλη (Williams, 1975).

Η αντιγραφή ενός σχήματος είναι το αποτέλεσμα μιας δραστηριότητας επίλυσης ενός προβλήματος. Τα προϊόντα της αντιγραφής αντικατοπτρίζουν το αποτέλεσμα μιας αλληλουχίας «κανόνων αποφασιστικότητας», οι οποίοι καθορίζουν ποιά συγκεκριμένη οδός θα χρησιμοποιηθεί για ένα δοθέν σχήμα. Η Goodnow

χρησιμοποιεί τον όρο «γραμματική των δράσεων» για να περιγράψει το σύστημα των κινητικών κανόνων που υπόκεινται της αντιγραφής ενός σχήματος (Goodnow και Levine, 1976). Οι παραπάνω κανόνες αποκτώνται μέσα από μία περίοδο σχηματισμού και ελέγχου υποθέσεων, με στόχο την εξεύρεση του ευκολότερου και του πιο αποτελεσματικού δρόμου (Kirk, 1981). Τα παιδιά ακολουθούν σταθερούς κανόνες όταν χειρίζονται όμοια σχήματα, αν και μερικοί απ' αυτούς τους κανόνες μεταβάλλονται με την ηλικία (Pemberton, 1987).

Η δουλειά της Goodnow έχει γίνει κυρίως με απλά σχήματα. Αυτή και οι συνεργάτες της έχουν καθορίσει τους κανόνες που χρησιμοποιούν τα παιδιά όταν σχεδιάζουν απλά σχήματα, όπως σχηματικές μορφές σαν το L και το T (Goodnow, 1977 -- Simner, 1981 -- Nihei, 1983). Με πιο σύνθετα σχήματα όπως το σχήμα του Rey οι κανόνες είναι λιγότερο σταθεροί. Όταν ένα άτομο αντιγράφει σύνθετα σχήματα, ακολουθεί επιπρόσθετους κανόνες οι οποίοι σχετίζονται με τον τρόπο που το άτομο διασπά το σχήμα στα συστατικά του μέρη και προβλέπουν πορείες προς ένα επιθυμητό τέλος (Goodnow, 1977).

Όσο πιο σύνθετη είναι η αναπαράσταση, τόσο περισσότερους προγραμματισμούς πρέπει να κάνει το παιδί. Ο προγραμματισμός απαιτεί τη χρήση κάποιας σταθερής στήριξης. Το παιδί πρέπει να εξετάσει τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων και να προβλέψει τα αποτελέσματα ποικίλων γραφικών δυνατοτήτων. Όπου ένα τμήμα του σχήματος εξαρτάται από ένα άλλο, θα πρέπει να ζωγραφίσει το υπόστρωμα πριν τη σύνδεση και τη στήριξη των άλλων τμημάτων πάνω σ' αυτή την κεντρική δομή, για παράδειγμα σχεδιασμός του κυκλικού δίσκου πριν από τις ακτινωτές γραμμές κατά την αναπαράσταση ενός ήλιου (Van Sommers, 1984). Μη ακριβής σχεδιασμός ή κακής ποιότητας διάταξη των ενεργειών της αντιγραφής, μπορεί να είναι η αιτία για διαστρεβλωμένες αναπαραστάσεις, τουλάχιστον για μερικά παιδιά (Belmont, 1980).

Ιεραρχική οργάνωση στο σχεδιασμό

Η αρχή του σχεδιασμού κατά την αντιγραφή είναι ένα παράδειγμα ιεραρχικής οργάνωσης, μια γενική αρχή της γνωστικής ανάπτυξης. Η ιεραρχική οργάνωση

αναφέρεται στην ικανότητα να συνδιάζεις χαμηλού επιπέδου στοιχεία, σε στοιχεία υψηλότερης διάταξης. Στα μικρά παιδιά οι αντιδράσεις είναι συνολικές και αδιαφοροποιήτες. Η έλλειψη ιεραρχικής οργάνωσης οδηγεί σε ενέργειες «τύπου αλυσίδας», ενέργειες απλώς επαναλαμβανόμενες, όπου όλα τα μέρη θεωρούνται ως να έχουν ευκόλως αντικαθιστώμενη αξία (Greenfield & Schneider, 1977). Καθώς το παιδί αναπτύσσεται αρχίζει να βλέπει τα μέρη σε σχέση με το όλο και καθίσταται ικανό να δημιουργεί δομές που απαιτούν πιο ιεραρχημένα επίπεδα (Piaget και Inhelder, 1967).

Σχολιάζοντας τις δημιουργίες παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες πάνω στο σχήμα του Rey, ο Klicpera (1983) προτείνει ότι η ανεπάρκειά τους στον αποτελεσματικό σχεδιασμό της αναπαραγωγής, η αντιγραφή λεπτομερειών πριν από την κεντρική δομή και η αντιγραφή συνεχόμενων γραμμών σε διακριτά μέρη, είναι συνάρτηση μιας καθυστέρησης στην ανάπτυξη ιεραρχημένων σχεδίων δράσης (Klicpera 1983). Τα παιδιά αυτά δεν μπορούν να αντιληφθούν την ανάγκη σχεδιασμού της βασικής δομής σαν ένα στήριγμα για τις λεπτομέρειες, ή να σχεδιάσουν δομικές μονάδες σαν σύνολα. Αντιθέτως, αντιδρούν εξίσου σε όλα τα τμήματα του σχήματος.

Οπτικο-κινητικές συνιστώσες

Αν και οι αισθητικές καθώς και οι εννοιολογικές όψεις της αντιγραφής είναι σημαντικές θα πρέπει να έχουμε στο νου μας ότι η αντιγραφή απαιτεί επίσης λεπτές κινητικές δεξιότητες. Η αντιγραφή είναι μια οπτικώς οδηγούμενη κινητική ενέργεια, η οποία απαιτεί η κιναισθητική πληροφόρηση να είναι συνεχώς συνδεδεμένη με τον οπτική διεύθυνση της κίνησης. Το κιναισθητικό σύστημα προετοιμάζει και ελέγχει τις αρμόζουσες αλλαγές στη διάταση των μυών, που είναι απαραίτητες για επιτυχή κίνηση (Belmont, 1980). Η ευαισθησία του κιναισθητικού συστήματος είναι σημαντική συνιστώσα αυτής της διαδικασίας. Τα περισσότερα αδέξια παιδιά, που παρουσιάζουν φτωχή κιναισθητική επεξεργασία βρίσκουν το γράψιμο και τη σχεδίαση εξαιρετικά δύσκολες διαδικασίες (Laszlo και Bairstrow, 1983).

δ. Γνωστικές αλλαγές και οπτικοκινητική ικανότητα

Η ικανότητα των παιδιών να αναλύουν και να σχεδιάζουν θεωρείται ότι αναπτύσσεται σε στάδια. Κάθε στάδιο προσδιορίζει από έναν κυρίαρχο τρόπο σκέυης, που ακολουθείται από ανακολουθίες και χάσματα (απότομες αυξήσεις και μειώσεις της απόδοσης), οι οποίες σηματοδοτούν μία περίοδο μετακίνησης που προηγείται της εισόδου σε ένα νέο επίπεδο σκέυης (Ginzburg και Oppen, 1979). Τα παιδιά πριν από την ηλικία των 7 ετών, δεν λαμβάνουν υπόψη τις διάφορες όψεις μίας κατάστασης αμέσως, όπως απεδείχθη από τον τρόπο που ταξινομούν αντικείμενα και δημιουργούν διευθετημένες ομαδοποιήσεις (Ginzburg και Oppen, 1979 -- Piaget, 1969). Είτε αγνοούν λεπτομέρειες και εστιάζουν στο σύνολο, είτε αγνοούν το όλο και εστιάζουν σε εξειδικευμένες λεπτομέρειες. Μεταξύ των ηλικιών 7 και 12 ετών συμβαίνουν αλλαγές στις στρατηγικές που χρησιμοποιούν τα παιδιά, οι οποίες είναι ενδεικτικές της αυξανόμενης συνείδησης ότι το όλο αποτελείται από αλληλεξαρτώμενα μέρη. Γύρω στην ηλικία των 12 ετών, τα παιδιά αρχίζουν να υιοθετούν μία ολοκληρωμένη άποψη. Αυτή η νέα ικανότητα μετέπειτα ισχυροποιείται κι αποκτά τα χαρακτηριστικά της προσέγγισης που ακολουθούν έφηβοι και ενήλικες (Kirk, 1985).

Από τα στοιχεία που παρουσιάσθηκαν σε προηγούμενη ενότητα γίνεται φανερό ότι η στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε από τους περισσότερους ενήλικες κατά την αντιγραφή του σύνδετου σχήματος των Rey-Osterrieth αποκαλύπτει την προαναφερθείσα ολοκληρωμένη προσέγγιση. Οι ενήλικες δεν έχουν δυσκολίες για να αναγνωρίσουν το βασικό ορθογώνιο του ROCF ως το πλαίσιο αναφοράς, γύρω από το οποίο συγκροτούνται όλες οι εσωτερικές και εξωτερικές λεπτομέρειες και επιπλέον, ζωγραφίζουν πρώτα το ορθογώνιο και στη συνέχεια αρχίζουν να προσδέτουν τις λεπτομέρειες.

Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει για την περιγραφή των αναπτυξιακών αλλαγών κατά την αναπαραγωγή του ROCF, αλλά η συνδετότητα του σχήματος κάνει αυτό το εγχείρημα αρκετά δύσκολο. Τα αποτελέσματα τεσσάρων μελετών υποδεικνύουν ότι για τα πεντάχρονα και εξάχρονα παιδιά το σύνδετο σχήμα εμφανίζεται ως ένα περίπλοκο και δυσεπίλυτο πρόβλημα, απαρτιζόμενο από πολλά μικρά κομμάτια. Οι

στρατηγικές αντιγραφής που χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά σ' αυτές τις ηλικίες είναι εξαιρετικά τμηματικές (Karapetsas και Kantas, 1991 -- Kirk, 1985 -- Osterrieth, 1944 -- Waber και Holmes, 1985). Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, τα μέρη του σύνθετου σχήματος παρατίθενται το ένα δίπλα στο άλλο, χωρίς κανένα εμφανές συνολικό σχέδιο, ακόμα κι αν το σχήμα είναι τελικά αναγνωρίσιμο. Τα ευρήματα αυτά είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, γιατί βρίσκονται σε συμφωνία με τα δεδομένα που σχετίζονται με την ανάπτυξη των μοντέλων οπτικής ανίχνευσης (Mackworth και Bruner, 1970 -- Vurpillot, 1978), καθώς και με την επίδραση της οπτικής συνδετότητας στις γραφοκινητικές στρατηγικές των ενηλίκων. Τα κεντρικά και περιφερειακά στοιχεία εξετάζονται κατά προτίμηση διαδοχικά παρά ταυτόχρονα. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία που φέρουν ειδικές πληροφορίες δεν επιλέγονται για ιδιαίτερη μελέτη, αλλά φαίνεται να επαρκεί μία περιορισμένη εξέταση λίγων λεπτομερειών, είτε σχετικών, είτε άσχετων με τη συνολική δομή (Mackworth και Bruner, 1970 -- Vurpillot, 1978).

Η τμηματική προσέγγιση που προαναφέρθηκε, ίσως αποτελεί απεικόνιση του περιορισμένου ποσού οπτικών πληροφοριών που υφίστανται επεξεργασία εξαιτίας της ανωριμότητας των μηχανισμών ανίχνευσης (Kirk, 1985). Από την άλλη πλευρά η τμηματική προσέγγιση είναι σύμφωνη με τα επίπεδα της γνωστικής ικανότητας που πιστεύεται ότι χαρακτηρίζουν τα πεντάχρονα και εξάχρονα παιδιά. Πιθανώς η σχετική ανωριμότητα των προμετωπιαίων συστημάτων, είναι ένας ακόμα παράγοντας ο οποίος συμβάλλει στην απουσία συνολικού σχεδιασμού που εμφανίζει η τμηματική στρατηγική. Εξίσου ενδιαφέρον έχει και ο τύπος των λεπτομερειών που επιλέγονται από νεαρά αγόρια και κορίτσια (Waber, 1979 -- Waber και Holmes, 1985). Αν και τα πεντάχρονα και εξάχρονα παιδιά χρησιμοποιούν ένα τμηματικό τρόπο, οι εσωτερικές λεπτομέρειες φαίνεται να είναι προέχουσες για τα κορίτσια, ενώ οι προσπάθειες των αγοριών κατευθύνονται προς την αναπαραγωγή στοιχείων της εξωτερικής δομής.

Μεταξύ των ηλικιών 6 και 10 ετών οι διερευνητικές στρατηγικές των παιδιών γίνονται πιο συστηματικές και προοδευτικά αποκτούν τα χαρακτηριστικά των στρατηγικών των ενηλίκων (Vurpillot, 1978). Η Waber (1979) αναφέρει ότι ανάλογη

ανάπτυξη συμβαίνει και στις στρατηγικές αντιγραφής. Μεταξύ των ηλικιών 7 και 11 ετών μία προοδευτική μεταβολή παρατηρείται από τον σχεδιασμό του σχήματος κομμάτι-κομμάτι, στο σχεδιασμό του βασικού ορθογωνίου πρώτα. Η Waber (1979) παρατήρησε επίσης διαφορές μεταξύ των φύλων στον τρόπο αντιγραφής, αλλά όχι στο επίπεδο της οργάνωσης στην ηλικία των 11 ετών. Τα αγόρια ζωγράφιζαν μακριές και συνεχείς γραμμές, ενώ τα κορίτσια προχωρούσαν τμήμα-τμήμα. Αυτή η διαφορά δεν εμφανιζόταν στα δεκατριάχρονα παιδιά. Τα δεδομένα του Osterrieth (1944), εμφανίζουν μία όμοια αλλά πιο προοδευτική μετατόπιση από την τμηματική προσέγγιση σε σχέση με αυτήν που περιγράφηκε από την Waber, με την εμφάνιση της στρατηγικής σχεδιασμού του βασικού τετραγώνου στην ηλικία των 11 ετών. Η Kirk (1985) αναφέρει ότι μετά την ηλικία των 10 ετών τα προϊόντα της αντιγραφής των παιδιών είναι πιο μορφοποιημένα, που σημαίνει ότι περισσότερα παιδιά αρχίζουν σχεδιάζοντας το βασικό ορθογώνιο ή κάποια λεπτομέρεια που εφάπτεται του ορθογωνίου και ολοκληρώνουν το μεγάλο ορθογώνιο πριν σχεδιάσουν το υπόλοιπο σχήμα.

Τα παραπάνω δεδομένα υποδηλώνουν ότι η ανάπτυξη των μοντέλων οργανωμένης οπτικής διερεύνησης, προηγείται χρονικά της εμφάνισης των συγκροτημένων στρατηγικών αντιγραφής που χαρακτηρίζουν τα έργα των ενηλίκων. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν επίσης την άποψη ότι η αντιληπτική επεξεργασία συνδέεται ουσιαστικά με τον τύπο της στρατηγικής που χρησιμοποιείται για την αντιγραφή (Osterrieth, 1944 -- Visser, 1985). Επιπλέον καταδεικνύουν την παρουσία μιας μετακίνησης στο επίπεδο της οργανωτικής ικανότητας και της πληρότητας του σχεδιασμού, η οποία είναι σύμφωνη με την αυξανόμενη γνωστική ικανότητα (Kirk, 1985).

Μια πολύ πρόσφατη μελέτη (Akshoomoff & Stiles, 1995a) σχετικά με τις αναπτυξιακές αλλαγές στην ικανότητα αντιγραφής του ROCF, υποστηρίζει ότι τα παιδιά από την ηλικία μόλις των 6 ετών συμπεριλαμβάνουν τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά που εμπεριέχονται στο σύνθετο σχήμα στα σχέδιά τους. Η ακρίβεια της αναπαραγωγής αυξάνεται με την ηλικία και εμφανίζονται αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά προσεγγίζουν το έργο της αντιγραφής. Η

βελτίωση στην ακρίβεια της αντιγραφής που παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα παιδιά, βρέθηκε ότι συμπίπτει με την γραμμική ανάλυση των μεγαλύτερων μονάδων του σχήματος και την βελτίωση του τρόπου με τον οποίο διατάσσονται. Όμως, είναι επίσης ενδιαφέρον το εύρημα ότι ακριβή αντίγραφα του σχήματος δεν απαιτούν εξελιγμένες τεχνικές και ότι πιο εξελιγμένες τεχνικές δεν εξασφαλίζουν ακριβείς αναπαραστάσεις. Έτσι τα προϊόντα και η διαδικασία δεν φαίνεται να είναι απαραίτητα ζευγαρωμένα κατά την εκτέλεση του ROCF.

Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες που υποστηρίζουν ότι η εκτέλεση του ROCF μετατοπίζεται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης από μία τμηματική σε μία ολοκληρωμένη διαμορφωτική προσέγγιση (Kirk, 1985 -- Waber και Holmes, 1985). Αντίθετα με αυτές τις έρευνες που υποδηλώνουν ότι τα νεαρά παιδιά εστιάζουν την προσοχή τους περισσότερο στην ανάλυση του σχήματος και μόνο καθώς ωριμάζουν καθίστανται ικανά να συνδέουν τα μέρη σε ένα λογικό σύνολο, τα αποτελέσματα των Akshoomoff και Stiles (1995a) δείχνουν ότι αυξανόμενη ολοκλήρωση της χωρικής διάταξης εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τόσο σε σχέση με τη φύση των πρότυπων στοιχείων του σύνθετου σχήματος, όσο και στις συσχετίσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων.

Η τυπική διαχείριση του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth καθιστά αναγκαία την αντιγραφή του σχήματος και ακολούθως την αναπαραγωγή του από μνήμης, είτε αμέσως μετά την αντιγραφή είτε μετά από τουλάχιστον μία ώρα. Η αξιολόγηση των παραγώγων της αντιγραφής και της μνημονικής αναπαραγωγής αλληλοδιαδόχως, προσφέρει πληροφορίες που δεν μπορούν να επιτευχθούν μόνο από την δοκιμασία της αντιγραφής και συντελεί στην διερεύνηση πολλών ποιοτικών χαρακτηριστικών της διαδικασίας.

Πρόσφατη μελέτη των Akshoomoff και Stiles (1995b) διαπιστώνει ότι τόσο κατά την αντιγραφή όσο και κατά την μνημονική αναπαραγωγή του σχήματος, τα περισσότερα παιδιά στην ηλικία των 11 ετών ζωγραφίζουν το σχήμα με ένα μη-τεμαχισμένο ολοκληρωμένο τετράγωνο. Η μέθοδος που τα παιδιά χρησιμοποιούν

για να ζωγραφίσουν το σχήμα είναι γενικά σταθερή τόσο κατά την αντιγραφή όσο και κατά τη μνημονική αναπαραγωγή. Αν και τα μεγαλύτερα παιδιά ήταν πιο συστηματικά κατά την προσπάθεια ολοκλήρωσης του σχήματος από μνήμης από τα νεώτερα παιδιά ήταν γενικά λιγότερο συστηματικά κατά την μνημονική αναπαραγωγή σε σχέση με την αντιγραφή. Η ίδια έρευνα βρίσκει ότι τα παιδιά ζωγραφίζουν τις βασικές μονάδες του σχήματος με περισσότερο συνεχείς γραμμές κατά την μνημονική αναπαραγωγή παρά κατά την αντιγραφή. Η διαπίστωση αυτή είναι όμοια με αντίστοιχη των Waber και Holmes (1986) που αναφέρουν ότι τα προϊόντα της μνημονικής αναπαραγωγής είχαν δημιουργηθεί πιο μορφοποιημένα (δηλαδή ένα μεγαλύτερο ποσοστό γραμμών μέσα στην κύρια δομή του σχήματος είχε σχεδιαστεί με συνεχή τρόπο), σε σχέση με τα προϊόντα της αντιγραφής, με εξαίρεση τα μικρότερα σε ηλικία παιδιά. Αν και τα ευρήματα των Akshoomoff και Stiles (1995b) είναι όμοια με αυτά που μόλις αναφέρθηκαν, η χρήση του όρου *μορφοποίηση* για την περιγραφή εκτέλεσης της διαδικασίας είναι κάπως παραπλανητικός. Οι τελευταίοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα νεαρότερα παιδιά αν και είναι κατώτερα των μεγαλύτερων στην ανάκληση των μορφοποιητικών στοιχείων (των βασικών μονάδων του σχήματος), ήταν περισσότερο πιθανό να ανακαλέσουν τις βασικές αυτές μονάδες του ROCF ως συνεχείς γραμμές.

Οι Waber, Bernstein και Merola (1989) αναφέρουν επίσης ότι η ακριβής ενέργεια της αντιγραφής του ROCF, φαίνεται ότι επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζεται αυτό από μνήμης, από τα παιδιά σχολικής ηλικίας. Σε μια μελέτη παιδιών 5ης και 8ης σχολικής βαθμίδας, ζητήθηκε από τα μισά να αντιγράψουν το σχήμα πριν από την ανάκληση και από τα υπόλοιπα μισά να το μελετήσουν οπτικά χωρίς να το αντιγράψουν. Το αποτέλεσμα ήταν τα προϊόντα της μνημονικής αναπαραγωγής των παιδιών της 5ης σχολικής βαθμίδας, τα οποία μελέτησαν το σχήμα μόνο οπτικά, να είναι πιο ακριβή και πιο μορφοποιημένα από αυτά των συμμαθητών τους που είχαν αντιγράψει το σχήμα. Στην πραγματικότητα, η εξάλειψη της κινητικής πληροφορίας κατά τη φάση της μελέτης είχε ως αποτέλεσμα επίδοση παρόμοια με αυτή των παιδιών της 8ης σχολικής βαθμίδας. Συμπερασματικά, οι Akshoomoff και Stiles (1995b) διαπιστώνουν ότι η προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την ανάλυση του σχήματος κατά την διάρκεια της αντιγραφής, επηρεάζει σημαντικά την ακρίβεια των

πληροφοριών που ανακαλούνται καθώς και τη διαδικασία με την οποία ανακαλούνται. Αυτό σημαίνει, ότι εκείνα τα παιδιά που σπάζουν το σχήμα σε μικρότερες μονάδες κατά τη διάρκεια της αντιγραφής, είναι πιο πιθανό να το ανακαλέσουν με ανάλογο τρόπο και είναι επίσης πιθανό να ανακαλέσουν λιγότερες πληροφορίες σχετικά με το σύνθετο σχήμα.

Ολοκληρώνοντας την ενότητα αυτή θα λέγαμε ότι υπάρχει ένας εντυπωσιακός παραλληλισμός μεταξύ της εξέλιξης των οπτικοκινητικών ικανοτήτων και των μεταβαλλόμενων γνωστικών ικανοτήτων σε δοκιμασίες που απαιτούν ταξινόμηση, κατηγοριοποίηση ή οπτική ανίχνευση (Ginzburg και Oppen, 1979 -- Mackworth και Bruner, 1970 -- Vurpillot, 1978). Εξίσου αξιοπρόσεκτα είναι και τα παραδείγματα διαφορών τεχνοτροπίας στις στρατηγικές αντιγραφής, όπως η εξέχουσα θέση διαφορετικών απόψεων του σχήματος σε νεαρά κορίτσια και αγόρια (εσωτερικές σε αντίθεση με δομικές λεπτομέρειες στις ηλικίες 5 και 6 ετών), και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη διαμόρφωση του βασικού ορθογωνίου (μακριές, συνεχείς μολυβιές από τα αγόρια, σε αντίθεση με την αναλυτική προσέγγιση των κοριτσιών στην ηλικία των 11 ετών). Αυτές οι προτιμώμενες τεχνοτροπίες είναι όμοιες με αυτές που έχουν περιγραφεί ως χαρακτηριστικές των λειτουργιών του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου αντίστοιχα (Σαββάκη, 1989 -- Springer και Deutch, 1989). Η Waber (1979) ερμήνευσε τα αποτελέσματα της μελέτης της σύμφωνα με αυτό το πρότυπο, υποστηρίζοντας ότι «οι άρρενες τείνουν να εμφανίζουν ένα τρόπο επεξεργασίας χαρακτηριστικό των λειτουργιών του δεξιού ημισφαιρίου και οι γυναίκες εμφανίζουν ένα τρόπο χαρακτηριστικό των λειτουργιών του αριστερού ημισφαιρίου» (σ. 37). Όταν όλα τα παραπάνω αποτελέσματα ληφθούν υπόψη, υποδηλώνουν ότι η συμμετοχή των εγκεφαλικών ημισφαιρίων στη δημιουργία του σύνθετου σχήματος ποικίλλει και ο βαθμός εμπλοκής του καθενός πιθανώς να σχετίζεται με την ηλικία, το επίπεδο της γνωστικής ικανότητας και σε ορισμένες περιπτώσεις με τις διαφορές μεταξύ των φύλων.

ε. Μεταβαλλόμενα νευρωνικά δίκτυα και οπτικοκινητική ανάπτυξη

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι μαρτυρίες οι σχετικές με τα πρότυπα ωρίμανσης των συστημάτων του εγκεφαλικού φλοιού, τα οποία φαίνεται να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της οπτικοκινητικής ικανότητας. Η άποψη που υιοθετήθηκε είναι σύμφωνα με αυτή του Luria (1973, 1980), που υποστηρίζει ότι η συντονισμένη δράση των πολλαπλών νευρωνικών συστημάτων αποτελεί τη βάση της παρατηρούμενης συμπεριφοράς. Η άποψη αυτή είναι ευθυγραμμισμένη με τη θέση του Luria ότι η βλάβη του εγκεφάλου του ενήλικα αποδιοργανώνει τις υψηλότερες φλοιώδεις λειτουργίες (Luria, 1980), με εξαιρετικά εξειδικευμένους τρόπους εξαρτώμενους από τη θέση της κάκωσης. Η εφαρμογή αυτής της αρχής στον υγιή αναπτυσσόμενο εγκέφαλο του παιδιού, επιτρέπει τη διαμόρφωση προβλέψεων σχετικά με ποσοτικές και ποιοτικές αλλαγές της συμπεριφοράς, οι οποίες θα μπορούσαν να συσχετισθούν με την μεταβαλλόμενη οργάνωση των φλοιωδών συστημάτων κατά την ωρίμανση.

Η ανασκόπηση των δεδομένων σχετικά με τις μορφολογικές αλλαγές του εγκεφαλικού φλοιού, καθιστά φανερό ότι ο εγκέφαλος αναπτύσσεται με διαφορετικούς ρυθμούς από τη γέννηση ως την ενηλικίωση. Κάθε εγκεφαλικό ημισφαίριο έχει διαφορετικό χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης και διαφορετικές περιοχές, αλλά και κυτταρικά στρώματα μέσα σε κάθε ημισφαίριο ακολουθούν ξεχωριστά χρονοδιαγράμματα (O' Leary, 1990 -- Rabonowicz, 1979). Η ποσότητα του εγκεφαλικού ιστού αυξάνει σε ορισμένες περιοχές περισσότερο απ' ό,τι σε άλλες, με τη μεγαλύτερη αύξηση να λαμβάνει χώρα στις τριτογενείς περιοχές (Luria, 1980), οι οποίες υποστηρίζουν τις σύνθετες γνωστικές λειτουργίες δηλαδή στον προμετωπιαίο, στον κροταφο-βρεγματικό ινιακό, στον κατώτερο βρεγματικό και στο μέσο κροταφικό φλοιό. Αυτές οι περιοχές φαίνεται να οργανώνονται ασύμμετρα. Συγκεκριμένα οι τριτογενείς περιοχές στον κροταφο-βρεγματικό, ινιακό και προμετωπιαίο φλοιό έχει αναφερθεί ότι είναι μεγαλύτερες στο δεξί ημισφαίριο απ' ό,τι στο αριστερό (Goldberg και Costa, 1981).

Μια κλίση από πίσω προς τα εμπρός, καθώς και μία από αριστερά προς τα δεξιά, στην αναλογία φαιά προς λευκή ουσία, έχει επίσης παρατηρηθεί στις τριτογενείς περιοχές. Μεγαλύτερη αναλογία φαιάς προς λευκή ουσία βρέθηκε στις αριστερές παρά στις δεξιές προμετωπιαίες περιοχές, ενώ οι οπίσθιες τριτογενείς περιοχές του δεξιού ημισφαιρίου εμφανίζουν υψηλότερη αναλογία φαιάς προς λευκή ουσία από τις ομόλογες περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου (Goldberg και Costa, 1981 -- Gur και συν, 1980). Σύμφωνα με τους Gur συν. (1980) η παρουσία υψηλής αναλογίας φαιάς προς λευκή ουσία, υποδηλώνει έξαρση των λειτουργιών μέσα σε μία συγκεκριμένη περιοχή, ενώ η χαμηλή αναλογία φαιάς προς λευκή ουσία μαρτυρά υψηλότερη διαπεριφερειακή επεξεργασία. Αν αυτή η ερμηνεία είναι σωστή, η ολοκλήρωση πολλαπλών πληροφοριών εντός μίας περιοχής θα χαρακτήριζε περισσότερο τις δεξιές παρά τις αριστερές οπίσθιες τριτογενείς περιοχές (κροταφο-βρεγματικός ινιακός φλοιός) και τον αριστερό προμετωπιαίο φλοιό περισσότερο από τον δεξί. Αντίστροφα μια μεγαλύτερη έξαρση της διαπεριφερειακής ολοκλήρωσης θα χαρακτήριζε τις τριτογενείς περιοχές στον αριστερό οπίσθιο και στο δεξί πρόσθιο φλοιό.

Οι τριτογενείς περιοχές επιδεικνύουν μία εξαιρετικά ακανόνιστη διάρκεια ανάπτυξης, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εμφάνιση ενός σταθερού αναπτυξιακού μοντέλου, όταν συγκρίνονται δεδομένα από διαφορετικά άτομα. Η οπίσθια τριτογενής περιοχή (κροταφο-βρεγματικός ινιακός φλοιός) φαίνεται να ωριμάζει αργά μέχρι την ηλικία των δύο ετών και στη συνέχεια ακολουθεί ένα ακανόνιστο μοντέλο ανάπτυξης ως την ενηλικίωση. Η φλοιϊκή ωρίμανση στον προμετωπιαίο τριτογενή φλοιό λαμβάνει χώρα αργά και σταθερά μέχρι την ηλικία των τεσσάρων ετών, ενώ ένα συνεχές αλλά ακανόνιστο μοντέλο ανάπτυξης εκδηλώνεται από την ηλικία των έξι ετών ως την ενηλικίωση (Rabinowicz, 1979).

Οι περιοχές που είναι υπεύθυνες για την αισθητικοκινητική λειτουργία και για την υποδοχή και επεξεργασία της οπτικής πληροφορίας είναι πιθανώς πιο εκτεταμένες στο αριστερό απ' ότι στο δεξί ημισφαίριο (Goldberg και Costa, 1981). Σε κάθε ημισφαίριο η αναλογία φαιάς προς λευκή ουσία σε αυτές τις πρωτογενείς φλοιϊκές περιοχές είναι υψηλότερη από αυτή που παρατηρείται στις τριτογενείς περιοχές (Gur

και συν., 1980). Αν και ο Rabinowicz (1979) παρατήρησε λιγότερη συνολική ανάπτυξη σε αυτές τις περιοχές απ' ό τι στις τριτογενείς περιοχές, το μοντέλο της ανάπτυξης ήταν κανονικό. Οι πρωτογενείς φλοιϊκές ζώνες αποκτούν το μέγεθος των αντίστοιχων ζωνών του ενηλικού μεταξύ των ηλικιών 8 έως 10 ετών. Οι περιοχές που χαρακτηρίσθηκαν από τον Luria (1980) δευτερογενείς ζώνες, ακολουθούν ένα περισσότερο μεταβαλλόμενο χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης. Στις περιοχές 18 και 19 (περιοχές του φλοιού σχετικές με την όραση), μία περίοδο ταχείας ανάπτυξης κατά τη βρεφική ηλικία, την διαδέχεται μία βαθμιαία μείωση και στη συνέχεια μία νέα περίοδος έντονης αύξησης μεταξύ των ηλικιών 6 και 8 ετών, ενώ το ενήλικο μέγεθος επιτυγχάνεται στην ηλικία των 10 περίπου ετών.

Η εναπόθεση μυελίνης και η εμφάνιση στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) των ρυθμικών κυμάτων τύπου α (το πρότυπο αυθόρμητης ηλεκτρικής δραστηριότητας όλων σχεδόν των ενηλικών ατόμων που βρίσκονται σε κατάσταση ήρεμης εγκεφαλικής λειτουργίας), θεωρούνται ως δείκτες της λειτουργικής ωρίμανσης των μεταβαλλόμενων νευρικών δικτύων (O' Leary, 1990 -- Yakovlev και Lecours, 1967). Η μυελόγένεση και η προοδευτική οργάνωση της φλοιϊκής δραστηριότητας συνδέονται στενά με τη διαδοχή της φλοιϊκής ωρίμανσης που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η μυελινοποίηση ολοκληρώνεται πρώτα στις τριτογενείς ζώνες και στη συνέχεια στις δευτερογενείς και τα α κύματα εμφανίζονται πρώτα στον κινητικό φλοιό, μετά στον οπτικό και τελευταία στις τριτογενείς ζώνες.

Οι τριτογενείς ζώνες είναι οι τελευταίες στο χρονοδιάγραμμα της μυελινοποίησης, καθώς περιλαμβάνουν μακριές φλοιϊκές ίνες που διασυνδέουν τις αντίστοιχες ζώνες του φλοιού και τις ίνες του μεσολοβίου που δημιουργούν την επικοινωνία μεταξύ των δύο ημισφαιρίων. Οι ίνες του μεσολοβίου θεωρείται ότι μυελινοποιούνται πλήρως μετά το δέκατο έτος, ενώ η μυελινοποίηση των πρόσθιων τριτογενών περιοχών πιθανώς συνεχίζεται και κατά την δεύτερη ή τρίτη δεκαετία της ζωής του ανθρώπου (Denckla, 1978 -- Yakovlev και Lecours, 1967). Αν και η σημασία της μυελινοποίησης εξετάζεται ακόμα, έχει αποδειχθεί ότι η μεταφορά της πληροφορίας είναι πιο γρήγορη και περισσότερο ακριβής σε μυελινοποιημένους άξονες παρά σε μη μυελινοποιημένους (Reinis και Goldman, 1980 -- Yakovlev και Lecours, 1967).

Αντιστρόφως, η συνέπεια μιας επιλεκτικής απώλειας της μυελίνης, είναι να διακοπεί ο κανονικός ρυθμός της νευρικής διαβίβασης και να προκληθεί μία επιλεκτική απώλεια της αποδοτικότητας του διγόμενου συστήματος (Mc Haan, 1982). Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η αυξανόμενη μυελινοποίηση επιτρέπει στα εγκεφαλικά συστήματα να επεξεργάζονται την πληροφορία όλο και πιο αποτελεσματικά.

Συνεπώς με τη σειρά της φλοιϊκής ωρίμανσης τα α κύματα εμφανίζονται επίσης καθυστερημένα στις τριτογενείς ζώνες. Υπάρχει σημαντική αστάθεια στην παρουσία των α κυμάτων μεταξύ των ηλικιών 5 και 8 ετών και μόνο μετά την ηλικία των 10 ετών αρχίζουν τα α κύματα να κυριαρχούν (Eeg - Olofson, 1982). Σύμφωνα με τους Lindsley και Wicke (1974) η παρουσία συνεχών α κυμάτων αντανακλά τη λειτουργική ολοκλήρωση του νευρικού συστήματος. Αν η ερμηνεία τους είναι σωστή, η επάρκεια σε δεξιότητες που απαιτούν ολοκληρωμένη λειτουργία και των δύο ημισφαιρίων δε θα πρέπει να προσδοκάται πριν από την ηλικία των 10 ετών.

Οι ενδείξεις σχετικά με διαφοροποιημένους ρυθμούς ανάπτυξης των ημισφαιρίων είναι περιορισμένες και δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργική τους θέση κατά τη γέννηση και την επακόλουθη πορεία της ωρίμανσης. Οι Goldberg και Costa (1981) επανεξετάζοντας ένα μεγάλο αριθμό ερευνών υποστηρίζουν ότι εξαιτίας του γεγονότος ότι το δεξί ημισφαίριο περιλαμβάνει σχετικώς περισσότερο τριτογενή φλοιό από το αριστερό, είναι πιθανό οι περιοχές αυτές του δεξιού ημισφαιρίου να ωριμάζουν αργότερα από τις ομόλογες περιοχές του αριστερού. Αυτή η ερμηνεία κάνει πιο περίπλοκη την εξέταση των παραγόντων που εμπλέκονται στην ωρίμανση του εγκεφάλου, καθώς υποδηλώνει ότι ορισμένες δομές οι οποίες αρχίζουν να ωριμάζουν νωρίς, πιθανώς στην πραγματικότητα να ακολουθούν ένα προκαθορισμένο αναπτυξιακό χρονοδιάγραμμα.

Οι Thatcher και συν., (1987) αναλύοντας δεδομένα από μία μεγάλη ηλεκτροεγκεφαλογραφική μελέτη βρήκαν ότι η ανάπτυξη των εγκεφαλικών ημισφαιρίων είναι σχετικά συνεχής, με ταχεία αύξηση τα έξι πρώτα χρόνια και

βραδύτερη εξέλιξη στη συνέχεια. Διαπίστωσαν επίσης ενδείξεις απότομων αναπτυξιακών αυξήσεων οι οποίες συνέβαιναν σε διαφορετικές ηλικίες στο αριστερό και στο δεξί ημισφαίριο. Τόσο το αριστερό όσο και το δεξί ημισφαίριο εμφάνιζαν βραδεία αναπτυξιακή πορεία από τη γέννηση μέχρι την ηλικία των τριών περίπου ετών. Το αριστερό ημισφαίριο παρουσίαζε μια αξιοσημείωτη αύξηση στην ηλεκτροδιακή σύζευξη μετωπιαίας-ινιακής και μετωπιαίας - κροταφικής περιοχής από την ηλικία των τεσσάρων ως την ηλικία των έξι ετών, ενώ το δεξί ημισφαίριο παρουσίαζε μια εντοπισμένη μόνο στο μετωπιαίο πόλο αύξηση, κατά τη διάρκεια αυτής της ηλικιακής περιόδου. Το δεξί ημισφαίριο εμφάνιζε έντονη αύξηση στην σύζευξη της μετωπιαίας-κροταφικής περιοχής μεταξύ των ηλικιών οκτώ και δέκα ετών. Τα δεδομένα των Thatcher και συν. υποστηρίζουν την ιδέα ότι η ωρίμανση του εγκεφάλου είναι ιεραρχική καταμήκος των λειτουργικών συστημάτων. Οι Thatcher και συν. (1987) κατέληξαν ότι «σχετικώς εξειδικευμένες ανατομικές συνδέσεις μέσα στο αριστερό και στο δεξί ημισφαίριο, αναπτύσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς και έχουν διαφορετικές χρονικές στιγμές έναρξης, με το αριστερό ημισφαίριο να οδηγεί το δεξί κατά την ανάπτυξη» (σ. 1113). Υποστηρίζουν επίσης ότι τα δεδομένα τους υποδηλώνουν μία οντογενετική υπόθεση φλοιϊκής ανάπτυξης στην οποία ειδικές συνδέσεις ωριμάζουν σε γενετικώς προγραμματισμένες ηλικίες.

Νεώτερες έρευνες με τη χρήση ποσοστικών ηλεκτροεγκεφαλογραφικών φασμάτων, διαπίστωσαν επίσης ότι η εγκεφαλική ωρίμανση προχωρά με ένα ασυνεχή τρόπο και ότι διακρίνεται σε περιόδους έντονης ανάπτυξης και περιόδους ισορροπίας. (Hudspeth και Pribram, 1992). Οι ερευνητές αυτοί προσπαθώντας να συσχετίσουν την ηλεκτροφυσιολογική ωρίμανση συγκεκριμένων εγκεφαλικών περιοχών με ειδικές ψυχολογικές (π.χ. αισθητική, γνωστική, κινητική) πορείες ωρίμανσης, διέκριναν πέντε στάδια κατά την εγκεφαλική ωρίμανση. Το πρώτο από αυτά, που καλύπτει την περίοδο από 1 ως 6 έτη, χαρακτηρίζεται από ταχεία ωρίμανση όλων των εγκεφαλικών περιοχών, ενώ στο δεύτερο που καλύπτει την περίοδο από 6 ως 10,5 έτη, οι ρυθμοί της ανάπτυξης είναι συγχρονισμένοι κατά μήκος των αισθητικών και κινητικών συστημάτων. Το πρώιμο μέρος αυτής της περιόδου αποτελεί μια συνέχεια της ωρίμανσης των αισθητικο-κινητικών λειτουργιών, ενώ το ύστερο μέρος που ξεκινά μετά τα 7,5 έτη, προαναγγέλει την ωρίμανση του εκτελεστικού ελέγχου. Τα

επόμενα στάδια (10,5 ως 13, 13 ως 17 και 17 ως 21 έτη) περιλαμβάνουν την ωρίμανση των οπτικοχωρικών, οπτικο-ακουστικών και των μετωπιαίων κινητικών συστημάτων. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι τα παραπάνω στάδια βρίσκονται, σύμφωνα με τους ερευνητές, σε στενή συσχέτιση με τα στάδια γνωστικής ωρίμανσης που περιγράφηκαν από τον Piaget (Piaget και Inhelder, 1967).

Οι Goldberg και Costa (1981) έχουν προτείνει ότι οι εγγενείς διαφορές στη νευρωνική οργάνωση πιθανώς να απεικονίζονται στην ιδιαίτερη συνεισφορά στη γνωστική λειτουργία, που προκαλείται από τα συστήματα του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου. Θεωρούν ότι η οργάνωση του δεξιού ημισφαιρίου, το προδιαθέτει ευνοϊκά στην επεξεργασία σύνθετων και πολύμορφων πληροφοριών και στην ενσωμάτωση πληροφοριών από μία ποικιλία πηγών, ότι η οργάνωση του αριστερού ημισφαιρίου από την άλλη πλευρά του δημιουργεί τις συνθήκες για να επεξεργάζεται περισσότερο μονομερείς πληροφορίες και να λειτουργεί μέσα σε ένα σταθερό κώδικα ή σε ένα καλώς καθορισμένο σύστημα κανόνων και ότι και τα δύο ημισφαίρια εμπλέκονται στην απόκτηση σύνθετων δεξιοτήτων και στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Μ' αυτό τον τρόπο κάθε ημισφαίριο έχει μια εξειδικευμένη αλλά διαφορετική συμβολή στη γνωστική λειτουργία. Οι Goldberg και Costa (1981) προτείνουν επίσης ότι πρωτότυπες εργασίες, οι οποίες δεν μπορούν να ταξινομηθούν αμέσως με όρους ενός καλώς καθορισμένου συστήματος κανόνων απασχολούν αρχικά το δεξί ημισφαίριο, αλλά το αριστερό ημισφαίριο δραστηριοποιείται και παίζει ένα καθοδηγητικό ρόλο μόλις αποκτηθεί ένα σχετικό σύστημα κανόνων ή ένα περιγραφικό σύστημα. Αυτή η ερμηνεία είναι σύμφωνη και με εκείνη που προτάθηκε από την Holmes (1982). Σύμφωνα με την άποψή της η συμπεριφορά των παιδιών μαρτυρά μία στήριξη στο δεξί μη-κυρίαρχο ημισφαίριο, ακολουθούμενη από μία εξάρτηση από το αριστερό ημισφαίριο και στη συνέχεια από μία ολοκληρωμένη λειτουργία των δύο ημισφαιρίων. Οι δύο απόψεις διαφέρουν όμως στο ότι το μοντέλο των Goldberg και Costa (1981) υποδηλώνει περισσότερο μεταβαλλόμενα πρότυπα των σχέσεων μεταξύ των δύο ημισφαιρίων ως συνάρτηση της πρωτοτυπίας της εργασίας, παρά ένα πιο γραμμικό πρότυπο.

Η επίδοση στο σύνθετο σχήμα των Rey-Osterrieth μπορεί να εξετασθεί μέσα στο παραπάνω πλαίσιο αφού το έργο της αντιγραφής ενός σχήματος αντιπροσωπεύει τη λύση ενός πρωτότυπου και σύνθετου προβλήματος. Όπως έχει ήδη παρουσιασθεί οι στρατηγικές που χρησιμοποιούν οι ενήλικες με εστιασμένες εγκεφαλικές βλάβες απεικονίζουν μία επιλεκτική εξάρτηση από τα άδικτα συστήματα του αριστερού ή του δεξιού ημισφαιρίου. Πιθανώς οι επιδόσεις των δεξιόχειρων και των αριστερόχειρων παιδιών σε συγκεκριμένες ηλικίες να εκφράζουν επίσης διαφοροποιημένη ημισφαιρική εμπλοκή, ως συνάρτηση παραγόντων ωρίμανσης οι οποίοι ενεργούν τόσο σε φλοιϊκό επίπεδο όσο και σε επίπεδο συμπεριφοράς.

II. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η μελέτη της προτίμησης χεριού είναι αρκετά ενδιαφέρουσα, αφού ατομικές διαφορές στην επιλογή εκτέλεσης μιας εργασίας με το δεξί ή το αριστερό χέρι, αποτελούν συμπεριφοριστική εκδήλωση ατομικών διαφορών στην εγκεφαλική ασυμμετρία, καθώς επίσης και γιατί ατομικές διαφορές στην προτίμηση χεριού φαίνεται να έχουν κάποια σχέση με την ημισφαιρική ασυμμετρία για άλλες λειτουργίες περισσότερο γνωστικής υφής. Έχει επίσης προταθεί (Harshman & Hampson, 1987 -- Hellige, 1993) ότι η προτίμηση χεριού και το φύλο των ατόμων, αλληλεπιδρούν με ποικίλους δυναμικούς και σύνθετους τρόπους και επηρεάζουν τόσο λειτουργικές όσο και βιολογικές όψεις της ημισφαιρικής ασυμμετρίας, έτσι ώστε οι επιδράσεις του φύλου των ατόμων να είναι διαφορετικές για τα αριστερόχειρα και τα δεξιόχειρα άτομα σε ορισμένες δοκιμασίες, ενώ σε άλλες όχι. Αν τέτοιες αλληλεπιδράσεις υπάρχουν μπορούν να διαπιστωθούν μόνο αν συμπεριλάβουμε και τις δύο αυτές μεταβλητές στην ίδια ομάδα πειραματισμών.

Με σκοπό να συμβάλλουμε στην καλύτερη κατανόηση των επιδράσεων του φύλου και της προτίμησης χεριού, καθώς και πιθανών αλληλεπιδράσεων τους στη γνωστική ανάπτυξη του παιδιού και ιδιαίτερα στην ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων, εξετάσαμε σ' αυτή τη μελέτη τις αναπτυξιακές μεταβολές που παρουσιάζουν δεξιόχειρα και αριστερόχειρα παιδιά σχολικής ηλικίας κατά την αναπαραγωγή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth. Ο χαρακτηρισμός των αναπτυξιακών τάσεων και ο προσδιορισμός του αν οι διαφορές μεταξύ των ομάδων προτίμησης χεριού και των φύλων είναι σταθερές κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, ή αν εξαρτώνται από την ηλικία ήταν μέσα στους στόχους μας. Συγκεκριμένα διερευνήσαμε την πορεία ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων κατά τη διάρκεια της σχολικής ηλικίας και προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε πιθανές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ηλικιακών ομάδων των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών και μεταξύ των φύλων και να τις αξιολογήσουμε με βάση τις αναφερόμενες στη βιβλιογραφία διαφορές νευρωνικής ωρίμανσης και επικοινωνίας των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Η γενική μας υπόθεση ήταν ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην οργάνωση του νευρικού συστήματος, που δημιουργούν διαφορές μεταξύ των ατόμων του σχολικού πληθυσμού κατά την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων.

Οι επιμέρους υποθέσεις που αναδύονται από την προηγούμενη και τις οποίες καλούμε να ελέγξουμε είναι ότι:

- α) Η ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων είναι προοδευτική κατά τη διάρκεια της φοίτησης των παιδιών στο δημοτικό σχολείο.
- β) Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των φύλων κατά την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων και
- γ) Δεξιόχειρα και αριστερόχειρα άτομα διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων, εξαιτίας της διαφορετικής νευρωνικής τους δομής.

III. ΜΕΘΟΔΟΣ

A. ΔΕΙΓΜΑ

Τα υποκείμενα του δείγματος μας επιλέχθηκαν από τους σχολικούς πληθυσμούς αστικών, ημιαστικών και αγροτικών περιοχών των νομών Αχαΐας και Κορινθίας, αν και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο των παιδιών δεν εξετάσθηκε ως μία επιπλέον μεταβλητή αφού πρόσφατη έρευνα με το ίδιο εργαλείο δεν βρήκε ότι ο παραπάνω παράγοντας επηρεάζει την επίδοση των παιδιών στο R.O.C.F. (Ardila και Rosselli, 1994). Όλα τα παιδιά φοιτούσαν σε κανονικές τάξεις και δεν παρουσίαζαν σύμφωνα με τους δασκάλους τους κάποιο ιστορικό σοβαρών ιατρικών ή ψυχιατρικών παθήσεων, αναπτυξιακών διαταραχών ή σημαντικής οπτικής ή ακουστικής εξασθένισης.

Το δείγμα μας απαρτίζεται από 840 παιδιά ηλικίας 5,5 ως 12,5 ετών. Τα υποκείμενα του δείγματος επιλέχθηκαν και ομαδοποιήθηκαν σύμφωνα με τρεις μεταβλητές: (α) την ηλικία, (β) το φύλο, και (γ) την προτίμηση χεριού, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2. Τα παιδιά υποδιαιρέθηκαν σε 7 ηλικιακές ομάδες των 120 ατόμων η καθεμία. Η πρώτη ηλικιακή ομάδα περιελάμβανε 120 παιδιά ηλικίας 5,5 έως 6,5 ετών, η δεύτερη ηλικιακή ομάδα 120 παιδιά ηλικίας 6,5 ως 7,5 ετών κ.ο.κ. Μέσα σε κάθε ηλικιακή ομάδα, ανάλογα με το φύλο και την προτίμηση χεριού των υποκειμένων του δείγματος, δημιουργήθηκαν τέσσερις ισοσταθμισμένες υποομάδες των 30 ατόμων έκαστη. Έτσι μέσα σε κάθε ηλικιακή ομάδα είχαμε 30 δεξιόχειρα αγόρια, 30 δεξιόχειρα κορίτσια, 30 αριστερόχειρα αγόρια και 30 αριστερόχειρα κορίτσια.

Πριν προχωρήσουμε στην κύρια πειραματική διαδικασία, τα παιδιά εξετάσθηκαν για την προτίμηση χεριού. Ως δεξιόχειρα επιλέχθηκαν τα παιδιά που θεωρούσαν τον εαυτό τους δεξιόχειρο, έγραφαν με το δεξί χέρι και ήταν σταθεροί δεξιόχειρες στο σύνολο των ερωτήσεων που τους υποβλήθηκαν σχετικά με την προτίμηση χεριού. Όλα τα αριστερόχειρα παιδιά θεωρούσαν τους εαυτούς τους αριστερόχειρες,

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά του δείγματος

Ηλικιακή Ομάδα		n	Δεξιόχειρα		Αριστερόχειρα	
No	Εύρος ηλικιών		Αγόρια	Κορίτσια	Αγόρια	Κορίτσια
1	5,5 - 6,5	120	30	30	30	30
2	6,5 - 7,5	120	30	30	30	30
3	7,5 - 8,5	120	30	30	30	30
4	8,5 - 9,5	120	30	30	30	30
5	9,5 - 10,5	120	30	30	30	30
6	10,5 - 11,5	120	30	30	30	30
7	11,5 - 12,5	120	30	30	30	30
n	-	840	210	210	210	210
%	-	100	25	25	25	25

έγραφαν και ζωγράφιζαν με το αριστερό χέρι και δήλωναν ότι εκτελούσαν τις περισσότερες από τις δοκιμασίες του ερωτηματολογίου με το αριστερό χέρι.

B. ΕΡΓΑΛΕΙΑ

- a. Το *Edinburgh Handedness Inventory* (Oldfield, 1971), στη συντομημένη του έκδοση, χρησιμοποιήθηκε για τον ποσοτικό προσδιορισμό της προτίμησης χεριού των υποκειμένων του δείγματος. Η επιλογή του στηρίχθηκε στο ότι αποτελεί το πιο δημοφιλές εργαλείο για την αξιολόγηση της προτίμησης χεριού, έχοντας 913 παραπομπές στο Social Sciences Citation Index από το 1981 ως το 1994, σε σχέση με τις 283 του ερωτηματολογίου της Annett που κατέχει τη δεύτερη θέση (Bishop, και συν., 1996).

Στα παιδιά ηλικίας άνω των 7,5 ετών που δήλωναν αυθορμήτως ή υποδείκνυε ο δάσκαλος της τάξης ότι χρησιμοποιούν το αριστερό χέρι, δόθηκε το ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικές με την προτίμηση χεριού στο γράψιμο, το ζωγράφισμα, το γαλίδισμα, το άναμμα ενός σπύρτου και το ξεσκέπασμα ενός κουτιού. Τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν επιλέχθηκαν γιατί αποδίδουν τα πιο έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα (Charman και Charman, 1987 -- Rackowski, Kalat και Nebes 1974), και γιατί ο αριθμός τους θεωρείται ικανός για ασφαλή διάκριση δεξιόχειρων κι αριστερόχειρων υποκειμένων (Coren, 1993).

Για τα παιδιά ηλικίας 5,5 έως 7,5 ετών η εκτίμηση της προτίμησης του χεριού έγινε με παρατήρηση, ώστε να αποφευχθούν τυχόν ερμηνευτικές δυσκολίες, που μπορεί να προέκυπταν κατά τη συμπλήρωση του γραπτού ερωτηματολογίου, εξαιτίας της χαμηλής αναγνωστικής τους ικανότητας. Τα παιδιά των ηλικιών αυτών ερωτήθηκαν για να υποδείξουν με ποιο χέρι θα εκτελούσαν τις προαναφερθείσες δραστηριότητες και καταγράψαμε τον αριθμό των δραστηριοτήτων που θα εκτελούσαν με το δεξί ή το αριστερό χέρι. Η παραπάνω διαδικασία έχει προταθεί από τους Bryden και Steenhuis (1991) ως η πιο κατάλληλη μέθοδος για την αξιολόγηση της προτίμησης χεριού σε νεαρά

άτομα. Επιπλέον οι Steenhuis και Bryden (1989) δηλώνουν ότι οι ερωτήσεις προτίμησης χεριού έχουν στενή σχέση με τις μετρήσεις εκτέλεσης με το δεξί ή το αριστερό χέρι, όσον αφορά όμοιες δραστηριότητες.

Τα δεξιόχειρα άτομα επιλέχθηκαν τυχαία από τις ίδιες τάξεις στις οποίες εντοπιζόταν κάποιο αριστερόχειρο άτομο ίδιου φύλου και εξετάσθηκαν για την προτίμηση χεριού με τα ίδια πέντε πριναφερθέντα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των αριστερόχειρων, πριν προχωρήσουμε στην κύρια πειραματική διαδικασία. Για τη συγκεκριμένη μελέτη επιλέξαμε ως δεξιόχειρα τα παιδιά που επιτελούσαν με το δεξί χέρι το σύνολο των δοκιμασιών για τις οποίες ερωτήθηκαν και ως αριστερόχειρα τα παιδιά που επιτελούσαν με το αριστερό χέρι τέσσερις τουλάχιστον από τις πέντε δοκιμασίες μεταξύ των οποίων βρίσκονταν οπωσδήποτε το γράψιμο και το ζωγράφισμα.

- β. Για την εξέταση της οπτικοκινητικής οργάνωσης των παιδιών χρησιμοποιήσαμε το *σύνθετο σχήμα των Rey - Osterrieth* (Σχ. 1), σύμφωνα με τις οδηγίες που προτείνονται από τους δημιουργούς του. (Rey, 1941, 1959 -- Osterrieth, 1944). Το βασικό ορθογώνιο σχήμα είχε μέγεθος 8,0 cm x 5,5 cm, και παρουσιάστηκε στα παιδιά πάνω σε ένα κομμάτι χαρτί μεγέθους 30 cm x 21 cm. Σε κάθε παιδί που εξετάσθηκε, προσφέρθηκε ένα όμοιο κομμάτι χαρτί για να αναπαραγάγει το σχήμα.

Γ. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Κάθε παιδί εξετάσθηκε ξεχωριστά, ενώ καθόταν στο θρανίο του και το σύνθετο σχήμα παρουσιάσθηκε κατά τον ακόλουθο τρόπο. Το ισοσκελές τρίγωνο το οποίο βρίσκεται στο δεξί μέρος του κεντρικού ορθογωνίου σχήματος ήταν πάντα δεξιά, ενώ ο μικρός ρόμβος ήταν τοποθετημένος πάντα προς τα κάτω. Αφού παρουσιάσθηκε το σχήμα ζητήθηκε από το παιδί να το αντιγράψει όσο καλύτερα μπορούσε. Όταν το παιδί ολοκλήρωνε την αντιγραφή του σχήματος τόσο το

πρωτότυπο όσο και το αντίγραφο των παιδιών απομακρύνονταν και αφού χορηγήθηκε στο παιδί μια νέα λευκή κόλλα χαρτί, του ζητήθηκε να ζωγραφίσει από μνήμης όσο καλύτερα μπορούσε και με κάθε λεπτομέρεια το σύνθετο σχήμα. Όταν το παιδί σταματούσε το ρωτούσαμε αν είχε τελειώσει και αν η απάντηση ήταν δετική μαζεύαμε την κόλλα.

Δ. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η αξιολόγηση των δεδομένων έγινε σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφηκε από τον Osterrieth (1944). Το σύνθετο σχήμα υποδιαιρέθηκε σε 18 στοιχεία (Σχ. 1), σε καθένα από τα οποία προσδόθηκε ίση αξία. Κατόπιν, σε κάθε σχήμα που αναπαράχθηκε από τα παιδιά υπολογίσθηκε ο αριθμός των στοιχείων και αξιολογήθηκε η θέση τους σε σχέση με το συνολικό σχήμα και η ακρίβεια της αναπαραγωγής.

Η μέθοδος βαθμολόγησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ακόλουθη. Για κάθε επιμέρους στοιχείο που είχε αναπαραχθεί σωστά, πλήρως και βρισκόταν στη σωστή θέση, δόθηκαν δύο βαθμοί. Αν το στοιχείο ήταν σωστό αλλά σε λάθος θέση, δίναμε ένα βαθμό. Ένα βαθμό δίναμε κι όταν το στοιχείο ήταν παραμορφωμένο ή μη πλήρες, αλλά αναγνωρίσιμο και στη σωστή θέση. Αν είχε τα προηγούμενα χαρακτηριστικά αλλά λάθος θέση, δίναμε μισό βαθμό. Τέλος αν το στοιχείο δεν ήταν αναγνωρίσιμο ή απουσίαζε δε δίναμε κανένα βαθμό. Η υψηλότερη δυνατή βαθμολογία για κάθε σχήμα, ήταν 36 βαθμοί.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της παραπάνω μεθόδου βαθμολόγησης, είναι ότι με έναν απλό, ασφαλή και συγκρίσιμο τρόπο μπορούμε να αξιολογήσουμε την πληρότητα και την ακρίβεια του κάθε σχήματος. Επιπλέον αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί ακόμα και στα πιο παράξενα και παραμορφωμένα σχήματα. Από πρακτικής απόψεως η βαθμολόγηση κάθε σχεδίου είναι μια εύκολη υπόθεση. Ξεκινούσαμε βαθμολογώντας την ακρίβεια της θέσης του πρώτου στοιχείου, ακολούθως του δεύτερου και ούτω καθεξής, μέχρι το 18^ο στοιχείο. Κατόπιν

αξιολογούσαμε τις διαστάσεις και τις σχέσεις των στοιχείων μεταξύ τους και με το όλο σχήμα.

Ένα τυχαίο δείγμα από 80 σχέδια βαθμολογήθηκε από δύο βαθμολογητές, για τους οποίους ο βαθμός συμφωνίας ήταν 96%. Καθώς το παραπάνω ποσοστό θεωρήθηκε ως επαρκής ένδειξη αξιοπιστίας και εγκυρότητας της μεθόδου βαθμολόγησης, η οποία άλλωστε έχει χαρακτηριστεί ως άκρως επαναλήψιμη και αξιόπιστη (Lieberman και συν., 1994), τα υπόλοιπα σχέδια βαθμολογήθηκαν από ένα μόνο κριτή.

Ο χρόνος που απαιτείτο από κάθε παιδί για την αναπαραγωγή του σχήματος, δεν ελήφθη υπόψη κατά την αξιολόγηση, αλλά κατά μέσο όρο η διάρκεια της αντιγραφής ήταν μεταξύ 3 και 5 λεπτών ενώ η μνημονική αναπαραγωγή διαρκούσε από 2 έως 3 λεπτά.

Ε. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήσαμε one-, two- και three way ανάλυση διασποράς, Duncan tests και t-tests.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των σχεδίων που προέκυψαν κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth (R.O.C.F.) από τα παιδιά, παρουσίασαν συστηματικές αλλαγές στην ακρίβεια της αντιγραφής με την αύξηση της ηλικίας. Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις για τις επτά ηλικιακές ομάδες των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών. Όπως φαίνεται στον πίνακα οι μέσες τιμές των βαθμών εκτέλεσης του R.O.C.F. είναι $M=26,7$ για τα δεξιόχειρα αγόρια, $M=28,1$ για τα δεξιόχειρα κορίτσια, $M=22,8$ για τα αριστερόχειρα αγόρια και $M=24,7$ για τα αριστερόχειρα κορίτσια.

Ένα $7 \times 2 \times 2$ μοντέλο ανάλυσης διασποράς (ANOVA) χρησιμοποιήθηκε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας, με μεταβλητές την ηλικία (7 ηλικιακές ομάδες), το φύλο (άρρενες ή θήλειες) και την προτίμηση χεριού (δεξιόχειρες ή αριστερόχειρες). Η ανάλυση έδειξε ότι η επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικώς σημαντική ($F_{1,818} = 48,58$, $p < 0,001$), γεγονός που υποδεικνύει ότι οι διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων είναι σημαντικές και ότι η επίδοση των παιδιών στο ROCF αυξάνεται με την ηλικία. Η επίδραση του φύλου ήταν επίσης σημαντική ($F_{1,818} = 12,61$, $p < 0,000$), αντικατοπτρίζοντας μια τάση για διαφοροποίηση των επιδόσεων μεταξύ θηλέων και αρρένων. Τέλος, η κύρια επίδραση της προτίμησης του χεριού ήταν επίσης σημαντική ($F_{1,818} = 64,65$, $p < 0,001$) αποκαλύπτοντας ότι οι δεξιόχειρες επιτυγχάνουν καλύτερες επιδόσεις από τους αριστερόχειρες κατά την αντιγραφή του R.O.C.F.. Επιπροσθέτως των κυρίων επιδράσεων η two-way αλληλεπίδραση της ηλικίας με το φύλο ήταν σημαντική ($F_{6,818} = 3,99$, $p < 0,001$) υποδεικνύοντας ότι οι επιδράσεις του φύλου στο βαθμό εκτέλεσης του R.O.C.F. διαφοροποιούνται στις διάφορες ηλικιακές ομάδες, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.

Οι οπτικοκινητικές δεξιότητες φαίνεται να αναπτύσσονται και να βελτιώνονται με την αύξηση της ηλικίας καθώς οι διαφορές στους βαθμούς οπτικοκινητικής επίδοσης ήταν στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων. Στα

Πίνακας 3. Μέση οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του ROCF ανά ηλικιακή ομάδα, φύλο και προτίμηση χεριού

Ηλικιακή ομάδα		Δεξιόχειρα αγόρια		Δεξιόχειρα κορίτσια		Αριστερόχειρα αγόρια		Αριστερόχειρα κορίτσια	
No	Εύρος ηλικιών	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	5,5 - 6,5	20,6	7,0	18,0	7,9	18,4	7,5	16,4	6,6
2	6,5 - 7,5	22,1	11,2	27,8	6,4	19,4	6,4	21,0	5,7
3	7,5 - 8,5	24,3	9,2	28,1	7,4	19,6	6,2	24,9	7,7
4	8,5 - 9,5	28,1	6,4	29,2	6,4	20,5	7,5	26,1	4,9
5	9,5 - 10,5	31,4	5,2	31,8	4,7	26,0	6,8	27,6	5,1
6	10,5 - 11,5	31,5	3,9	30,7	5,8	26,8	5,8	27,0	4,1
7	11,5 - 12,5	29,1	8,3	31,3	6,8	29,1	5,1	29,7	3,2
Όλες οι ηλικίες		26,7	8,6	28,1	7,8	22,8	7,6	24,7	6,4

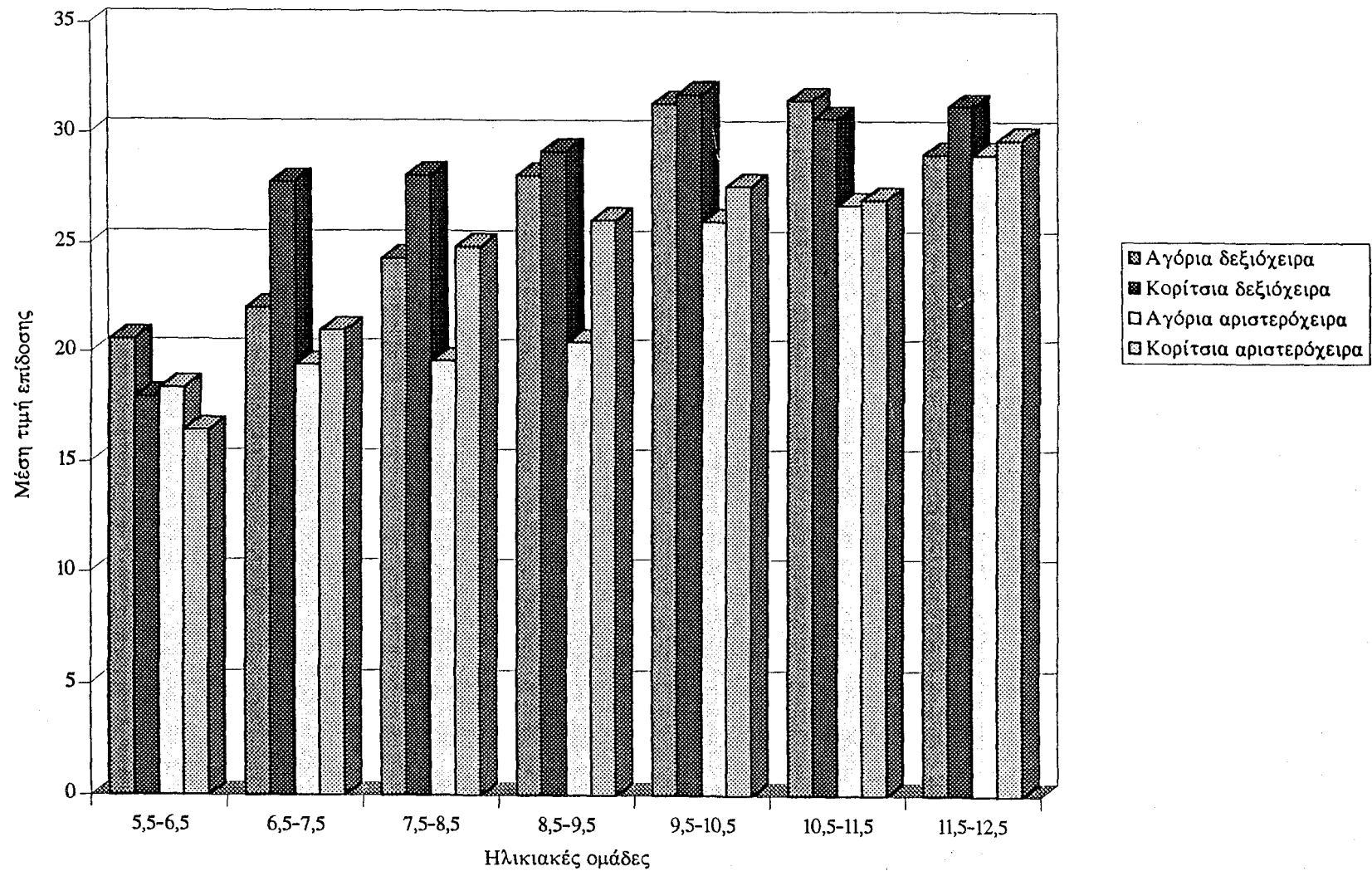
δεξιόχειρα αγόρια η ανάλυση διασποράς εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ($F_{6,203} = 9,99$, $p < 0,001$), ενώ post hoc συγκρίσεις με τη βοήθεια των Duncan tests έδειξαν ότι οι ηλικιακές ομάδες 1 και 2 (5,5 ως 7,5 ετών) διαφέρουν σημαντικά από τις ηλικιακές ομάδες 4,5,6 και 7, (8,5 ως 12,5 ετών) ενώ η ηλικιακή ομάδα 3 (7,5 ως 8,5 ετών) διαφέρει από τις ηλικιακές ομάδες 5,6 και 7 (9,5 ως 12,5 ετών).

Οι διαφορές στους μέσους όρους των βαθμών επίδοσης των δεξιόχειρων κοριτσιών ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές κατά την ανάλυση διασποράς ($F_{6,203} = 15,67$, $p < 0,001$). Τα Duncan tests έδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ηλικιακής ομάδας 1 των δεξιόχειρων κοριτσιών (5,5 ως 6,5 ετών) και όλων των υπόλοιπων ομάδων (6,5 ως 12 ετών) και των ηλικιακών ομάδων 2 και 3 (6,5 ως 8,5 ετών) και της ομάδας 5 (9,5 ως 10,5 ετών).

Τα αριστερόχειρα αγόρια παρουσίαζαν επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ($F_{6,203} = 13,16$, $p < 0,000$) και τα Duncan tests έδειξαν ότι οι ηλικιακές ομάδες 1,2,3 και 4 (5,5 ως 9,5 ετών) διαφέρουν σημαντικά από τις υπόλοιπες ομάδες (9,5 ως 12,5 ετών). Μεταξύ των αριστερόχειρων κοριτσιών οι διαφορές των βαθμών οπτικοκινητικής επίδοσης κατά μήκος των διάφορων ηλικιακών ομάδων ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές ($F_{6,203} = 20,35$, $p < 0,001$). Τα Duncan tests έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ηλικιακής ομάδας 1 και όλων των υπόλοιπων ομάδων, της ομάδας 2 με όλες τις υπόλοιπες, της ομάδας 3 με την ομάδα 7 και της ομάδας 4 με την ομάδα 7. Οι παραπάνω διαφορές παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 2.

Μία 7 x 2 (Ηλικία x Φύλο) ANOVA μεταξύ των δεξιόχειρων παιδιών αποκάλυψε στατιστικώς σημαντικές κύριες επιδράσεις της ηλικίας ($F_{6,406} = 22,47$, $p < 0,001$) και του φύλου ($F_{1,406} = 3,95$, $p < 0,047$) καθώς και μια σημαντική αλληλεπίδραση φύλου και ηλικίας ($F_{6,406} = 2,32$, $p < 0,032$). Η ίδια ανάλυση εφαρμόσθηκε και στα αριστερόχειρα παιδιά, όπου η 7 x 2 (Ηλικία x Φύλο) ANOVA φανέρωσε επίσης σημαντικές επιδράσεις της ηλικίας ($F_{6,406} = 29,24$, $p < 0,001$) και του φύλου

Σχήμα 2: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα αγόρια, δεξιόχειρα κορίτσια, αριστερόχειρα αγόρια και αριστερόχειρα κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα

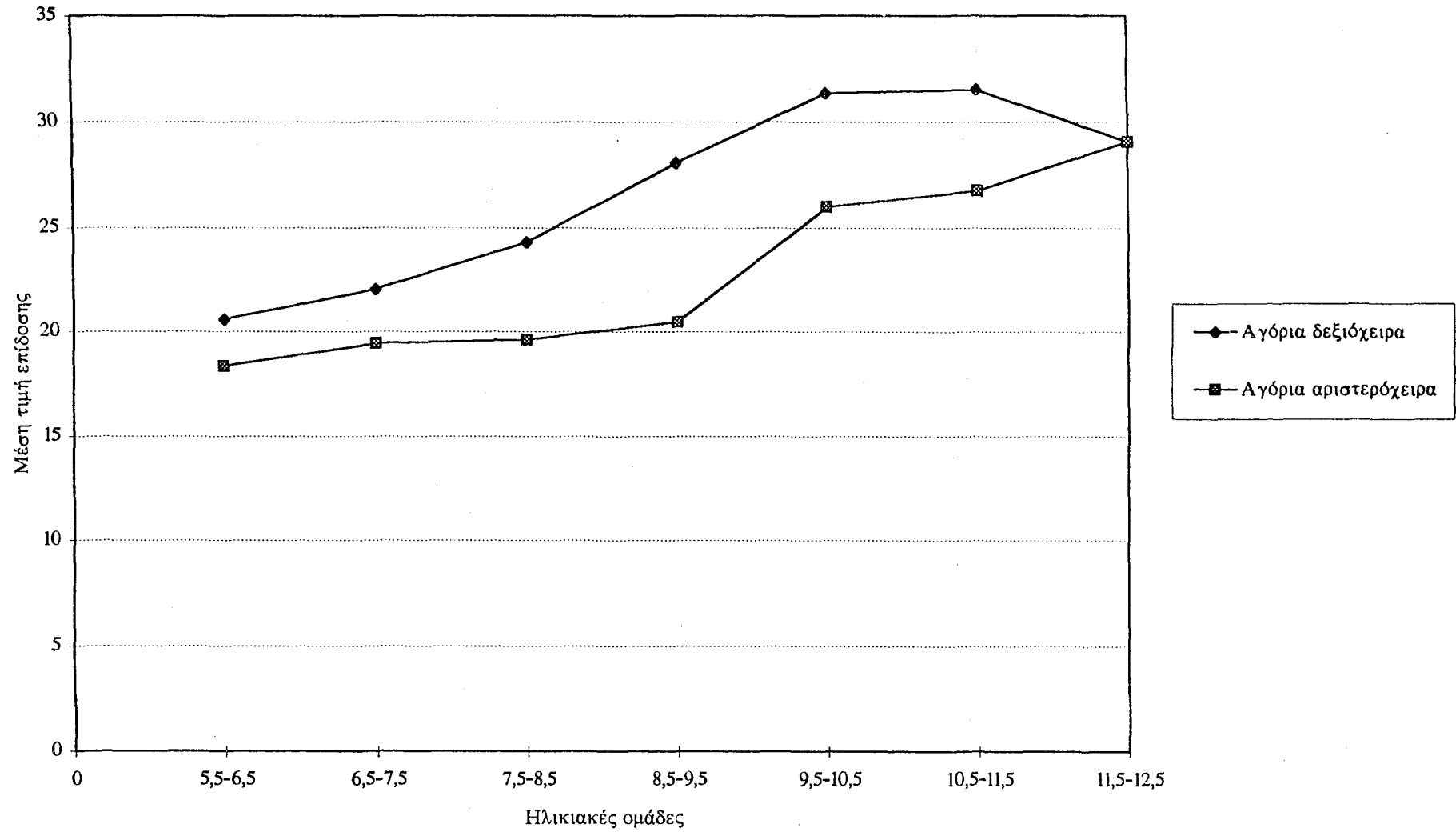


($F_{1,406} = 9,93$, $p < 0,002$) καθώς και στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση φύλου και ηλικίας ($F_{6,406} = 3,00$, $p < 0,006$).

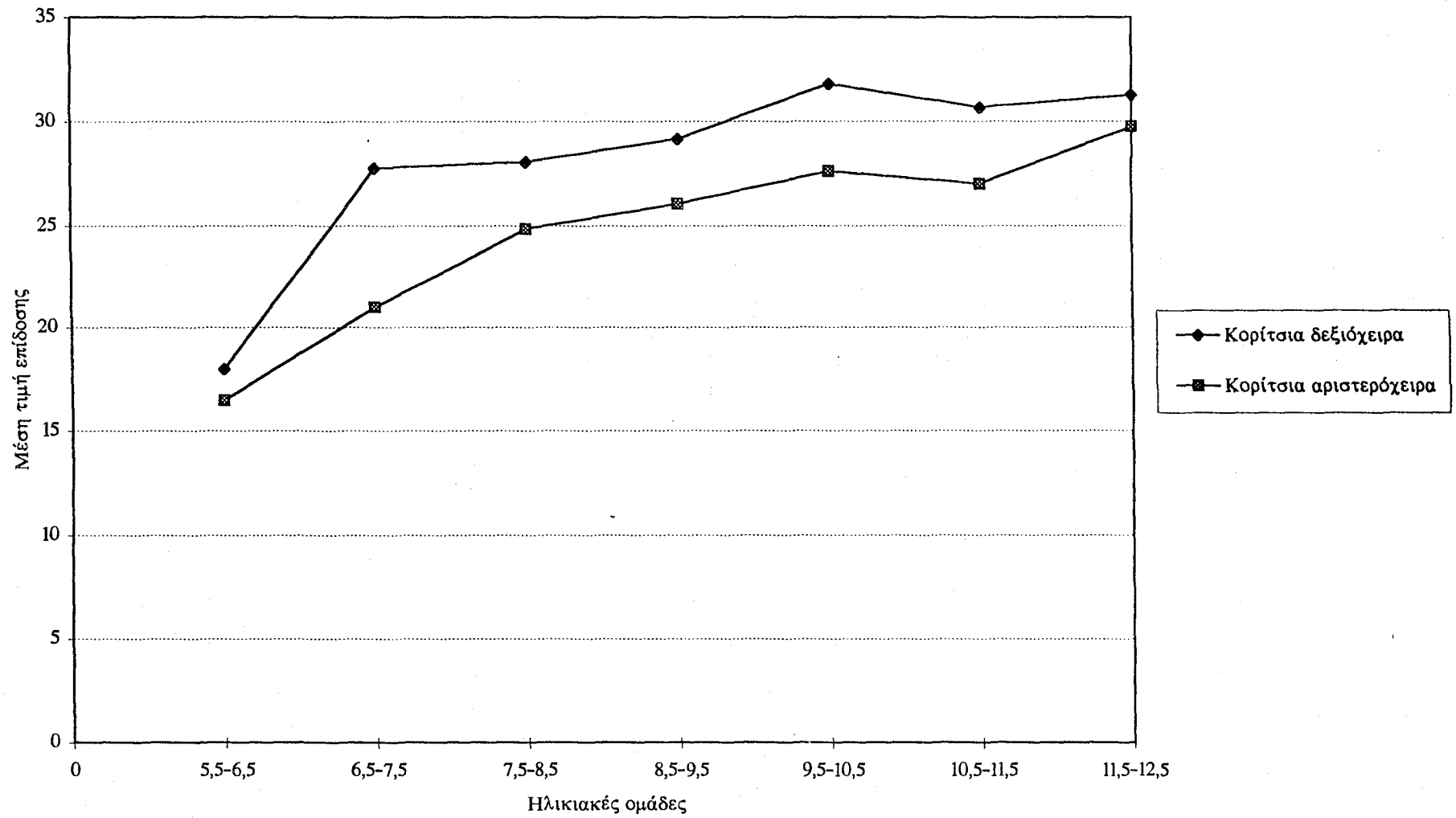
Με σκοπό την ερμηνεία των two-way αλληλεπιδράσεων και στην προσπάθεια εντοπισμού των διαφορών μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών, αλλά και μεταξύ των φύλων μέσα στις διάφορες ηλικίες, πραγματοποιήσαμε ανεξάρτητες αναλύσεις απλών επιδράσεων για τους βαθμούς οπτικοκινητικής επίδοσης μέσα σε καθεμία από τις επτά ηλικιακές ομάδες. Συγκεκριμένα εφαρμόσαμε: (α) ανάλυση διασποράς, με την προτίμηση χεριού και το φύλο ως ανεξάρτητες μεταβλητές, (β) Duncan tests για post hoc συγκρίσεις, και (γ) t-tests για επιπλέον συγκρίσεις των μέσων όρων.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω στατιστικών αναλύσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Όπως φαίνεται στον Πίνακα στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλων εμφανίζονται στην ηλικιακή ομάδα 2 (6,5 ως 7,5 ετών) στα δεξιόχειρα παιδιά και στις ηλικιακές ομάδες 3 και 4 (7,5 ως 9,5 ετών) στα αριστερόχειρα παιδιά. Από την άλλη πλευρά στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην προτίμηση χεριού εμφανίζονται αρχικά μεταξύ των κοριτσιών στην ηλικιακή ομάδα 2 (6,5 ως 7,5 ετών) και μεταξύ των αγοριών στην ηλικιακή ομάδα 3 (7,5 ως 8,5 ετών) και οι διαφορές αυτές γίνονται πιο σταθερές και εμφανείς στις ηλικιακές ομάδες 4, 5 και 6 (8,5 ως 11,5 ετών), όπου εμφανίζονται και στα δύο φύλα. Όλες οι παραπάνω διαφορές παρουσιάζονται γραφικά σε συγκριτικές απεικονίσεις μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών στα Σχήματα 3 και 4 και μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στα Σχήματα 5 και 6.

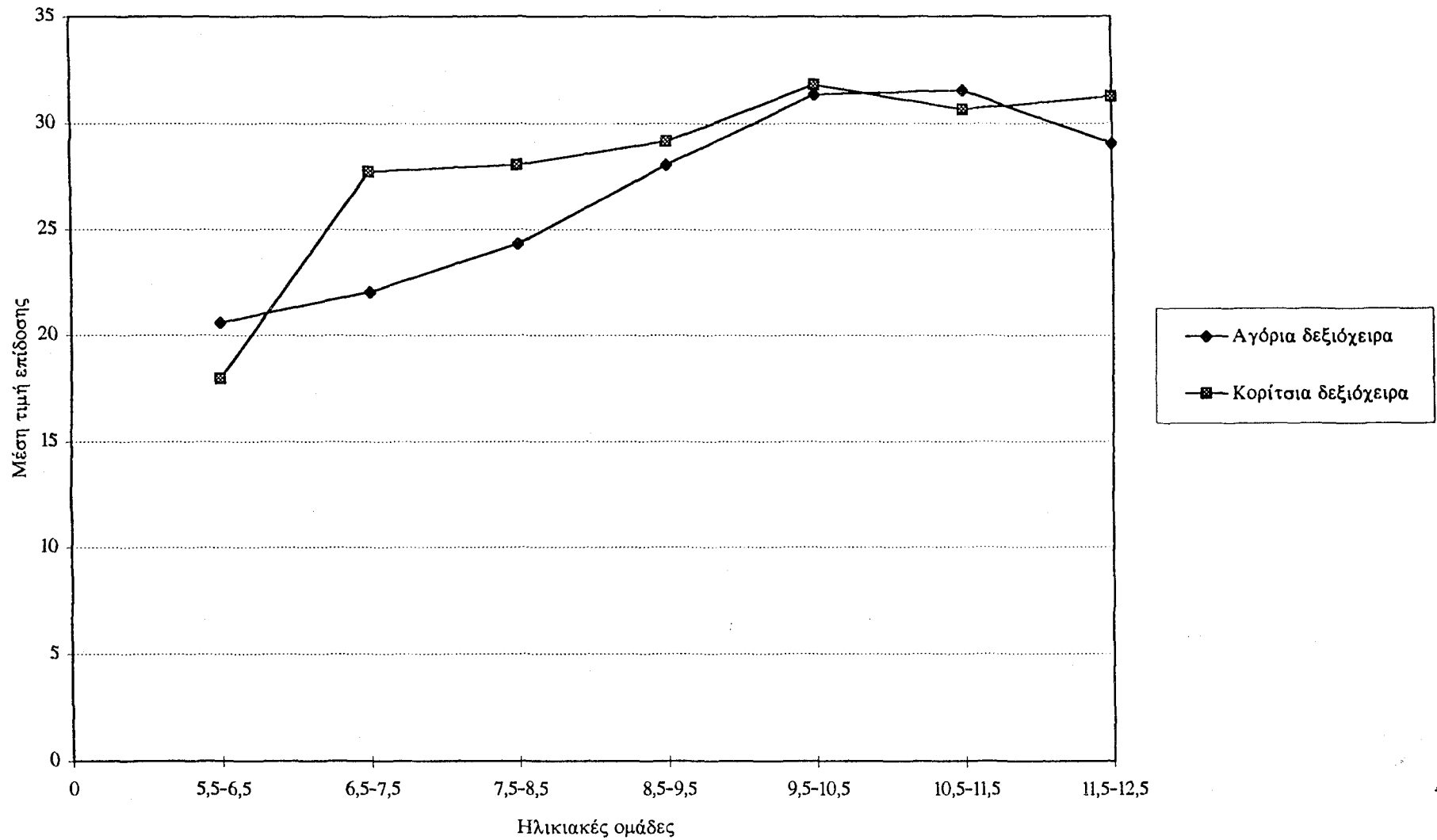
Σχήμα 3: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα αγόρια και αριστερόχειρα αγόρια ανά ηλικιακή ομάδα



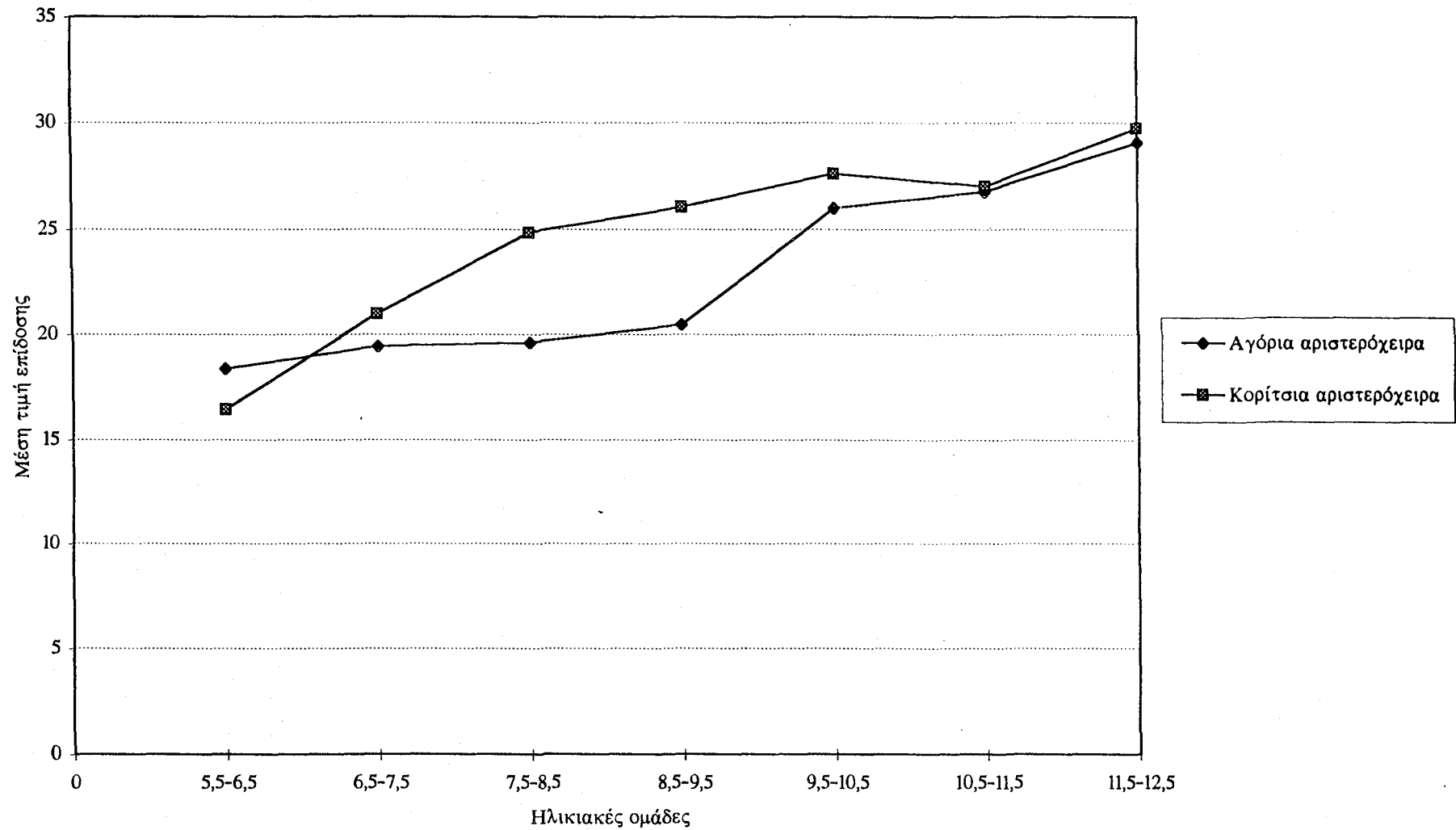
Σχήμα 4: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα και αριστερόχειρα κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



Σχήμα 5: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα αγόρια και κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



Σχήμα 6: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα αριστερόχειρα αγόρια και κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



Πίνακας 4. Στατιστική ανάλυση των βαθμών οπτικοκινητικής επίδοσης κατά την αντιγραφή του ROCF ανά ηλικιακή ομάδα, με εξαρτημένες μεταβλητές το φύλο και την προτίμηση χεριού

ΕΙΔΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

	Ανάλυση διασποράς	Duncan test	t - test
AGE 1	F (3,116) = 1,70, p · 0,0170	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια	Καμμία διαφορά μεταξύ προτίμησης χεριών ή φύλων
AGE 2	F (3,116) = 6,59, p · 0,000	Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Δεξιόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 4,31, p · 0,000 Διαφορές φύλου μεταξύ δεξιόχειρων: t (58) = -2,42, p · 0,018
AGE 3	F (3,116) = 6,22, p · 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Αριστερόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 2,34, p · 0,023 Διαφορές φύλου μεταξύ αριστερόχειρων: t (58) = -2,93, p · 0,05
AGE 4	F (3,116) = 11,05, p · 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Αριστερόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 4,21, p · 0,000 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 2,12, p · 0,039 Διαφορές φύλου μεταξύ αριστερόχειρων: t (58) = 3,41 p · 0,001
AGE 5	F (3,116) = 8,00, p · 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 3,42, p · 0,001 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 3,34, p · 0,001
AGE 6	F (3,116) = 7,27, p · 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 3,72, p · 0,000 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 2,82, p · 0,007
AGE 7	F (3,116) = 0,85, p · 0,4685	Καμμία διαφορά μεταξύ των υποομάδων	Καμμία διαφορά μεταξύ προτίμησης χεριών ή φύλων

B. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΜΝΗΜΟΝΙΚΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Ο Πίνακας 5 παρουσιάζει τις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις των βαθμών του R.O.C.F. για τις επτά ηλικιακές ομάδες των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών. Όπως φαίνεται στον πίνακα οι μέσες τιμές των βαθμών που υποδεικνύουν την οπτικοκινητική οργάνωση κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του R.O.C.F. είναι $M=21,5$ για τα δεξιόχειρα αγόρια, $M=22,8$ για τα δεξιόχειρα κορίτσια, $M=15,3$ για τα αριστερόχειρα αγόρια και $M=15,2$ για τα αριστερόχειρα κορίτσια.

Ένα μοντέλο ανάλυσης όμοιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε για τα αποτελέσματα της αντιγραφής, εφαρμόσθηκε και για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της μνημονικής αναπαραγωγής. Η three-way ανάλυση διασποράς με το φύλο, την ηλικία και την προτίμηση χεριού ως ανεξάρτητες μεταβλητές, έδειξε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική επίδραση της ηλικίας $F_{(6,818)} = 87,13, p < 0,001$] και της προτίμησης του χεριού $F_{(1,818)} = 265,90, p < 0,001$ πάνω στους βαθμούς οπτικοκινητικής οργάνωσης, που σημαίνει ότι η επίδοση των παιδιών αυξάνεται με την ηλικία και ότι τα δεξιόχειρα άτομα υπερτερούν των αριστερόχειρων ανεξάρτητα από την ηλικία και το φύλο, ενώ τέλος η επίδραση του φύλου δεν είναι στατιστικώς σημαντική $F_{(1,818)} = 2,19, p < 0,139$.

Στα δεξιόχειρα αγόρια, η ανάλυση διασποράς έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές $F_{(6,203)} = 26,18, p < 0,001$ μεταξύ των ηλικιακών ομάδων, ενώ post hoc συγκρίσεις με τη βοήθεια των Duncan tests έδειξαν ότι οι ηλικιακές ομάδες 1 και 2 (5,5 - 7,5 ετών) διαφέρουν σημαντικά από όλες τις υπόλοιπες ομάδες (7,5 - 12,5 ετών) ενώ οι ηλικιακές ομάδες 3 και 4 (7,5 - 9,5 ετών) διαφέρουν επίσης σημαντικά απ' όλες τις μεγαλύτερες (9,5 - 12,5 ετών). Οι διαφορές στους μέσους όρους της επίδοσης των δεξιόχειρων κοριτσιών κατα μήκος των διάφορων ηλικιακών ομάδων ήταν επίσης στατιστικώς σημαντικές κατά την ανάλυση διασποράς $F_{(6,203)} = 34,86, p < 0,001$. Τα Duncan tests έδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας 1 των δεξιόχειρων κοριτσιών και όλων των υπόλοιπων ηλικιακών ομάδων, της ομάδας 2 με όλες τις μεγαλύτερες, της ομάδας 3

Πίνακας 5. Μέση οπτικοκινητική επίδοση κατά την μνημονική αναπαραγωγή του ROCF ανά ηλικιακή ομάδα, φύλο και προτίμηση χεριού

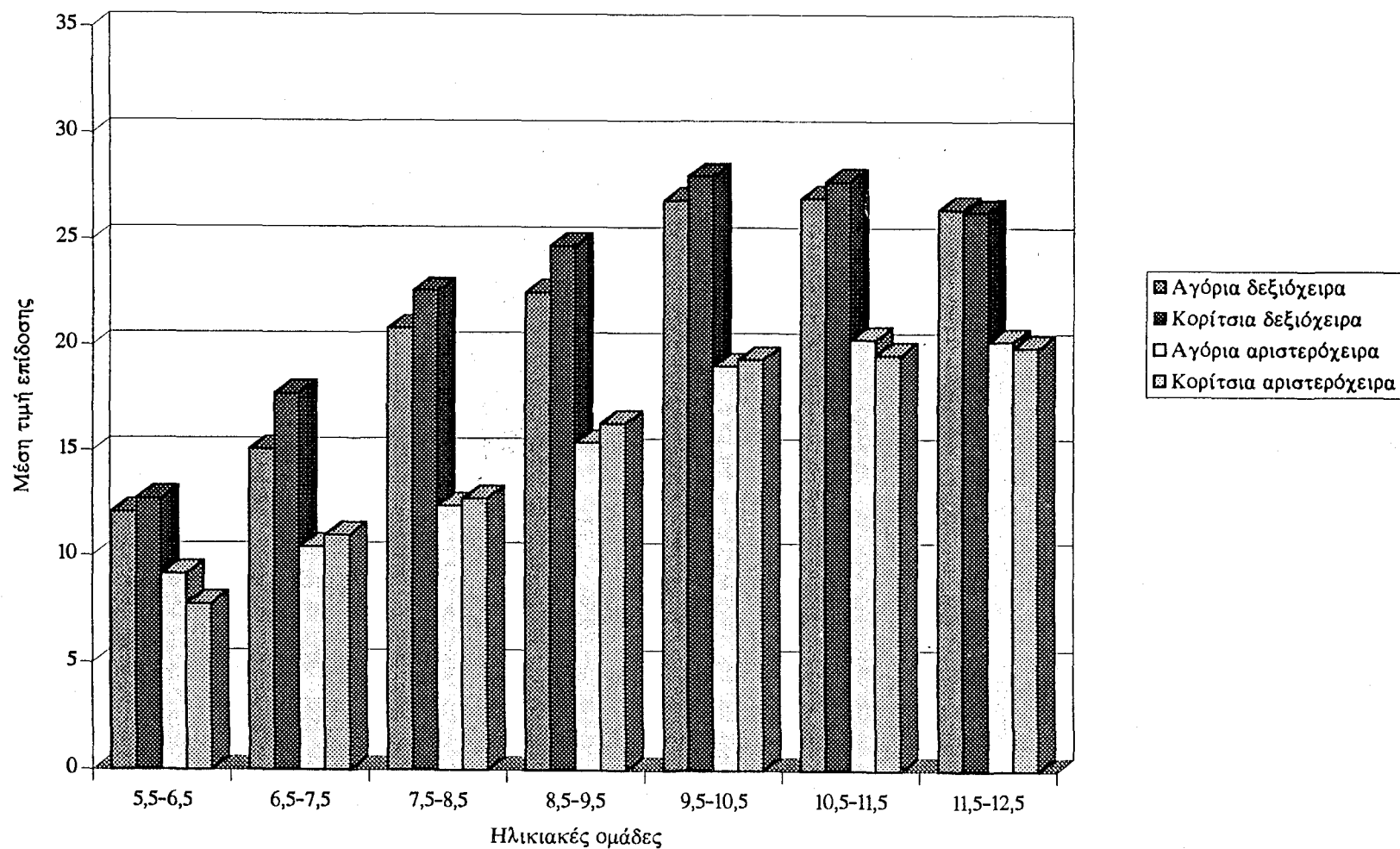
Ηλικιακή ομάδα		Δεξιόχειρα αγόρια		Δεξιόχειρα κορίτσια		Αριστερόχειρα αγόρια		Αριστερόχειρα κορίτσια	
No	Εύρος ηλικιών	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	5,5 - 6,5	12,1	6,1	12,7	7,3	9,2	5,3	7,7	5,9
2	6,5 - 7,5	15,1	6,2	17,7	3,5	10,4	6,1	11,0	5,5
3	7,5 - 8,5	20,8	6,8	22,6	4,9	12,4	5,2	12,7	4,7
4	8,5 - 9,5	22,5	7,4	24,7	6,2	15,4	6,4	16,3	7,0
5	9,5 - 10,5	26,9	4,2	28,0	3,5	19,1	6,0	19,4	7,2
6	10,5 - 11,5	27,0	6,8	27,8	4,8	20,3	8,2	19,6	7,6
7	11,5 - 12,5	26,5	6,8	26,3	5,7	20,2	7,4	19,9	6,9
Όλες οι ηλικίες		21,5	8,4	22,8	7,4	15,3	7,7	15,2	7,8

με τις 5, 6 και 7 και της ομάδας 4 με τις ηλικιακές ομάδες 5 και 6. Τα αριστερόχειρα αγόρια παρουσίαζαν επίσης στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων $F_{(6,203)} = 16,03$, $p < 0,001$ και τα Duncan tests έδειξαν ότι οι ομάδες 1 και 2 διαφέρουν από τις 4, 5, 6 και 7, ενώ οι 3 και 4 από τις 5, 6 και 7. Τα ίδια περίπου συμβαίνουν και με τα αριστερόχειρα κορίτσια. Οι διαφορές στην οπτικοκινητική οργάνωση της μνήμης είναι στατιστικώς σημαντικές κατα μήκος των ηλικιακών ομάδων $F_{(6,203)} = 16,69$, $p < 0,001$ και τα Duncan tests έδειξαν ότι η ομάδα 1 διαφέρει από τις 3, 4, 5, 6, 7, οι ομάδες 2 και 3 από τις 4, 5, 6, 7 και η ομάδα 4 από την 7. Οι παραπάνω διαφορές παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 7.

Η two - way (Ηλικία x Προτίμηση χεριού) ανάλυση διασποράς έδειξε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση της ηλικίας και της προτίμησης χεριού $F_{(6,818)} = 2,40$, $p < 0,026$, που σημαίνει ότι δεξιόχειρα και αριστερόχειρα παιδιά διαφέρουν στο βαθμό οπτικοκινητικής οργάνωσης μέσα στις διάφορες ηλικιακές ομάδες. Από την άλλη πλευρά η ανάλυση διασποράς με το φύλο και την ηλικία ως ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσίασε πέρα από τη στατιστικώς σημαντική επίδραση της ηλικίας $F_{(6,406)} = 59,00$, $p < 0,001$ και στατιστικώς σημαντική επίδραση του φύλου στα δεξιόχειρα παιδιά $F_{(1,406)} = 5,14$, $p < 0,024$. Κάτι τέτοιο όμως δε συμβαίνει μεταξύ των αριστερόχειρων παιδιών όπου η ηλικία παρεμένει ο στατιστικώς σημαντικός παράγοντας των εμφανιζόμενων διαφορών $F_{(6,406)} = 32,48$, $p < 0,001$ ενώ το φύλο δε φαίνεται να διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο $F_{(1,406)} = 0,005$, $p < 0,946$.

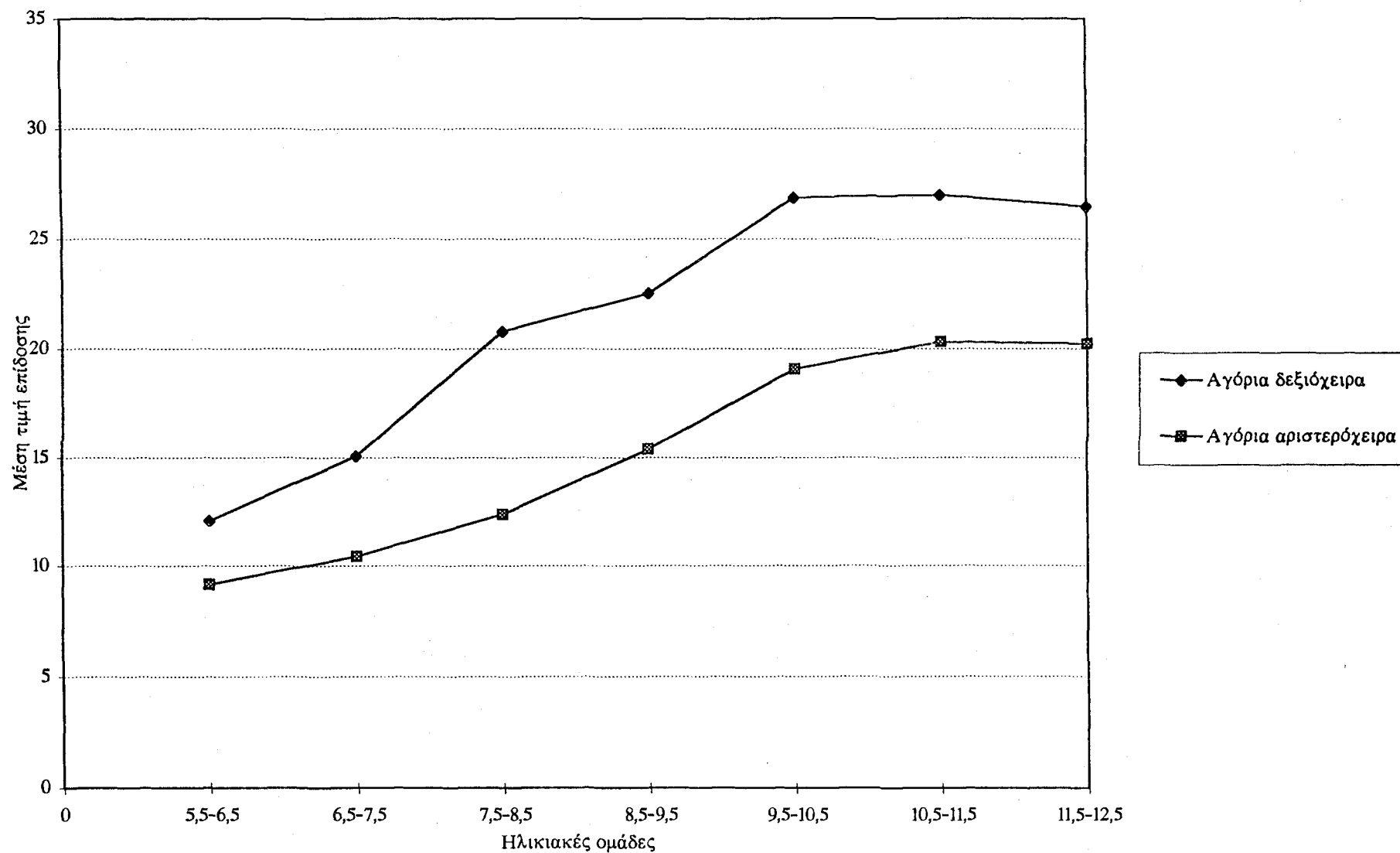
Για τον ακριβή εντοπισμό των διαφορών μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών μέσα στις διάφορες ηλικίες, αλλά και τυχόν διαφορές μεταξύ των φύλων, εφαρμόσαμε πάλι μέσε σε κάθε ηλικιακή ομάδα: (α) ανάλυση διασποράς με την προτίμηση χεριού και το φύλο ως ανεξάρτητες μεταβλητές, (β) Duncan tests για post hoc συγκρίσεις και (γ) t-tests για σύγκριση των μέσων όρων.

Σχήμα 7: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αναπαραγωγή από μνήμης του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα αγόρια, δεξιόχειρα κορίτσια, αριστερόχειρα αγόρια και αριστερόχειρα κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα

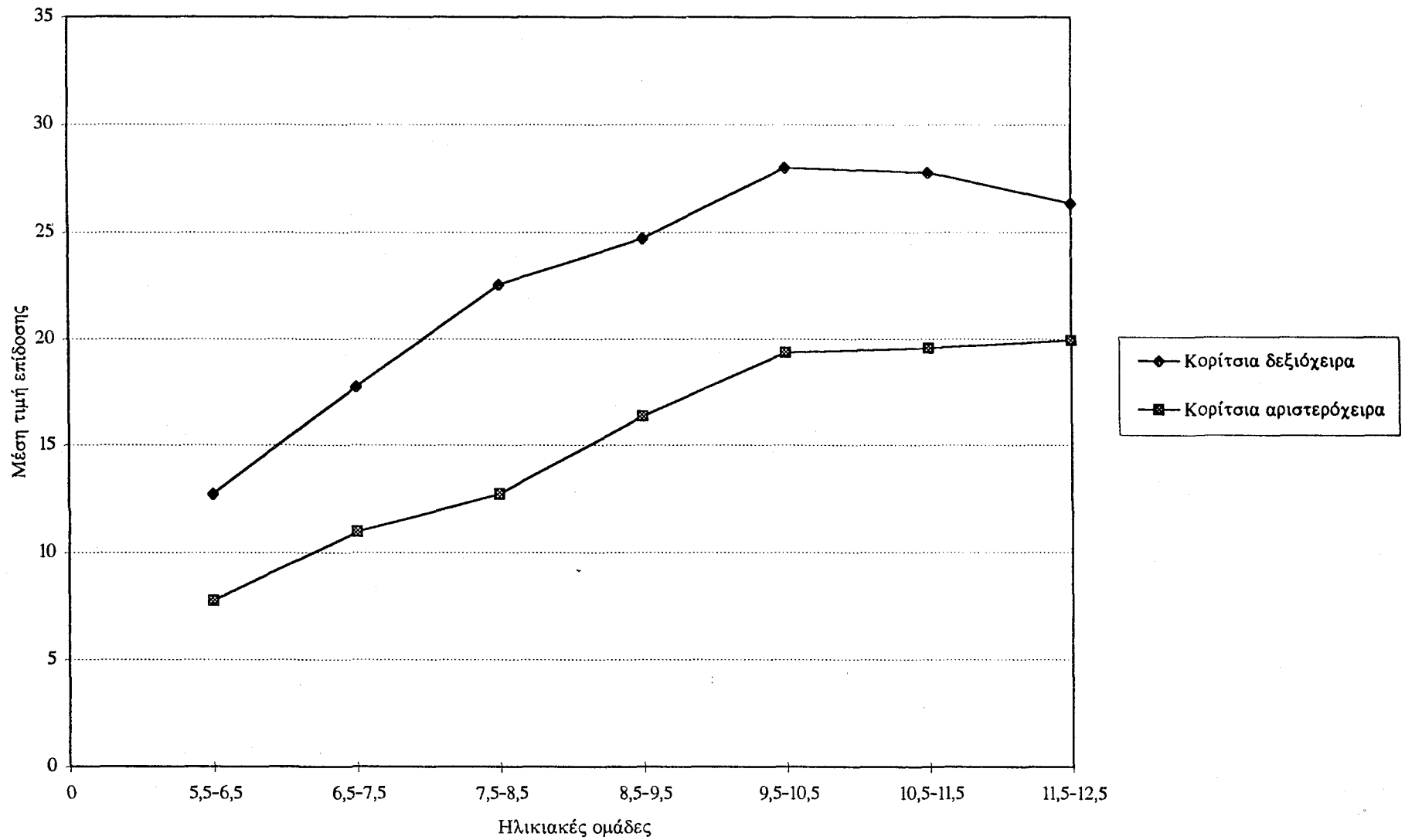


Τα αποτελέσματα αυτών των στατιστικών αναλύσεων φαίνονται στον Πίνακα 6. Όπως γίνεται φανερό από τον Πίνακα η προτίμηση χεριού είναι ισχυρότατος διαφοροποιητικός παράγοντας για το βαθμό της οπτικοκινητικής οργάνωσης, κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του R.O.C.F., αφού στατιστικώς σημαντικές διαφορές εμφανίζονται μεταξύ αριστερόχειρων και δεξιόχειρων παιδιών σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, με εξαίρεση την ηλικιακή ομάδα 1 (5,5 - 6,5 ετών) όπου οι διαφορές εντοπίζονται μόνο μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων κοριτσιών. Είναι επίσης σημαντικό ότι η ηλικιακή ομάδα 2 (6,5-7.5 ετών) είναι η μόνη στην οποία εμφανίζονται και διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, δηλαδή διαφοροποιούνται σημαντικά οι επιδόσεις μεταξύ των δεξιόχειρων αγοριών και των δεξιόχειρων κοριτσιών όπως δείχνει ο Πίνακας 6. Όλες οι παραπάνω διαφορές παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 7 και συγκριτικά οι διαφορές δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων στα Σχήματα 8 και 9 και οι διαφορές μεταξύ των φύλων στα Σχήματα 10 και 11.

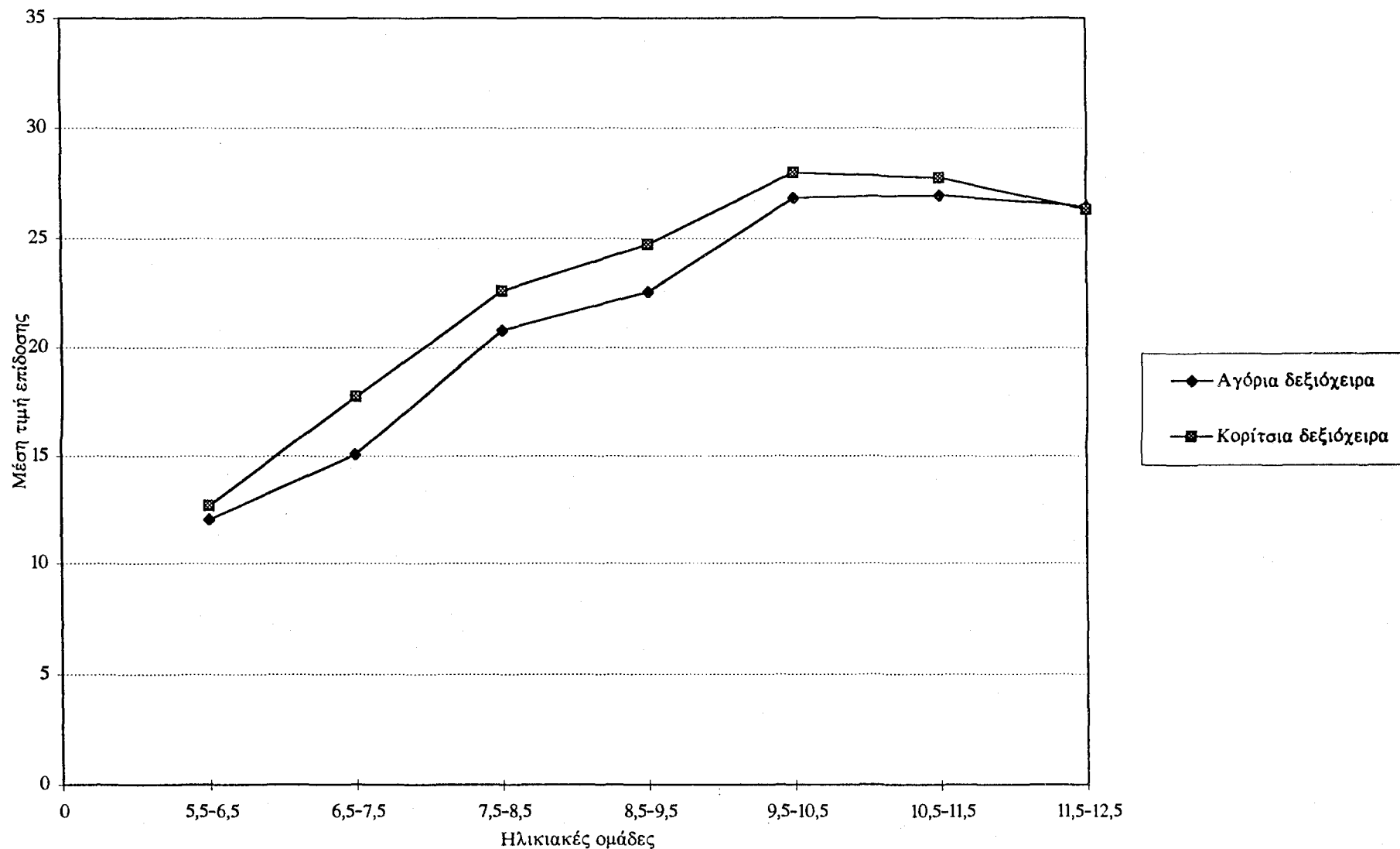
Σχήμα 8: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αναπαραγωγή από μνήμης του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα και αριστερόχειρα αγόρια ανά ηλικιακή ομάδα



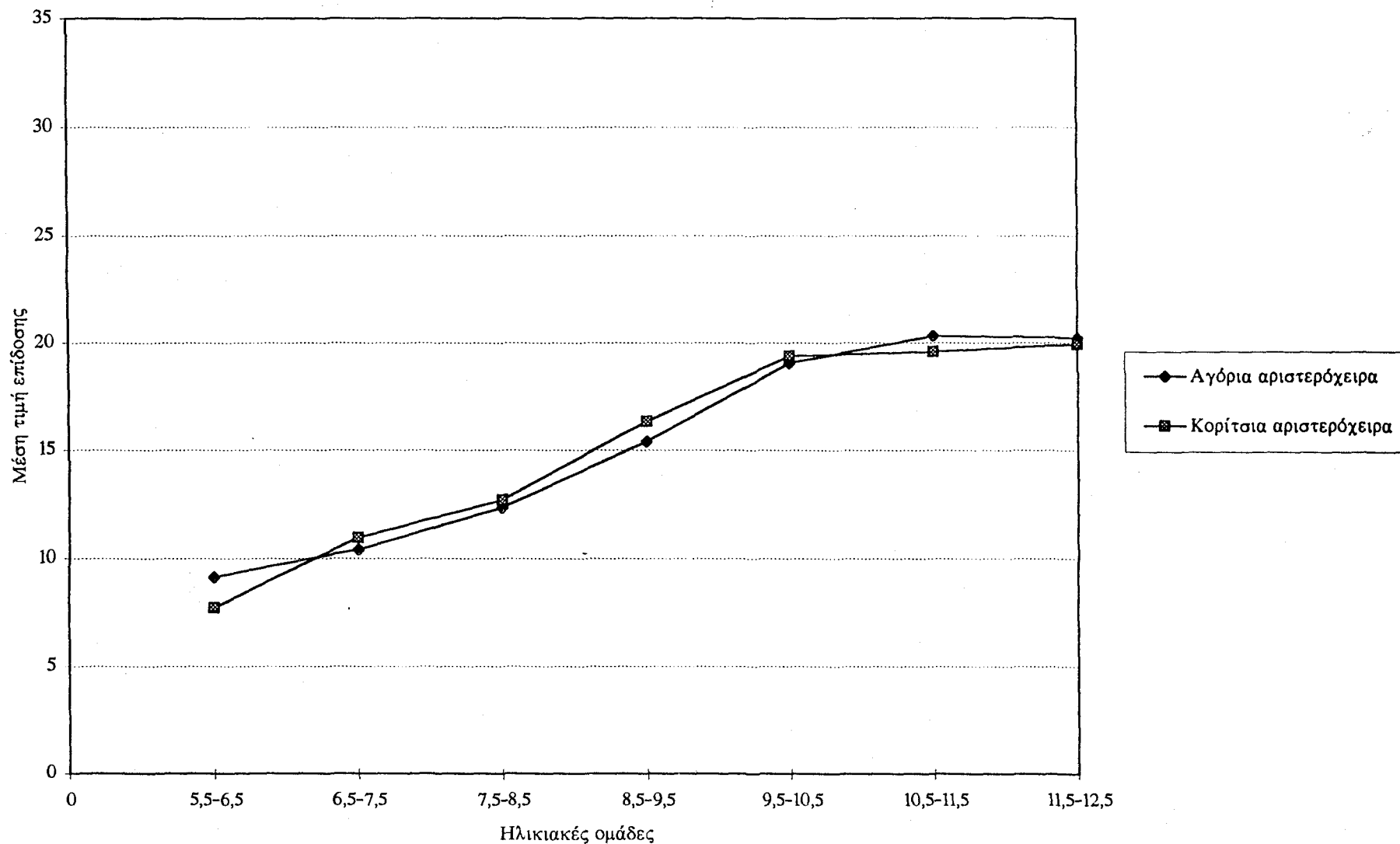
και αριστερόχειρα κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



Σχήμα 10: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αναπαραγωγή από μνήμης του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα δεξιόχειρα αγόρια και κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



Σχήμα 11: Οπτικοκινητική επίδοση κατά την αναπαραγωγή από μνήμης του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth στα αριστερόχειρα αγόρια και κορίτσια ανά ηλικιακή ομάδα



ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Στατιστική ανάλυση των βαθμών οπτικοκινητικής επίδοσης κατά την μνημονική αναπαραγωγή του ROCF ανά ηλικιακή ομάδα, με εξαρτημένες μεταβλητές το φύλο και την προτίμηση χεριού

ΕΙΔΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

	Ανάλυση διασποράς	Duncan test	t - test
AGE 1	F (3,116) = 4,40 p < 0,0057	Δεξιόχειρα Αγόρια δεν διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μόνο μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 2,91, p < 0,005
AGE 2	F (3,116) = 12,12 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 2,92, p < 0,005 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 5,65, p < 0,000 Διαφορές φύλου μεταξύ δεξιόχειρων: t (58) = -2,03, p < 0,047
AGE 3	F (3,116) = 28,45 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 5,37, p < 0,000 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 7,96, p < 0,000
AGE 4	F (3,116) = 13,72 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 3,98, p < 0,000 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 4,92, p < 0,000
AGE 5	F (3,116) = 23,32 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 5,87, p < 0,000 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 5,91, p < 0,000
AGE 6	F (3,116) = 11,42 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 3,41, p < 0,001 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 4,98, p < 0,000
AGE 7	F (3,116) = 8,81 p < 0,000	Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Αγόρια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Κορίτσια Δεξιόχειρα Κορίτσια διαφέρουν από Αριστερόχειρα Αγόρια	Διαφορές χεριού μεταξύ αγοριών: t (58) = 3,39, p < 0,001 Διαφορές χεριού μεταξύ κοριτσιών: t (58) = 3,91, p < 0,000

Γ. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΤΙΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΜΝΗΜΟΝΙΚΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η συγκριτική παρατήρηση των Πινάκων 3 και 5 φανερώνει ότι οι μέσες τιμές της οπτικοκινητικής επίδοσης κατά την αντιγραφή του R.O.C.F. είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του R.O.C.F.. Στην ηλικία των 11,5-12,5 ετών οι μέσες τιμές οπτικοκινητικής επίδοσης κατά την αντιγραφή του R.O.C.F. από τα δεξιόχειρα άτομα ήταν 1,6 φορές υψηλότερες από τις μέσες τιμές στην ηλικία 5,5 ως 6,5 ετών. Για την μνημονική αναπαραγωγή και για τα ίδια άτομα οι μέσες τιμές στην ηλικία των 11,5 ως 12,5 ετών ήταν 2,1 φορές υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές στην ηλικία 5,5 ως 6,5 ετών. Στα αριστερόχειρα άτομα οι μέσες τιμές οπτικοκινητικής επίδοσης κατά την αντιγραφή του R.O.C.F. από τα παιδιά ηλικίας 11,5 ως 12,5 ετών ήταν 1,7 φορές υψηλότερες από τις μέσες τιμές στην ηλικία 5,5 ως 6,5 ετών, ενώ κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του σχήματος οι μέσες τιμές αυξάνονταν κατά 2,4 φορές από την ηλικία των 5,5 - 6,5 ετών ως την ηλικία των 11,5 - 12,5 ετών. Με άλλα λόγια η βελτίωση της ικανότητας μνημονικής αναπαραγωγής του σχήματος ήταν πιο εμφανής από την αντίστοιχη ανάπτυξη της ικανότητας αντιγραφής του σχήματος, τόσο στα αριστερόχειρα όσο και στα δεξιόχειρα παιδιά.

Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει το «ποσοστό ανάκλησης», δηλαδή την εκατοστιαία αναλογία των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς αντιγραφής του R.O.C.F. (που παρουσιάστηκαν στους Πίνακες 3 και 5) ανά ηλικιακή ομάδα, φύλο και προτίμηση χεριού, όπως υπολογίσθηκαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε από τους Ardila και Rosselli (1994). Ο Πίνακας 7 φανερώνει τη σταθερή αύξηση της αναλογίας καταμήκος των διάφορων ηλικιακών ομάδων, υποδεικνύοντας μια πιο έκδηλη αύξηση της μη-λεκτικής μνήμης απ' ότι της ικανότητας αντιγραφής. Ο ίδιος πίνακας υποδεικνύει επίσης ότι η μεγαλύτερη αύξηση της αναλογίας των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς αντιγραφής του R.O.C.F. εμφανίζεται για τα δεξιόχειρα παιδιά στην ηλικία των 7,5 - 8,5 ετών, ενώ για τα αριστερόχειρα με διαφορά ενός χρόνου στην ηλικία των 8,5 - 9,5 ετών. Τέλος φαίνεται ότι το ποσοστό αύξησης του λόγου των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς της αντιγραφής από την ηλικία των 5,5 - 6,5 ως

Πίνακας 7. Αναλογία (%) των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς αντιγραφής του ROCF ανά ηλικιακή ομάδα, φύλο και προτίμηση χεριού

Προτίμηση χεριού	Φύλο	Ηλικιακές Ομάδες						
		5,5 - 6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5-9,5	9,5-10,5	10,5-11,5	11,5-12,5
Δεξί	Αγόρια	58,7	68,3	85,6	80,1	85,7	85,7	91,1
	Κορίτσια	70,6	63,7	80,4	84,6	88,1	90,6	84,0
	M.O	64,2	65,7	82,8	82,4	86,9	88,1	87,4
Αριστερό	Αγόρια	50,0	53,6	63,3	75,1	73,5	75,7	69,4
	Κορίτσια	47,0	52,4	51,0	62,5	70,3	72,6	67,0
	M.O	48,6	53,0	56,4	68,0	71,8	74,2	68,2
ΣΥΝΟΛΟ		56,8	60,0	70,7	75,9	80,0	81,6	77,9

Σημείωση: Οι μέσες τιμές των βαθμών αντιγραφής και μνημονικής αναπαραγωγής του R.O.C.F. παρουσιάζονται στους πίνακες 3 και 5 αντίστοιχα.

την ηλικία των 11,5 - 12,5 ετών, κυμαίνεται σε ανάλογα επίπεδα για αριστερόχειρα και δεξιόχειρα άτομα (19,6% και 23,2% αντίστοιχα), δεν υπάρχουν δηλαδή σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων στα εκατοστιαία ποσοστά βελτίωσης των ικανοτήτων αντιγραφής και μνημονικής αναπαραγωγής με την αύξηση της ηλικίας.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι υπάρχει μία προοδευτική ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων των παιδιών κατά τη φοίτησή τους στο δημοτικό σχολείο, γεγονός που είναι σύμφωνο με την πρώτη υπόθεσή μας. Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε μία έντονη ανάπτυξη στην οπτικοκινητική ικανότητα με την αύξηση της ηλικίας σε όλα τα παιδιά μέχρι την ηλικία των 9,5 ετών και ανεξάρτητα από το φύλο και την προτίμηση χεριού.

Τα αποτελέσματα της αντιγραφής του ROCF (βλ. πίνακα 3) δείχνουν ότι αυτή η περίοδος έντονης ανάπτυξης φθάνει σε ένα υψίπεδο στην ηλικία των 9,5 περίπου ετών στα δεξιόχειρα παιδιά, ενώ συνεχίζεται με πολύ βραδύτερους ρυθμούς και μέχρι την ηλικία των 12,5 περίπου ετών στα αριστερόχειρα παιδιά, για να φθάσουν τελικά στην ηλικία αυτή σε επιδόσεις ανάλογες με αυτές των δεξιόχειρων συνομηλίκων τους. Η απουσία σημαντικών διαφορών μεταξύ των επιδόσεων των τεσσάρων υποομάδων των δεξιόχειρων αγοριών, των δεξιόχειρων κοριτσιών των αριστερόχειρων αγοριών και των αριστερόχειρων κοριτσιών στην ηλικιακή ομάδα των 11,5 ως 12,5 ετών, υποδεικνύει ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν επιτύχει επιδόσεις πολύ κοντά σε αυτές που παρατηρούνται σε φυσιολογικούς ενήλικες, όπως υποστηρίζει σχετική μελέτη των Rosselli και Ardila (1991).

Η παρατηρούμενη στα αποτελέσματά μας σταθεροποίηση των επιδόσεων των παιδιών κατά την αντιγραφή του ROCF μετά την ηλικία των 9,5 ετών, είναι σύμφωνη με προηγούμενες μελέτες της επίδοσης των παιδιών σ' αυτή τη δοκιμασία (Akshoomoff και Stiles, 1995a-- Waber και Holmes, 1985). οι οποίες βρήκαν ότι τα περισσότερα από τα συστατικά στοιχεία και οι λεπτομέρειες του σύνθετου σχήματος κατασκευάζονται και τοποθετούνται σωστά από τα παιδιά από την ηλικία των 9 ετών και μετά.

Τα αποτελέσματα της μνημονικής αναπαραγωγής του ROCF (βλ. πίνακα 5) εμφάνιζαν επίσης ένα υψίπεδο από την ηλικία των 9,5 ως την ηλικία των 12,5 ετών τόσο για τα δεξιόχειρα όσο και για τα αριστερόχειρα παιδιά, με τη διαφορά ότι οι

επιδόσεις των δεξιόχειρων ήταν ανώτερες από αυτές των αριστερόχειρων στις συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες.

Όπως υποδεικνύει πρόσφατη μελέτη (Akshoomoff και Stiles, 1995b) τα παιδιά ηλικίας κάτω από τα 9 έτη παρουσιάζουν με μεγαλύτερη συχνότητα από τα μεγαλύτερα παιδιά, είτε παραλείπεις στα συστατικά στοιχεία του σύνθετου σχήματος, είτε τα αναπαράγουν με μειωμένη ακρίβεια, είτε τα τοποθετούν λάθος. Όπως διαπιστώνει η ίδια μελέτη μεταξύ των ηλικιών 6 και 12 ετών υπάρχουν διαφορές στις στρατηγικές που χρησιμοποιούν τα παιδιά για την μνημονική αναπαραγωγή του σχήματος. Τα παιδιά μετά την ηλικία των 8 ετών είναι πιο συστηματικά στη μέθοδο που χρησιμοποιούν για να ολοκληρώσουν το ROCF, απ' ό,τι τα 6χρονα και τα 7χρονα παιδιά, όμως παρότι το 70% των ενήλικων ζωγραφίζει το σύνθετο σχήμα με ένα ολοκληρωμένο ορθογώνιο και μη-τεμαχισμένες οριζόντιες και κάθετες διχοτόμους, αυτό συμβαίνει μόνο με το 45% των 12χρονων και με λιγότερο από 20% των παιδιών ηλικίας 8 ως 12 ετών.

Η σύγκριση των επιδόσεων των παιδιών κατά την αντιγραφή και κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του R.O.C.F. (βλ. πίνακα 7) έδειξε ότι τα δεξιόχειρα άτομα παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αύξηση των επιδόσεών τους μεταξύ 7,5 και 8,5 ετών (το ποσοστό των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς αντιγραφής αυξάνεται από το 65,7% στο 82,8%), ενώ στα αριστερόχειρα άτομα η μεγαλύτερη αύξηση των επιδόσεών τους εμφανίζεται ένα χρόνο αργότερα, δηλαδή μεταξύ 8,5 και 9,5 ετών (το ποσοστό των βαθμών μνημονικής αναπαραγωγής προς τους βαθμούς αντιγραφής αυξάνεται από το 56,4% στο 68%). Η κρίσιμη περίοδος αύξησης των επιδόσεων για τα δεξιόχειρα άτομα συμπίπτει με αυτή που παρατηρήθηκε από τους Ardila και Rosselli (1994) σε πρόσφατη μελέτη της ανάπτυξης των γλωσσικών, μνημονικών και οπτικοχωρικών ικανοτήτων σε παιδιά ηλικίας 5 έως 12 ετών. Η περίοδος μέγιστης αύξησης της επίδοσης μεταξύ των 7,5 και 8,5 ετών που παρατηρήσαμε για τα δεξιόχειρα άτομα, επικαλύπτεται επίσης από το εύρος ηλικιών (7 και 9 ετών) στις οποίες παρατηρήθηκε η ουσιαστική αύξηση της επίδοσης στο R.O.C.F. φυσιολογικών παιδιών από τις Waber και Bernstein (1995).

Οι επιδόσεις όλων των παιδιών κατά τη μνημονική αναπαραγωγή του ROCF ήταν υποδεέστερες των επιδόσεών τους κατά την αντιγραφή του σχήματος. Το αναμενόμενο αυτό αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με προηγούμενες μελέτες, που διαπιστώνουν ότι τα σχέδια που αναπαράγουν τα παιδιά από μνήμης περιέχουν λιγότερες πληροφορίες απ' ό,τι τα σχέδια της αντιγραφής (Akshoomoff και Stiles, 1995b) και ότι πλήρης ακρίβεια όσον αφορά τον αριθμό των τμημάτων του R.O.C.F. που ανακλήθηκαν δεν επιτεύχθηκε ακόμα και από τα μεγαλύτερα παιδιά (Waber και Holmes, 1986).

Τα αποτελέσματά μας τέλος για την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών ικανοτήτων συμφωνούν με αυτά της Kirk (1985), που διαπιστώνει ότι η εμφάνιση μιας μορφοποιημένης στρατηγικής του R.O.C.F., συμπίπτει με μείωση της αποσπασματικής στρατηγικής και στην ηλικία των 10 ετών και θεωρεί ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας έχουν αρχίσει να αξιολογούν τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό τις σχέσεις μεταξύ των συστατικών στοιχείων του σχήματος και του συνόλου και σημειώνει ότι τα 10χρονα παιδιά που χρησιμοποίησαν μια δομημένη παρά μια μη-δομημένη οργάνωση, είναι τόσο ακριβή στην αναπαραγωγή του σύνθετου σχήματος όσο και τα παιδιά ηλικίας 11 έως 13 ετών.

Τα ευρήματά μας αποκαλύπτουν την παρουσία συστηματικών αλλαγών στον τρόπο που τα παιδιά αναπαράγουν το R.O.C.F. με την αύξηση της ηλικίας, οι οποίες είναι παρόμοιες με εκείνες τις αλλαγές που συμβαίνουν όταν τα παιδιά ταξινομούν αντικείμενα, δημιουργούν διατεταγμένες ομάδες και διερευνούν παρατεταγμένα στοιχεία (Ginzburg και Oppen, 1979 -- Piaget, 1969).

Η δεύτερη υπόθεσή μας αφορούσε την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των φύλων κατά την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων και επαληθεύτηκε μερικά από τα αποτελέσματά μας. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι ο παράγοντας φύλο αλληλεπιδρά με την ηλικία και επηρεάζει σημαντικά τις επιδόσεις των παιδιών κατά την αντιγραφή του σύνθετου σχήματος. Τα δεξιόχειρα κορίτσια σημειώνουν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις από τα αγόρια στην ηλικία 6,7 - 7,5 ετών και τα αριστερόχειρα κορίτσια υπερτερούν σημαντικά των αγοριών στις ηλικίες 7,5 - 9,5 ετών (βλ. πίνακα

οποιαδήποτε άλλη μεταβλητή που μπορεί να ενεργεί τροποποιητικά στην εκδήλωση των γνωστικών ικανοτήτων.

Ακόμα κι αν κάποιος κάνει όλες τις παραπάνω υποθέσεις η κοινωνικο-περιβαλλοντική θεωρία παρουσιάζει ακόμα δυσκολίες στην ερμηνεία του τρόπου με τον οποίο οι αλληλεπιδράσεις φύλου και προτίμησης χεριού ποικίλουν ανάλογα με την εκτελούμενη εργασία. Υπό το φως των πολυσύνθετων παραλλαγών στις επιδράσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού, θα φαινόταν δύσκολο να δομήσουμε μία αληθοφανή εξήγηση για τις παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των υποομάδων, βασισμένη αποκλειστικά στη διαφοροποιημένη κοινωνικοποίηση, στις ανόμοιες εμπειρίες ή στα διαφορετικά ενδιαφέροντα. Έτσι φαίνεται πιο πειστική η ερμηνεία των γνωστικών διαφορών με βάση - τουλάχιστον μερικά - τους νευρολογικούς παράγοντες.

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για να θεωρήσουμε ότι οι γνωστικές διαφορές που παρατηρήσαμε μπορούν να αποδοθούν σε διαφορές της εγκεφαλικής οργάνωσης. Καθημερινά τα τελευταία χρόνια αυξάνουν τα στοιχεία που αναφέρουν ότι τόσο η προτίμηση χεριού όσο και το φύλο σχετίζονται με ουσιαστικές παραλλαγές της φυσιολογικής εγκεφαλικής οργάνωσης και ότι αυτές οι παραλλαγές θα μπορούσαν ευλόγως να επιφέρουν διαφορές στις γνωστικές ικανότητες. Φαίνεται επίσης ότι οι παράγοντες που προκαλούν τις σχετικές με το φύλο παραλλαγές της εγκεφαλικής οργάνωσης όπως π.χ. οι φυλετικές ορμόνες, θα μπορούσαν να αλληλεπιδρούν με εκείνους τους παράγοντες που προκαλούν τις παραλλαγές τις σχετιζόμενες με την προτίμηση του χεριού και να προξενούν έτσι διαφορετικά νευρολογικά αποτελέσματα της αριστεροχειρίας και της δεξιοχειρίας σε άρρενες και θήλεις. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να προσφέρει έναν απλό τρόπο για την ερμηνεία των επιδράσεων του φύλου και της προτίμησης χεριού στις γνωστικές ικανότητες.

Πράγματι υπάρχουν πολλοί ανεξάρτητοι λόγοι για να πιστεύουμε ότι οι παρατηρούμενες διαφορές που φαίνεται να παρουσιάζουν τα παιδιά στις διάφορες ηλικιακές ομάδες, καθώς και οι επιδράσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού

κατά την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων αντικατοπτρίζουν διαφορές που βασίζονται σε δομικά και λειτουργικά στοιχεία του νευρικού υποστρώματος. Πολύ πρόσφατη έρευνα (Dammann και συν., 1996) υποστηρίζει ότι η οπτικοκινητική ανάπτυξη σε αντίθεση με την εφύια και τις γλωσσικές ικανότητες επηρεάζεται σαφώς από νευρολογικούς αλλά όχι από κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες. Αναπτυξιακές και νευροαναπτυξιακές μελέτες συγκλίνουν επίσης στην τεκμηρίωση της ασυνέχειας, τόσο της γνωστικής όσο και νευροβιολογικής ανάπτυξης του ανθρώπου (Hudspeth και Pridram, 1992 -- Piaget, 1977 -- Thatcher και συν., 1987). Σύμφωνα με τον Piaget (1977) η γνωστική ανάπτυξη προχωρά ως μία αλληλουχία ποιοτικώς διακριτών σταδίων, με τα διαδοχικά αυτά στάδια να χαρακτηρίζονται από την ικανότητα των παιδιών να χρησιμοποιούν όλο και πιο δυναμικά σύνολα γνωστικών χειρισμών. Κάθε στάδιο προσδιορίζεται από ένα κυρίαρχο μοντέλο επεξεργασίας των πληροφοριών, ενώ οι αλλαγές από το ένα στάδιο στο άλλο θεωρείται ότι συμβαίνουν με ένα ασυνεχή και διάχυτο τρόπο. Κατά τη μετάβαση από το ένα συγκεκριμένο στάδιο γνωστικών χειρισμών στο άλλο, σύμφωνα με τον Piaget, ένας ποιοτικώς διακριτός τρόπος επεξεργασίας των πληροφοριών εμφανίζεται και οι γνωστικοί χειρισμοί μπορούν να είναι αναστρεφόμενοι. Μία από τις ενδείξεις της αναστρεφόμενης σκέψης είναι η συντήρηση, δηλαδή η ικανότητα να αναγνωρίζονται μη-διαφορετικές ποσοτικές όψεις μιας συγκεκριμένης δοκιμασίας, ενώ άλλες όψεις της να μετασχηματίζονται.

Σύγχρονα ηλεκτροεγκεφαλογραφικά δεδομένα που προαναφέρθηκαν στην εισαγωγή ((Hudspeth και Pridram, 1992-- Thatcher και συν., 1987), υποστηρίζουν ότι η εγκεφαλική ωρίμανση και η ανάπτυξη των εγκεφαλικών ημισφαιρίων προχωρά με ένα ασυνεχή τρόπο και διακρίνεται σε περιόδους έντονης ανάπτυξης και περιόδους ισορροπίας. Είναι δε ιδιαίτερα εντυπωσιακό το γεγονός ότι και οι δύο μελέτες καταλήγουν ότι οι βασικοί σταθμοί της εγκεφαλικής ανάπτυξης βρίσκονται σε στενή συσχέτιση με τα στάδια που έχουν οριοθετηθεί από την θεωρία του Piaget για την γνωστική ανάπτυξη του ανθρώπου. Οι χρονικές περίοδοι έντονης εγκεφαλικής ανάπτυξης και ωρίμανσης που περιγράφονται στις προαναφερθείσες μελέτες έχουν επίσης μεγάλη συνάφεια με την πορεία ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων όπως σκιαγραφείται από τα αποτελέσματά μας. Συγκεκριμένα το δεύτερο στάδιο

εγκεφαλικής ωρίμανσης καλύπτει κατά τους Hudspeth και Pribram (1992), την περίοδο μεταξύ 6 και 10,5 ετών, και οι ρυθμοί της ανάπτυξης είναι συγχρονισμένοι καταμήκος των αισθητικών και κινητικών συστημάτων τα οποία φθάνουν σε κορύφωση στην ηλικία των 7,5 ετών. Στην ηλικία αυτή ξεκινά μια επιταχυνόμενη ανάπτυξη της πρόσθιας εκτελεστικής περιοχής η οποία ολοκληρώνεται συγχρόνως με την ανάπτυξη των υπολοίπων εγκεφαλικών συστημάτων στην ηλικία των 10,5 ετών. Τα στοιχεία αυτά υποδηλώνουν ότι το πρώτο στάδιο αυτής της περιόδου αποτελεί μια συνέχεια της ωρίμανσης των αισθητικοκινητικών λειτουργιών, ενώ το ύστερο μέρος, που ξεκινά από την ηλικία των 7,5 ετών προαναγγέλλει την ωρίμανση του εκτελεστικού ελέγχου. Το δε επόμενο στάδιο που καλύπτει την περίοδο μεταξύ 10,5 και 13 ετών φαίνεται αφιερωμένο κυρίως στην τελειοποίηση των οπτικοχωρικών λειτουργιών.

Είναι φανερό ότι η δεύτερη αυτή περίοδος εγκεφαλικής ανάπτυξης που μόλις περιγράφηκε επικαλύπτεται με την παρατηρούμενη στα αποτελέσματά μας έντονη αύξηση της επίδοσης των παιδιών στο ROCF μεταξύ των ηλικιών 5,5 και 9,5 ετών. Η ολοκλήρωση της ωρίμανσης των αισθητικοκινητικών λειτουργιών στην ηλικία των 7,5 ετών, και η προοδευτική ωρίμανση του εκτελεστικού ελέγχου στη συνέχεια, δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να παρουσιάσουν μετά την ηλικία αυτή την μεγαλύτερη αύξηση των επιδόσεων τους και συγκεκριμένα στις ηλικίες 7,5 ως 8,5 ετών για τα δεξιόχειρα και 8,5 ως 9,5 ετών για τα αριστερόχειρα άτομα.

Η διαφορά αυτή μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών καθώς και διαφορές μεταξύ των φύλων που παρατηρήθηκαν σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες πιθανώς να σχετίζονται με πιθανές διαφοροποιήσεις αυτών των ομάδων στους ρυθμούς ανάπτυξης των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων, που όπως διαπίστωσαν οι Thatcher και συν. (1987) παρουσιάζουν έντονες περιόδους διαφοροποιημένης ανάπτυξης στις ηλικίες από 8 έως 10 ετών. Το υψίπεδο που παρατηρείται στις επιδόσεις των παιδιών στο ROCF μετά την ηλικία των 9,5 ετών είναι επίσης συμβατό με τα ηλεκτροεγκεφαλικά δεδομένα που παρουσιάστηκαν και σύμφωνα με τα οποία σ' αυτή περίπου την ηλικία ολοκληρώνεται και η ωρίμανση των

κέντρων κινητικού ελέγχου, με αποτέλεσμα το παιδί να μπορεί να αναπτύξει πλέον πιο ολοκληρωμένη αντιληπτικο-κινητική δραστηριότητα.

Είναι δύσκολο να προσδιορίσουμε επακριβώς ποιά νευρωνικά συστήματα συμμετέχουν στην αναπαραγωγή του ROCF κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του παιδιού και αν οι μεταβολές που εμφανίζονται κατά την ανάπτυξη, αντικατοπτρίζουν αλλαγές στα νευρωνικά συστήματα που εμπλέκονται σ' αυτό το σύνθετο έργο. Μελέτες της επίδοσης ενηλίκων ασθενών με εστιασμένες εγκεφαλικές βλάβες, υποδεικνύουν ότι τόσο το αριστερό όσο και το δεξί ημισφαίριο συμβάλλουν στην εκτέλεση του παραπάνω έργου καθώς και ο προμετωπιαίος φλοιός (Binder, 1982 -- Kaplan, 1988). Τα δεδομένα αυτά φανερώνουν ότι για την επιτυχή αναπαραγωγή του ROCF δεν επαρκεί η δραστηριοποίηση του ενός μόνο ημισφαιρίου, αλλά μάλλον απαιτείται η ολοκληρωμένη και εξειδικευμένη συνεισφορά και των δύο ημισφαιρίων. Η διαπίστωση αυτή υποδηλώνει ότι οι αλλαγές στην επίδοση της αναπαραγωγής του ROCF κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης είναι πιθανό να αντανακλούν μεταβολές της ωρίμανσης και αυξημένη οργάνωση και συνεργασία του δεξιού και του αριστερού ημισφαιρίου. Πρόσφατα άλλωστε δεδομένα από ηλεκτροεγκεφαλογραφίες και μελέτες τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET) διαπιστώνουν ότι σύνθετες γνωστικές διεργασίες καθώς και η εκτέλεση σύνθετων κινητικών εργασιών, συνοδεύονται από αμφίπλευρη ημισφαιρική δραστηριότητα και διημισφαιρική αλληλεπίδραση (Pulvermuller και συν., 1995 -- Seitz και Rolland, 1992).

Η παρατηρούμενη αύξηση της οπτικοκινητικής επίδοσης μεταξύ των ηλικιών 5,5 και 9,5 ετών μπορεί επίσης να ερμηνευθεί αν αναλογιστούμε ότι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ο πρωτογενής και ο δευτερογενής φλοιός των αισθητικο-κινητικών και των οπτικών εγκεφαλικών συστημάτων υφίστανται ταχείες μεταβολές. Η μυελινοποίηση των ινών του μεσολοβίου που επιτρέπουν τη συνεργασία των ημισφαιρίων και των νευρικών ινών που δημιουργούν τις διασυνδέσεις μέσα σε κάθε ημισφαίριο συνεχίζονται, με αποτέλεσμα η ταχύτητα και η ακρίβεια της νευρικής διαβίβασης να αυξάνεται. Η προοδευτική ωρίμανση του μεσολοβίου θα μπορούσε να ενισχύσει και την διημισφαιρική μεταφορά οπτικών και κινητικών πληροφοριών. Η ηλικία των δέκα ετών, αποτελεί εκείνο το στάδιο της ανάπτυξης, κατά το οποίο

αρχίζει να γίνεται δυνατή η ολοκληρωμένη δραστηριότητα του εγκεφαλικού φλοιού. Ο αισθητικο-κινητικός και ο οπτικός φλοιός έχουν φθάσει στην κατάσταση του ενήλικα (Rabinowicz, 1979), και οι μακριές φλοιϊκές ίνες που δημιουργούν συνθήκες επικοινωνίας τόσο μεταξύ όσο και εντός των ημισφαιρίων πιστεύεται ότι είναι πλήρως μυελινοποιημένες (Brizzolara και συν., 1994 -- Kirk, 1985 -- Yakovlev και Lecours, 1967). Τα δεκάχρονα παιδιά έχουν λοιπόν τη δυνατότητα να αναπτύξουν ολοκληρωμένες στρατηγικές για την αναπαραγωγή ενός σύνθετου σχήματος και συνεπώς η περίοδος έντονης ανάπτυξης των προηγούμενων ετών, δίνει τη θέση της σε μια κατάσταση ισορροπίας.

Οι αξιοσημείωτες διαφορές στο βαθμό αναπαραγωγής του ROCF που διαπιστώσαμε μεταξύ των δεξιόχειρων και των αριστερόχειρων παιδιών καθώς και μεταξύ των φύλων στις μικρότερες ηλικίες θα μπορούσαν επίσης να βρουν ερμηνείες σε νευροψυχολογικά και νευροβιολογικά δεδομένα. Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια του ανθρώπου, μπορούν να γίνουν αντιληπτά ως δύο ανεξάρτητα και παράλληλα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών. Η δομή του μεσολοβίου μπορεί επίσης να γίνει αντιληπτή ως ένα σύνολο πολλαπλών και επικαλυπτόμενων καναλιών επικοινωνίας και ελέγχου, προσδιοριζόμενων από τον αριθμό, τον τύπο και τον προορισμό των ινών σε διαφορετικές περιοχές του μεσολοβίου. Σύμφωνα με τους Zaidel, Clarke και Suyenobu (1990), τόσο η αποδοτικότητα των ημισφαιρίων όσο και οι περιφερειακές συνδέσεις μέσω του μεσολοβίου διαφέρουν μεταξύ των ατόμων. Οι ατομικές διαφορές σε συμπεριφορές που επηρεάζονται από την εγκεφαλική πλευρίωση, όπως η αναπαραγωγή του ROCF, μπορεί να αντικατοπτρίζει διαφορές στην αποδοτικότητα των ημισφαιρίων μόνο, ή και στις συνδέσεις δια του μεσολοβίου, ανάλογα με το αν οι πλευριωμένες δοκιμασίες δεν απαιτούν (κατ' ευθείαν πρόσβαση) ή απαιτούν (μεταβίβαση δια του μεσολοβίου, διημισφαιρική αλληλεπίδραση) διημισφαιρική ανταλλαγή αντίστοιχα.

Τα άτομα των δύο φύλων, στο ξεκίνημα της ζωής τους δε διαφέρουν στη δομική ανάπτυξη του εγκεφάλου. Οι ψυχολογικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων είναι επίσης αμελητέες. Πιθανώς όμως υπάρχουν γνωστικές λειτουργικές διαφορές μεταξύ των φύλων, που σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της παρατήρησης ή της

αναπαραγωγής ενός σύνθετου σχήματος υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην οπτικοκινητική αντίληψη και προσέγγιση. Η Waber (1979) παρατήρησε διαφορές τεχνοτροπίας μεταξύ των φύλων στις ηλικίες από 6 έως 9 ετών κατά την αναπαραγωγή του ROCF και ερμήνευσε τα αποτελέσματά της υποστηρίζοντας οι άρρενες τείνουν να εμφανίζουν ένα τρόπο αναπαραγωγής χαρακτηριστικό των λειτουργιών του δεξιού ημισφαιρίου, ενώ οι γυναίκες τείνουν να εμφανίζουν ένα τρόπο χαρακτηριστικό των λειτουργιών του αριστερού ημισφαιρίου. Η εξαφάνιση αυτών των διαφορών στον τρόπο αναπαραγωγής του σύνθετου σχήματος με την αύξηση της ηλικίας, πιθανώς υποδηλώνει μια μετατόπιση από την μονόπλευρη στην αμφίπλευρη συμμετοχή των δύο ημισφαιρίων σ' αυτή τη διαδικασία, η επιτυχής εκτέλεση της οποίας φαίνεται όπως προαναφέραμε να απαιτεί την συμμετοχή και των δύο ημισφαιρίων. Η Waber και συν., (1989) υποστηρίζουν επίσης ότι αν και η βάση της συμπληρωματικής συνεισφοράς των συστημάτων του αριστερού και του δεξιού ημισφαιρίου στην αναπαραγωγή του ROCF δεν είναι σαφής, πιθανότατα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη λειτουργία του μεσολοβίου η οποία πιστεύεται ότι είναι ενοποιητική και ανασταλτική (Kinsbourne 1975).

Μετά από μία εγκυρότατη ανασκόπηση βασισμένη σε δεδομένα από φυσιολογικούς και κλινικούς πληθυσμούς η Mc Glone (1980) κατέληξε ότι «ο εγκέφαλος των αρρένων είναι πιο ασύμμετρα οργανωμένος από αυτόν των θηλέων τόσο για λεκτικές όσο και για μη-λεκτικές λειτουργίες» (σ. 215), που σημαίνει ότι τα κορίτσια εμφανίζουν ασθενέστερη εγκεφαλική πλευρίωση, δηλαδή πιο αμφίπλευρη αντιπροσώπευση των γνωστικών λειτουργιών και καλύτερη ημισφαιρική επικοινωνία (Springer & Deutch, 1989). Οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην πλευρίωση, που οφείλονται σε διαφορές του ρυθμού ωρίμανσης των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Waber, 1976), είναι πιθανώς κάποιες από τις αιτίες για τις παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στις μικρότερες ηλικιακές ομάδες κατά την αναπαραγωγή του ROCF.

Όσον αφορά τη συμπεριφορά των δεξιόχειρων και των αριστερόχειρων ατόμων η Henninger (1992) υποστηρίζει ότι στα δεξιόχειρα άτομα οι οπτικοχωρικές λειτουργίες δεν είναι τόσο ισχυρά πλευριωμένες στο δεξί ημισφαίριο, όπως είναι οι

γλωσσικές λειτουργίες στο αριστερό. Στα αριστερόχειρα άτομα οι οπτικοχωρικές λειτουργίες είναι ακόμα λιγότερο πλευριωμένες και εντοπίζονται σχεδόν εξίσου συχνά στο αριστερό, στο δεξί ή και στα δύο ημισφαίρια, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα αριστερόχειρα άτομα εμφανίζουν περισσότερη αντιπροσώπευση των μη-λεκτικών λειτουργιών στο αριστερό ημισφαίριο, απ' ό,τι τα δεξιόχειρα άτομα. Η λειτουργική ασυμμετρία των ημισφαιρίων μεταξύ των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων είναι μια πιθανή αιτία των διαφορών που παρατηρήθηκαν στην αναπαραγωγή του ROCF.

Για τη διερεύνηση όμως σε βάθος των διαφοροποιημένων επιδόσεων δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών που διαπιστώσαμε θα πρέπει να ανατρέξουμε και στις πολύπλοκες και πολυσύνθετες σχέσεις της εγκεφαλικής οργάνωσης με τη προτίμηση χεριού αλλά και το φύλο, που παρουσιάσθηκαν εκτενώς στην εισαγωγή.

Όπως προαναφέρθηκε, η Witelson (1985) βρήκε ότι το μεσολόβιο είναι μεγαλύτερο στα αριστερόχειρα και στα αμφίχειρα άτομα, σε σχέση με τους σταθερούς δεξιόχειρες. Η ίδια ερευνήτρια (Witelson, 1989) βρήκε ότι ο ισθμός του μεσολοβίου είναι μεγαλύτερος στον εγκέφαλο των θηλέων απ' ό,τι στον εγκέφαλο των αρρένων και υποστήριξε ότι αυτό το γεγονός αντικατοπτρίζει καλύτερη σύνδεση του εγκεφαλικού φλοιού που είναι εξειδικευμένος για τις γλωσσικές λειτουργίες και συνεπώς μειωμένες επιδράσεις της εγκεφαλικής ασυμμετρίας σε πλευριωμένες δοκιμασίες. Η Witelson (1985, 1989) σημειώνει ότι το μεσολόβιο παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση (ενοποίηση) πληροφοριών από την μία πλευρά των ημισφαιρίων στην άλλη και προτείνει ότι η τάση των αριστερόχειρων και των αμφίχειρων ατόμων μακριά από την ημισφαιρική ασυμμετρία πιθανώς να συνδέεται με μεγαλύτερη ανατομική σύνδεση μεταξύ των ημισφαιρίων.

Πρόσφατες μελέτες με τη χρήση μαγνητικής τομογραφίας (MRI), που είχαν ταξινομήσει τα υποκείμενα ως προς την προτίμηση χεριού με τρόπο ανάλογο με αυτόν της Witelson (Clarke, 1990 -- Habib και συν., 1991 -- Habib και Pelletier, 1994) αλλά και μελέτες της νευρικής σύστασης του μεσολοβίου (Aboitiz και συν. 1992a, 1992c) προσέφεραν τουλάχιστον μερική επανάληψη των ευρημάτων της.

Ο J. M. Clarke (1990) εξετάζοντας δεξιόχειρες και αριστερόχειρες άρρενες και θήλειες βρήκε μια τροποποιημένη αλληλεπίδραση φύλου και προτίμησης χεριού στην μορφομετρία του μεσολοβίου (μέγεθος του ισθμού) καθώς και σε συμπεριφορές που επηρεάζονται από την εγκεφαλική πλευρίωση, αλλά όχι στη γνωστική λειτουργία, ή σε αλληλοσυσχετίσεις ανατομίας, πλευρίωσης και γνώσης. Με άλλα λόγια αντίθετα με την πρόταση της Witelson (1985, 1989), η μελέτη του Clarke παρέχει ενδείξεις ότι ένα μεγαλύτερο μεσολόβιο συσχετίζεται με μεγαλύτερη ημισφαιρική ασυμμετρία. Τα αποτελέσματα αυτά οδήγησαν τον Clarke στη σκέψη ότι ένα μεγαλύτερο μεσολόβιο παρέχει ένα μεγαλύτερο ανασταλτικό φραγμό μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Τα αποτελέσματά μας που διαπιστώνουν μειωμένη επίδοση των αριστερόχειρων παιδιών σε μία δοκιμασία που απαιτεί συμμετοχή και των δύο ημισφαιρίων και διαημισφαιρικές αλληλεπιδράσεις, φαίνεται να βρίσκονται σε συνάφεια τόσο με τις ανατομικές μετρήσεις του μεσολοβίου που παρουσίασε η Witelson (1985, 1989), και υποστηρίχθηκαν αργότερα από αρκετούς ερευνητές (Aboitiz και συν., 1992a, 1992c -- Clarke 1990, 1994 -- Habib και συν., 1991, 1994), όσο και με την ανασταλτική του λειτουργία που υποστηρίζει ο Clarke (1990 -- Clarke & Zaidel, 1994). Να σημειώσουμε εδώ ότι την ανασταλτική λειτουργία για το μεσολόβιο είχαν επικαλεσθεί αδρά και οι Waber και συν. (1989) στην απόπειρα ερμηνείας των δικών τους αποτελεσμάτων κατά την αναπαραγωγή του ROCF.

Το υποθετικό μοντέλο του των αρσενικών/αριστερόχειρων - θηλυκών/δεξιόχειρων νευρολογικών τύπων, που παρουσιάστηκε από τους Galaburda, Rosen και Sherman (1990) και υποστηρίζεται από νευροανατομικά δεδομένα όπως των Witelson (1985, 1989), Clarke (1990, 1994), Habib και συν., (1991, 1994), μπορεί να ταιριάζει με τα αποτελέσματά μας δίνοντας πιθανές ερμηνείες των παρατηρούμενων στην μελέτη μας διαφορών μεταξύ των ομάδων των φύλων και προτίμησης χεριού στις διάφορες ηλικιακές ομάδες.

Οι Galaburda, Rosen και Sherman (1990) θέλησαν να ερμηνεύσουν τις σχέσεις δομής και λειτουργίας του εγκεφάλου και τις διαφορές μεταξύ των φύλων και μεταξύ των δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων στη λειτουργική ημισφαιρική εξειδίκευση. Προσπάθησαν να εξηγήσουν το παράδοξο γεγονός ότι ενώ δεδομένα από τη λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου εμφανίζουν τα αριστερόχειρα άτομα λιγότερο πλευριωμένα ως προς τη γλωσσική λειτουργία και τις γυναίκες λιγότερο πλευριωμένες από τους άνδρες επίσης ως προς τη γλωσσική λειτουργία, ανατομικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι οι εγκεφαλοί των γυναικών είναι πιο ασύμμετροι.

Οι παραπάνω ερευνητές υποστήριζαν ότι οι διαημισφαιρικές και οι ενδοημισφαιρικές συνδέσεις έχουν αντίστροφη συσχέτιση και ότι και οι δύο σχετίζονται με ανατομικές και λειτουργικές ασυμμετρίες, και προχώρησαν στην υπόθεση ότι οι άρρενες (και τα αριστερόχειρα άτομα) έχουν περισσότερο συμμετρικούς εγκεφάλους και ισχυρότερη διημισφαιρική σύνδεση σε σχέση με τις γυναίκες (και τα δεξιόχειρα άτομα), γεγονός που πιθανώς συντελεί στις υποδεέστερες επιδόσεις τους κατά την αναπαραγωγή του R.O.C.F.

Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε την άποψη του Zaidel και των συνεργατών του (1995), σύμφωνα με την οποία, υπάρχουν ενδείξεις, για ορισμένες διαφορές μεταξύ των φύλων σε συμπεριφορές που απαιτούν διαημισφαιρικές και ενδοημισφαιρικές συσχετίσεις και οι οποίες έχουν ερμηνευθεί ως στρατηγικές. Οι παραπάνω ερευνητές βρήκαν επίσης ενδείξεις ότι οι διαφορετικές συμπεριφορές μεταξύ των φύλων τροποποιούνται ως συνάρτηση της προτίμησης χεριού, αλλά όχι εξαιτίας του γνωστικού στύλ ή της ικανότητας αιτιολόγησης.

Οι διαφορές που διαπιστώσαμε στην πορεία της ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων τόσο μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων παιδιών, όσο και μεταξύ των φύλων, θέτουν επιτακτικά το ανοικτό ζήτημα για την πιθανή σχέση μεταξύ δομής και λειτουργίας στον αναπτυσσόμενο ανθρωπινό εγκεφαλο. Η διατυπωμένη άποψη ότι δεν είναι καθόλου εύκολο να αποκτήσουμε ολοκληρωμένη γνώση της μορφολογίας και της λειτουργικότητας του νευρικού συστήματος κατά τα διάφορα αναπτυξιακά στάδια (Καραπέτσας, 1988), μας βρίσκει απόλυτα σύμφωνους. Εξίσου

δύσκολη είναι η κατανόηση των λειτουργικών συστημάτων που δραστηριοποιούνται κατά την αναπαραγωγή ενός σύνθετου σχήματος και των αλληλεπιδράσεων τους με περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ηλικία, το φύλο, η προτίμηση χεριού, αλλά και η ιδιαίτερη οργάνωση του εγκεφάλου κάθε ατόμου θέτουν επιπρόσθετα προβλήματα στην κατανόηση της συμπεριφοράς του παιδιού.

Ξαναφέροντας στο μυαλό μας το παλαιό πρόβλημα αναφορικά με τη σχέση εγκεφάλου και συμπεριφοράς και τις δυσκολίες που προκύπτουν στην ερμηνεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς, με κάθε επιφύλαξη προτείνουμε ότι οι διαφορές που παρατηρούνται στην επίδοση των παιδιών της έρευνάς μας μπορούν ν' αποδοθούν σε συνδυασμό των ακόλουθων παραγόντων: α) διαφορές στη συνεργασία μεταξύ των δύο ημισφαιρίων, β) διαφορές στις στρατηγικές και την κινητική έκφραση, γ) διαφορές στα αισθητικο-λειτουργικά συστήματα και δ) διαφορές μεταξύ των φύλων στις στρατηγικές που εμπλέκονται στην ανάκληση και την αναπαραγωγή. Θα υποστηρίζαμε ιδιαίτερα μια ερμηνεία σχετική με τον πρώτο παράγοντα, αλλά θα ήταν πρώιμο να καταλήξουμε σε ένα οριστικό συμπέρασμα απ' αυτό το ερευνητικό στάδιο.

Μία στρατηγική που θα μπορούσε να μας οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα για τη σχέση εγκεφάλου και συμπεριφοράς, είναι η συλλογή ποικίλων δεδομένων σχετικά με βιολογικές ασυμμετρίες και ασυμμετρίες της συμπεριφοράς από τα ίδια άτομα. Μόνο με αυτό τον τρόπο μπορούμε να προχωρήσουμε σε ισχυρές δοκιμασίες των διάφορων υποθέσεων σχετικά με τη σχέση εγκεφάλου και συμπεριφοράς. Ένας τρόπος να συλλέξουμε τέτοια δεδομένα είναι η χορήγηση δοκιμασιών της συμπεριφοράς σε άτομα που έχουν συμφωνήσει να διαθέσουν τον εγκέφαλό τους για νεκροψία μετά το θάνατό τους. Ο άλλος τρόπος είναι η λήψη μετρήσεων της συμπεριφοράς από άτομα που συμφωνούν να μελετηθούν διάφορες βιολογικές όψεις των εγκεφάλων τους *in vivo* με τη χρήση σύγχρονων τεχνικών.

Ελπίζουμε ότι περαιτέρω έρευνα με τη χρήση τέτοιων τεχνικών για την καταγραφή της εγκεφαλικής δραστηριότητας, όπως τα προκλητά δυναμικά (ERP), η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET), η μαγνητοεγκεφαλογραφία (MEG) κ.α., θα ανοίξει

νέους ορίζοντες και θα δώσει ξεκάθαρους απαντήσεις στη διερεύνηση των σχέσεων εγκεφάλου και συμπεριφοράς. Οι λιγοστές μελέτες που έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα μ' αυτό τον τρόπο προσφέρουν ενθαρρυντικές ενδείξεις ότι υπάρχουν σημαντικές σχέσεις και αλληλεξαρτήσεις μεταξύ δομής και λειτουργίας στον ανθρώπινο εγκέφαλο.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων κατά τη διάρκεια της σχολικής ηλικίας, η προσπάθεια εντοπισμού πιθανών επιδράσεων του φύλου και της προτίμησης χεριού στην αναπτυξιακή αυτή πορεία και η αξιολόγησή τους με βάση τις ισχυρά τεκμηριωμένες σχέσεις του φύλου και της προτίμησης χεριού με την εγκεφαλική οργάνωση. Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι η ικανότητα λύσης ενός περίπλοκου προβλήματος, όπως εκδηλώνεται κατά την αναπαραγωγή του σύνθετου οπτικού ερεθίσματος που αποτελεί το σχήμα των Rey-Osterrieth, ακολουθεί μια προκαθορισμένη αναπτυξιακή πορεία. Για την ακρίβεια, διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά της σχολικής ηλικίας παρουσιάζουν μία έντονη ανάπτυξη των δεξιοτήτων που εμπλέκονται στην αναπαραγωγή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth, στην περίοδο από 5,5 έως 9,5 περίπου ετών. Η μεγάλη βελτίωση που παρουσιάζουν τα παιδιά στην ικανότητα αναπαραγωγής του σύνθετου σχήματος στη διάρκεια αυτής της περιόδου, είναι ανεξάρτητη από το φύλο και την προτίμηση χεριού των παιδιών και ακολουθείται από μία περίοδο ισοροπίας στις ηλικίες των 9,5 έως 12,5 ετών. Η αναπτυξιακή αυτή πορεία φαίνεται να σχετίζεται με σχεδόν παράλληλες αναπτυξιακές μεταβολές της εγκεφαλικής ωρίμανσης, που έχουν ως πιθανό αποτέλεσμα την καλύτερη διημισφαιρική επικοινωνία και ως επακόλουθο αλλαγές στους τρόπους και στις στρατηγικές με τις οποίες τα παιδιά της σχολικής ηλικίας αντιμετωπίζουν το σύνθετο πρόβλημα της αναπαραγωγής του ROCF.

Αξιοσημείωτο ήταν επίσης το γεγονός, ότι ενώ οι αναπτυξιακές πορείες των αριστερόχειρων και των δεξιόχειρων παιδιών σχεδόν συμπίπτουν ηλικιακά, τα αριστερόχειρα άτομα εμφανίζουν χαμηλότερες επιδόσεις σε σχέση με τα δεξιόχειρα, σε όλες τις ηλικιακές ομάδες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Είναι επίσης χαρακτηριστικό το ότι η μεγαλύτερη αύξηση στις επιδόσεις των αριστερόχειρων ατόμων, παρουσιάζεται μεταξύ των ηλικιών 8,5 και 9,5 ετών, με καθυστέρηση δηλαδή ενός έτους περίπου από τις ηλικίες των 7,5 έως 8,5 ετών, όπου παρουσιάζουν την εντονότερη αυξητική περίοδο τα δεξιόχειρα παιδιά.

Σημαντικές ήταν επίσης και οι διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των φύλων σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες, ιδιαίτερα στις μικρότερες ηλικίες, με τα κορίτσια να επιτυγχάνουν καλύτερες επιδόσεις από αυτές των αγοριών. Όλες οι παραπάνω διαφορές συσχετίσθηκαν με διαφορές στη γνωστική εγκεφαλική ασυμμετρία, καθώς και νευροανατομικές διαφορές που πιθανότατα δημιουργούν πολύπλοκες συνθήκες διαημισφαιρικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φύλων καθώς και μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων ατόμων.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η ηλικία, το φύλο και η προτίμηση χεριού, αλληλεπιδρούν και δημιουργούν ποικίλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ατόμων της σχολικής ηλικίας, κατά την ανάπτυξη των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων. Για να μπορέσει το κάθε άτομο να πλησιάσει όσο γίνεται περισσότερο το μέγιστο των δυνατοτήτων του, τόσο για ατομική ανάπτυξη, όσο και για εξειδικευμένη προσφορά στην κοινωνία, θα πρέπει οι διαφορές αυτές να ληφθούν υπόψη και να αξιοποιηθούν κατάλληλα κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (Ξωχέλλης, 1991). Κι αυτό, αφού σύμφωνα με τον Ι. Παρασκευόπουλο (1992, σ. 138), ένας τομέας στον οποίο οι ατομικές διαφορές βρίσκουν καταφανή έκφραση είναι η σχολική επίδοση. Κάθε μαθητής έχει υψηλή επίδοση σε ορισμένα μόνο μαθήματα, ενώ σε άλλα παρουσιάζει μέτρια ή χαμηλή επίδοση, γιατί κάθε μάθημα έχει, μέχρις ενός βαθμού, μία ιδιομορφία και η εκμάθησή του απαιτεί διαφορετικές ικανότητες. Είναι φυσικό λοιπόν κάθε μαθητής να παρουσιάζει ένα διαφορετικό «προφίλ» σχολικής επίδοσης, το οποίο βασικά αντικατοπτρίζει τις ατομικές του διαφορές στις διάφορες γνωστικές λειτουργίες, τις ειδικές ικανότητες και την προσωπικότητα. Η γνώση λοιπόν των διαφορών μεταξύ διαφόρων ομάδων, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κατάλληλη διαφοροποίηση των προγραμμάτων και των μεθόδων διδασκαλίας, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η πληρέστερη αντιμετώπιση των εκπαιδευτικών αναγκών του κάθε ατόμου, και να πάγει το σχολείο να λειτουργεί όπως το παρομοιάζει ο Snow (1986) σαν το κρεβάτι του Προκρούστη, όπου θα πρέπει όλοι οι μαθητές να προσαρμόζονται σε ένα συγκεκριμένο σύστημα.

Όπως υποστηρίζει η Μ. Κάτσιου-Ζαφρανά (1988) η μελέτη της νευροφυσιολογίας του εγκεφάλου, έχει δημιουργήσει προοπτικές για τη βελτίωση στους τρόπους εκπαίδευσης, ρίχνοντας φως στους μηχανισμούς της προσοχής, στη βιοχημεία της μνήμης, στους τρόπους επεξεργασίας των πληροφοριών από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια και τη σχέση τους με τη μάθηση κ.α. Για την εκπαιδευτική έρευνα, είναι φανερό ότι οι άνθρωποι που μελετούν τη μάθηση δε μπορούν να αγνοούν τα δεδομένα της νευροφυσιολογίας και της νευροψυχολογίας. Οι προσπάθειες των εκπαιδευτικών να τροποποιήσουν την εκπαιδευτική θεωρία και πράξη με βάση τις πρόσφατες αυτές γνώσεις ασφαλώς βρίσκονται ακόμα στην αρχή τους. Δεν μπορούμε ακόμα να μιλούμε για συγκεκριμένα εκπαιδευτικά προγράμματα και βιβλία που έχουν εκπονηθεί με βάση τα προαναφερθέντα στοιχεία. Εκείνο όμως που συμβαίνει, είναι ότι κάτω από το φως των νέων δεδομένων, αναθεωρούμε τις απόψεις μας γύρω από το θέμα της μάθησης και της διδακτικής μεθοδολογίας, ή στηρίζουμε τις όποιες εμπειρικές και φιλοσοφικές σωστές απόψεις μας πάνω στο θέμα, σε ατράνταχτα επιστημονικά δεδομένα.

Φαίνεται όπως σημειώνει η ίδια, ότι το περιβάλλον βρίσκεται σε μία συνεχή διαλεκτική σχέση με το νευρικό ιστό του εγκεφάλου, τον οποίο και τελικά διαμορφώνει. Οι νευρώνες αναπτύσσονται και διαμορφώνονται όχι μόνο βάσει του κληρονομικά προκαθορισμένου δυναμικού, αλλά κυρίως ανάλογα με τους ερεθισμούς που θα δεχθούν από το εξωτερικό περιβάλλον (φυσικό και κοινωνικό). Όταν έχουμε στα χέρια μας συντριπτικές ενδείξεις ότι ίσως όλες οι ανώτερες νοητικές λειτουργίες στον άνθρωπο εξαρτώνται, ως ένα βαθμό, από την αλληλεπίδραση του εγκεφάλου με το περιβάλλον κατά τη διάρκεια περιόδων κρίσιμων για την ανάπτυξή του δεν μπορούμε να μένουμε απαθείς. Έχουμε την κοινωνική υποχρέωση να δημιουργήσουμε τις βέλτιστες συνθήκες για να μπορεί το κάθε άτομο να εκμεταλλευθεί στο μέγιστο βαθμό τις φυσικές του δυνατότητες. Κι όπως υποστηρίζει ο Α. Καραπέτσας (1988, σ. 115) τα στάδια γρήγορης και εγκεφαλικής αύξησης έχουν ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία. Θα μπορούσε να εισαγάγει κανείς στο σχολείο προγράμματα μάθησης (Κασσωτάκης και Φλουρής, 1983 -- Φλουρής, 1986), που θα λαμβάνουν υπόψη τα στάδια της εγκεφαλικής

ποιοτικές, αλλά είναι γεγονός ότι υπάρχουν εκπαιδευτικές διαδικασίες που απευθύνονται κατ' εξοχήν στο δεξί ημισφαίριο. Σαν παραδείγματα αναφέρονται η χρησιμοποίηση puzzles στα μαθηματικά, η πειραματική - εργαστηριακή και φυσική - εμπειρική διδασκαλία σε βάρος θεωρητικών διαλέξεων, η εικονογράφηση εννοιών για να συνοδεύουν γραπτά κείμενα. Μια σχετική διαδικασία μάθησης που εφαρμόστηκε τελευταία στο εκπαιδευτικό σύστημα, είναι η ανάγνωση «όλης» της λέξης κι όχι η ανάγνωση ανά γράμμα και συλλαβή. Αυτή η εκπαιδευτική διαδικασία μαθαίνει τα παιδιά να αντιμετωπίζουν τη συνολική εικόνα, ασκώντας ολιστικές - συνθετικές ικανότητες που χαρακτηρίζουν κυρίως το δεξί μη-κυρίαρχο ημισφαίριο.

Η παιδαγωγός Barbara Vitale (1982) διαπιστώνει ότι τα παιδιά που λειτουργούν σχεδόν πάντα με το δεξί ημισφαίριο συχνά αποτυγχάνουν στο σχολείο, γεγονός που βασίζεται στο ότι η μεθοδολογία μάθησης που χρησιμοποιείται σήμερα στηρίζεται σε λειτουργίες του αριστερού ημισφαιρίου, άρα απευθύνεται σε παιδιά με κυρίαρχο το αριστερό ημισφαίριο. Τα παιδιά με κυρίαρχο το δεξί ημισφαίριο συχνά έχουν καλές επιδόσεις στον αθλητισμό ή σε κάποια καλλιτεχνική δραστηριότητα. Τα παιδιά αυτά μαθαίνουν ακολουθώντας πορεία από το ολικό στο μερικό, η αλληλουχία των σκέψεών τους ακολουθεί τυχαία πορεία και δεν βασίζεται σε επάλληλες νοητικές διεργασίες. Χρειάζονται άμεση επαφή με το νέο ερέθισμα για να το συνειδητοποιήσουν, ενώ το σύμβολο δεν επαρκεί. Συχνά σκέπτονται με τυχαία διαδοχή σκέψεων και με τη διαίσθηση κι όχι με τους κοινούς κανόνες αναλυτικής λογικής, ενώ συχνά συμπεριφέρονται παρορμητικά.

Το γεγονός ότι μετά από αφαίρεση του αριστερού ημισφαιρίου σε νεογνική ηλικία, το δεξί ημισφαίριο (που δεν είναι πια σε ανταγωνισμό με το αριστερό), αναλαμβάνει ικανότητες ομιλίας, σημαίνει ότι η διαφορά ωρίμανσης μεταξύ των δύο ημισφαιρίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις διαφορετικές εμπειρίες και κυρίως από την εκπαίδευση κατά την παιδική ηλικία.

Το σημερινό σύστημα εκπαίδευσης ασχολείται με την ανάπτυξη λεκτικών ικανοτήτων σειριακού τύπου, δηλ. απευθύνεται στο αριστερό ημισφαίριο. Είναι

γεγονός ότι η μη λεκτική πλευρά της γνώσης σχεδόν αγνοείται, ενώ η διαισθητική σκέψη αποθαρρύνεται στο σχολείο. Ψυχολογικά τεστ έχουν δείξει ότι η διαισθητική σκέψη ενός παιδιού σχετίζεται αρνητικά με την κλασσική επίδοσή του στο σχολείο και όσο προοδεύει ένα παιδί στο σχολείο, τόσο οι δημιουργικές καλλιτεχνικές επιδόσεις (π.χ. ζωγραφική) χάνουν τη γνησιότητά τους και γίνονται στερεότυπες (βλ. Σαββάκη, 1989, σ.107).

Η εκπαίδευση των ατόμων θα έπρεπε επομένως να αρχίζει με προσεκτική παρατήρηση των μαθητών, των γνωστικών στρατηγικών που χρησιμοποιούν και των ατομικών τους διαφορών. Αντί της ηλικίας, του φύλου και της νοημοσύνης, οι στρατηγικές που χρησιμοποιούν οι μαθητές, αναλυτικές ή ολιστικές φαίνεται να οδηγούν πιο άμεσα σε θεωρητικά ενδιαφέρουσες εκπαιδευτικές τεχνικές. Μπορεί να είναι δύσκολο να μάθει ένα παιδί, όταν υπάρχει μια ασυμφωνία μεταξύ της ολιστικής γνωστικής στρατηγικής που χρησιμοποιεί το παιδί και των αναλυτικά οργανωμένων σχολικών βιβλίων και προγραμμάτων διδασκαλίας (βλ. Μ. Κάτσιου-Ζαφρανά, 1988).

Ο πραγματικός ανασχηματισμός της εκπαίδευσης απαιτεί από το σύστημα, τους δασκάλους και τους γονείς, να διεγείρουν τόσο τη λεκτική όσο και την μη λεκτική σκέψη των μαθητών, να τους μάθουν να αισθάνονται την μη λεκτική τους συνείδηση και να σέβονται τη διαίσθηση και την μη λεκτική νοητική διαδικασία. Σ' αυτή τη νοητική διαδικασία στοχεύει η στρατηγική διδασκαλίας των φυσικών επιστημών μέσα από το πείραμα και την εμπειρική παρατήρηση. Αν ο μαθητής ανακαλύψει με το πείραμα (μη λεκτικά) το εύρημα-αποτέλεσμα και ακολούθως το λεκτικοποιήσει, δεν του χρειάζεται να αποστηθίσει άγωνα τη λεκτικοποιημένη από άλλους γνώση, την οποία άλλωστε μπορεί να ξεχάσει σύντομα.

Μαθαίνοντας το παιδί όχι μόνο την αφαιρετική - λεκτική - λογική αντίληψη, αλλά και την ολιστική - μη λεκτική - διαισθητική σκέψη, θα είναι στη δημιουργική θέση να συλλάβει πολύπλοκες υποκείμενες αμοιβαίες σχέσεις ιδεών και γεγονότων και να δει παλαιά προβλήματα με καινούριο τρόπο.

Ένα σύγχρονο σχολείο με ένα αναλυτικό πρόγραμμα, γενικό αλλά και ειδικό, σταθερό και ευλύγιστο κατά ατομικές και ομαδικές περιπτώσεις, όπως υποστηρίζει ο Α. Κοσμόπουλος (1990, σ. 63), πρέπει να είναι το ζητούμενο της εποχής μας. Ένα σχολείο προσανατολισμένο στο πρόσωπο κι ένα αναλυτικό πρόγραμμα προσαρμοσμένο στις ικανότητες του κάθε μαθητή, για την ενεργοποίηση και καθολική ανάπτυξη όλων των ψυχοσωματικών δεξιοτήτων του. Ένα πρόγραμμα θεωρητικό και πρακτικό τόσο στο περιεχόμενό του, όσο και στην ειδική μεθοδολογία με την οποία προσφέρεται.

Το επιστημονικά οργανωμένο σχολικό περιβάλλον που θα πρέπει να προσφερθεί σε κάθε παιδί, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσής του, συμφωνούμε απόλυτα με την Μ. Κάτσιου-Ζαφρανά (1988), ότι θα πρέπει να περιλαμβάνει νέες τάξεις εργασίας, που μοιάζουν περισσότερο με εργαστήρια και τις οποίες χαρακτηρίζει κυρίως το κατάλληλα σχεδιασμένο υλικό πνευματικής ανάπτυξης του παιδιού και η δυνατότητα που έχει το παιδί να εργαστεί ατομικά επιλέγοντας το υλικό που το ενδιαφέρει, ώστε να κατακτά με τον δικό του ρυθμό την κατανόηση του υλικού πνευματικής ανάπτυξης καθώς και τις δεξιότητες και ικανότητες που το βοηθούν να κινείται πιο αποτελεσματικά στο χώρο του.

Ολοκληρώνοντας αυτή την εργασία θα θέλαμε να σημειώσουμε, ότι αν η νευροψυχολογική μελέτη των γνωστικών ικανοτήτων και των διαδικασιών της μάθησης, έχει να προσφέρει κάτι στην παιδαγωγική σκέψη και πρακτική, αυτό το κάτι δεν είναι σίγουρα μια «συνταγή» εκπαιδευτικής δράσης. Είναι ένα ευρύ φάσμα μεθοδολογικών πλαισίων ανάλυσης και διδακτικών κοινωνικών πρακτικών σε σχέση με τις ατομικές γνωστικές πραγματικότητες της σχολικής τάξης. Ένα σφαιρικό πλαίσιο δηλαδή νευρο-ψυχο-παιδαγωγικής ερευνητικής επεξεργασίας και ταυτόχρονα ένα προσανατολισμό για τη μεταγνωστική σκέψη του εκπαιδευτικού πάνω στις γνωστικές δεξιότητες και τις διδακτικές διαδικασίες. Μια δυνατότητα διάρθρωσης του «τι» και του «πως» μαθαίνει ο άνθρωπος, με το «τι» και το «πως» του δίνεται η ευκαιρία να μάθει, το «τι» και το «πως» διδάσκεται.

VII. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μετρήσεις της μη-γλωσσικής ικανότητας θεωρούνται ως ουσιαστικό στοιχείο της ικανότητας ή της ανεπάρκειας των μαθητών, όπως παρουσιάζεται από τους σχολικούς ψυχολόγους. Μια κατηγορία από αυτές τις μετρήσεις επιδιώκει να εκτιμήσει τις οπτικοκινητικές δεξιότητες, οι οποίες πιστεύεται ότι σχετίζονται με ποικίλες απόψεις της ακαδημαϊκής ικανότητας και επιτυχίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της πορείας ανάπτυξης των οπτικοκινητικών δεξιοτήτων κατά τη διάρκεια της σχολικής ηλικίας και η προσπάθεια να εντοπιστούν πιθανές επιδράσεις της ηλικίας, του φύλου και της προτίμησης χεριού πάνω στην οπτικοκινητική οργάνωση. Η συγκεκριμένη οπτικοκινητική δεξιότητα που εξετάσθηκε σ' αυτή τη μελέτη, ήταν η ικανότητα αναπαραγωγής ενός σύνθετου σχήματος. Η αναπαραγωγή ενός σχήματος απαιτεί αντιληπτική και δημιουργική κινητική ικανότητα από το παιδί. Αρχικά απαιτείται οπτική αντίληψη αναγνώρισης, στη συνέχεια γνωστική αντίληψη και τελικά δημιουργική κινητική έκφραση, με μια συνεχή ανατροφοδότηση καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.

Τετρακόσια είκοσι αριστερόχειρα και ισάριθμα δεξιόχειρα παιδιά, ηλικίας 5,5 ως 12,5 ετών συμμετείχαν σ' αυτή τη μελέτη. Πριν προχωρήσουμε στην κύρια πειραματική διαδικασία, τα παιδιά εξετάσθηκαν για την προτίμηση χεριού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το *Edinburg Handedness Inventory*, στη συντομική του έκδοση. Το σύνθετο σχήμα των *Rey-Osterrieth* επιλέχθηκε και χρησιμοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες που παρέχονται από τους δημιουργούς του, για τη διερεύνηση των αναπτυσσόμενων οπτικοκινητικών δεξιοτήτων.

Τα αποτελέσματά μας έδειξαν μία έντονη ανάπτυξη της οπτικοκινητικής ικανότητας με την αύξηση της ηλικίας σε όλα τα παιδιά μέχρι την ηλικία των 9,5 ετών και ανεξάρτητα από το φύλο και την προτίμηση χεριού. Αυτή η περίοδος έντονης ανάπτυξης έφθανε σε ένα υψίπεδο στην ηλικία των 9,5 περίπου ετών στα δεξιόχειρα παιδιά, ενώ συνεχίζεται με πολύ βραδύτερους όμως ρυθμούς και μέχρι την ηλικία των 12,5 περίπου ετών στα αριστερόχειρα παιδιά. Σημαντικές

διαφοροποιήσεις είναι εμφανείς στα αποτελέσματά μας, σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το φύλο και η προτίμηση χεριού επιδρούν στην οπτικοκινητική οργάνωση των παιδιών στις διάφορες ηλικιακές ομάδες. Τα δεξιόχειρα παιδιά εμφάνισαν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις κατά την αναπαραγωγή του σύνθετου σχήματος των Rey-Osterrieth από τα αριστερόχειρα, σε όλες τις ηλικίες, και τα κορίτσια είχαν την τάση να παρουσιάζουν καλύτερες επιδόσεις από τα αγόρια στις νεαρότερες ηλικιακές ομάδες.

Τα ευρήματά μας σχολιάζονται στο πλαίσιο των διαφορετικών ρυθμών ωρίμανσης των εγκεφαλικών ημισφαιρίων στον άνθρωπο. Θεωρούμε ότι η μυελινοποίηση του μεσολοβίου και η πλευρίωση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων είναι πιθανώς μέρος των αιτιών που οδηγούν τα κορίτσια και τα δεξιόχειρα παιδιά σε καλύτερες επιδόσεις σε συγκεκριμένα αναπτυξιακά στάδια.

VIII. ABSTRACT

Measures of non-language ability have long been considered an essential component of the profile of students' strengths and weakness as developed by school psychologists. One category of such measures seeks to assess visual-motor skills, thought to be related to various aspects of academic readiness and success. The purpose of the present study was to investigate the visual-motor skills development during childhood years, as well as, to assess possible influences of age, sex and handedness on visual-motor organization. The particular visual-motor skill under consideration here, was the ability to reproduce a complex figure. Reproduction of a figure, requires perception and creative motor ability in a child. Visual - perception recognition required first, then cognitive perception and finally creative motor expression, with a continual use of feedback throughout the process.

Four hundred twenty left - handed and an equal number of right - handed children, aged 5.5 to 12.5 years participated in this study. The children were tested for hand preferences before moving on to the main test procedure. The Edinburgh Handedness Inventory in its abridged version, was given to children, in order to quantify handedness. The Rey-Osterrieth Complex Figure was selected and used according to the directions provided by their authors, for the investigation of the developing visual-motor skills.

Our results showed an improvement in visual-motor ability with age in all children until the age of 9,5 years, irrespective of sex and hand preference. This period of improvement is followed by a plateau in right-handed children, while it continued at very slow rates in the left -handed children aged 9,5 to 12,5 years. Considerable variation is also evident in our results in the degree of influence of sex and handedness on the visual-motor organization of the children in the different age groups. The right handed children showed significantly better performance on Rey-Osterrieth Complex Figure than the left-handed at all age levels and girls tended to exhibit better performance than boys between the younger age groups.

The findings are discussed in the context of the different rates of human cerebral hemispheres maturation. We infer that the myelinization of the corpus callosum and the lateralization of the hemispheres may be part of the reason which leads girls and right-handed subjects to exhibit better performances in certain developmental stages.

IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aboitiz, F., Scheibel, AB., Zaidel, E. (1992a)** Morphometry of the Sylvian Fissure and the corpus callosum, with emphasis on sex differences. *Brain*, *115*: 1521-1541.
- Aboitiz, F., Scheibel, AB., Fisher, R. S., Zaidel, E. (1992b)** Fiber composition of the human corpus callosum. *Brain Res*, *598*: 143-153.
- Aboitiz, F., Scheibel, AB., Fisher, R. S., Zaidel, E. (1992c)** Individual differences in brain asymmetries and fiber composition in the human corpus callosum. *Brain Res*, *598*: 154-161.
- Akshoomoff, N.A., and Stiles, J. (1995a)**. Developmental trends in visuospatial analysis and planning: I. Copying a complex figure. *Neuropsychology*, *9*, 364-377.
- Akshoomoff, N.A., and Stiles, J. (1995b)**. Developmental trends in visuospatial analysis and planning: II. Memory for a Complex Figure. *Neuropsychology*, *9*(3), 378-389.
- Alexander, J. E. & Polich, I. (1995)** P300 differences between sinistrals and dextrals. *Cognitive Brain Research*, *2*, 277-282.
- Annett, M., (1981)** The genetics of handedness. *TINS*. pp 256-258.
- Annett, M., & Kilshaw, D. (1982)**. Mathematical ability and lateral asymmetry. *Cortex*, *18*, 547-568.
- Annett, M., & Manning, M. (1989)**. The disadvantages of dextrality for intelligence. *British Journal of Psychology*, *80*, 213-226.
- Annett, M., & Turner, A. (1974)**. Laterality and the growth of intellectual abilities. *British Journal of Educational Psychology*, *44*, 37-46.

- Archibald, Y. (1979).** *Reproduction of the Rey figure in patients with unilateral hemisphere lesions.* Paper presented at the Annual Meeting of the International Neuropsychological Society, New Orleans.
- Ardila, A., and Rosselli, M. (1994).** Development of language, memory and visuo-spatial abilities in 5- to 12- year old children using a neuropsychological battery. *Developmental Neuropsychology, 10*(2), 97-120.
- Banich, M.T. and A. Belger (1990).** Interhemispheric interaction: How do the hemispheres divide and conquer a task? *Cortex, 26*, 77-94.
- Banich, M.T., S. Goering, N. Stolar and A. Belger (1990).** Interhemispheric processing in left - and right - handers. *International Journal of Neuroscience, 54*, 197-208.
- Belmont, I. (1980)** Perceptual organization and minimal brain dysfunction In: H. Rie & E. Rie., (Eds.), *Handbook of Minimal Brain Dysfunction: A Critical View*, N.Y.:John Wiley.
- Benbow, C.P. (1986).** Physiological correlates of extreme intellectual precocity. *Neuropsychologia, 24*, 719-725.
- Bennet-Levy, J. (1984).** Determinants of performance on the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *British Journal of Clinical Psychology, 23*, 109-119.
- Bentin, S., A. Sahar, and M. Moscovitch (1984).** Intermanual information transfer in patients with lesions in the trunk of the corpus callosum. *Neuropsychologia, 22*, 601-612.
- Berenbaum, S.A. (1978).** *Effects of sample characteristics on group differences in brain lateralization and cognition.* Paper presented at the 8th Annual Meeting of the Behavior Genetics Association, Davis, CA.
- Berlucchi G. (1983).** Two hemispheres but one brain. *Behav Brain Sci, 6*: 171-173.

- Berninger, V.W., Yates, C., Cartwright, A. & Rutberg, J. (1992).** Lower-level developmental skills in beginning writing. *Reading and Writing, 4*, 257-280.
- Berry, K.F. (1967).** *Developmental test of visual-motor integration*, Chicago: Follett Educational Corporation.
- Binder, L.M., (1982).** Constructional strategies on complex figure drawing after unilateral brain damage. *Journal of Clinical Neuropsychology, 4*, 51-58.
- Bishop, D.V.M., Ross, V.A., Daniels, M.S., & Bright, P. (1996).** The measurement of hand preference: A validation study comparing three groups of right-handers. *British Journal of Psychology, 87*, 269-285.
- Bradshaw, J. L. (1989).** *Hemispheric Specialization and Psychological Function*. Chichester, England: Wiley.
- Bradshaw-Mc Anulty, G., Hicks, R. E., & Kinsbourne, M. (1984).** Pathological left-handedness and familial sinistrality in relation to degree of mental retardation. *Brain and Cognition, 3*, 349-356.
- Bradshaw, J. L., Nettleton, N. C., & Taylor, M. J. (1981).** Right hemisphere language and cognitive deficit in sinistrals? *Neuropsychologia, 19*, 113-132.
- Bradshaw, J. L., and N. G. Nettleton. (1983).** *Human Cerebral Asymmetry*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Briggs, G. G., Nebes, R. D., & Kinsbourne, M. (1976).** Intellectual differences in relation to personal and family handedness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 28*, 591-601.
- Brizzolara, D., Ferretti, G., Brovedani, P., Casalini, C. and Sbrana, B. (1994).** Is interhemispheric transfer time related to age? A developmental study. *Behavioural Brain Research, 64*, 179-184.
- Bryden, M.P. (1982).** *Laterality: Functional Asymmetry in the Intact Brain*. New York: Academic Press.

- Bryden, M.P. and Steenhuis, R. (1991).** The assessment of handedness in children. In Obrzut, J. and Hynd, G. (Eds) *Neuropsychological foundations of learning disabilities*, N.Y. Academic Press, pp. 411-436.
- Burnett, S. A., Lane, D. M., & Dratt, L. M. (1982).** Spatial ability and handedness. *Intelligence*, 6, 57-68.
- Caplan, B., & Kinsbourne, M. (1981).** Cerebral lateralization, preferred cognitive mode and reading ability by normal children. *Brain and Language*, 14, 349-370.
- Carlson, J. N., and S. D. Glick (1989).** Cerebral lateralization as a source of interindividual differences in behavior. *Experientia*, 45, 788-798.
- Chapman, L. J., & Chapman, J. P. (1987).** The measurement of handedness. *Brain and Cognition*, 6, 175-183.
- Clarke, J. M., (1990).** *Interhemispheric functions in humans: Relationships between anatomical measures of the corpus callosum, behavioural laterality effects and cognitive profiles.* Unpublished doctoral dissertation, University of California at Los Angeles.
- Clarke, J. M. , Zaidel E. (1994).** Anatomical - Behavioral Relationships: Corpus Callosum morphometry and hemispheric specialization. *Behavioral Brain Research* 64: 185-202.
- Concha, A., Graham, H., Munoz, A., Vlahov, D., Royal III, W., Updike, M., Nancesproson, T., Selnes, A., & Mc Arthur, C. (1992).** Effect of chronic substance abuse on the neuropsychological performance of intravenous drug users with a high prevalence of HIV - 1 seropositivity. *American Journal of Epidemiology*, 136, 1338-1348.
- Cook, N. D. (1984).** Homotopic callosal inhibition. *Brain and Language*, 23, 116-125.

- Cook, N. D. (1986).** *The Brain Code: Fundamental Mechanisms of Information Transfer in the Human Brain.* London: Routledge and Kegan Paul.
- Coren, S. (1993).** Measurement of handedness via self-report: the relationship between brief and extended inventories. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 1035-1042.
- Cunningham, D. J. (1892).** *Contribution to the Surface Anatomy of the Cerebral Hemispheres.* Dublin: Royal Irish Academy. Cited in Geschwind and Calaburda, 1987.
- D' Amato, R.C., Lidiak, S. & Lassiter, K. (1994).** Comparing verbal and nonverbal intellectual functioning with the TONI and WISC-R. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 701-702.
- Dammann, O., Walther, H., Allers, B., Schroder, M., Drescher, J., Lutz, D., Veelken, N. & Schulte, F. J. (1996).** Development of a regional cohort of very - low - birthweight children at six years: cognitive abilities are associated with neurological disability and social background. *Dev. Med. Child Neurology*, 38 (2):97-106.
- Davis, D. & Eliot, J. (1994).** Comparison of related perceptual tests. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 399-402.
- Dee, H. L. (1971).** Auditory asymmetry and strength of manual preference. *Cortex*, 7, 236-245.
- De Lacoste - Utamsing, C., & Holloway, R. L. (1982).** Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science*, 216, 1431-1432.
- Denckla, M. B. (1978).** Minimal brain dysfunction. In J. S. Chall & A. F. Mirsky (Eds.) *Education and the brain. 77th Yearbook of the National Society for the Study Education.* Chicago: University of Chicago Press.
- Driesen, N. & Raz, N (1995).** The influence of sex, age and handedness on corpus callosum morphology: A meta-analysis. *Psychobiology*, 23(3), 240-247.

- Dunn, L. M. (1965).** *Peabody Picture Vocabulary Test (Expanded Manual)*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Eeg-Olofson, O. (1982).** The evolution of the EEG in normal children and adolescents. In G. G. Wise, M. E. Blaw, and P. G. Procopics (Eds.), *Topics in child neurology* (Vol. 2, pp. 55-72). New York: SP Medical and Science Books.
- Ellis, R. S. (1928).** *The psychology of individual differences*. New York: Appleton.
- Eme, R., Stone, S., & Izral, R. (1978).** Spatial deficit in familial left-handed children. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 919-922.
- Fagan-Dubin, L. (1974).** Lateral dominance and development of cerebral specialization. *Cortex*, 10, 69-74.
- Fennell, E., Satz, P., Van Den Abell, T., Bowers, D., & Thomas, R. (1978).** Visuospatial competency, handedness, and cerebral dominance. *Brain and Language*, 5, 206-214.
- Fensen, L. (1985).** The transition from construction to sketching. In N. Freeman & M. Cox (Eds.) *Visual order*. Cambridge: University Press.
- Flick, G. (1966).** Sinistrality revisited: A perceptual - motor approach: *Child Development*, 37, 613-622.
- Φλουρής, Γ. (1988).** *Αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και διαδικασία μάθησης*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Foundas, A. L., Leonard, C. M. & Heilman, K. M. (1995).** Morphological cerebral asymmetries and handedness: The pars triangularis and planum temporale. *Archives of Neurology*, 52, 501-508.
- Galaburda, A.L, Rosen, G.D., and Sherman, G.F. (1990).** Individual variability in cortical organization: Its relationship to brain laterality and implications to function. *Neuropsychologia*, 28, 529-546.

- Galaburda, A. M., F. Sanides, and N. Geschwind (1978).** Human brain: Cytoarchitectonic left-right asymmetries in the temporal speech region. *Archives of Neurology*, *35*, 812-817.
- Garai, G. E. & Scheinfeld, A. (1968).** Sex differences in mental and behavioral traits. *Genetic Psychology Monographs*, *77*, 169-299.
- Geschwind, N. (1968).** Disconnection syndromes in animals and man. *Brain*, *88*, 237-294; 585-644.
- Geschwind, N., and W. Levitsky (1968).** Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, *161*, 186-187.
- Geschwind, N., & Galaburda, A. M. (1985).** Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology: I-II. A hypothesis and a program for research. *Archives of Neurology*, *42*, 428-459, 521-552.
- Geschwind, N. & Galaburda A.M. (1987).** *Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations and pathology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gesell, A. (1948).** *Studies in child development*. New York: Harper and Row.
- Gibson, J. B. (1973).** Intelligence and handedness. *Nature*, *243*, 482.
- Gilbert, C. (1977).** Non-verbal perceptual abilities in relation to left-handedness and cerebral lateralization. *Neuropsychologia*, *15*, 779-791.
- Ginzburg, H. and Opper, S. (1979).** *Piaget's theory of intellectual development*. (2nd ed.) Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Glenn, S. M., Bradshaw, K. & Sharp, M. (1995).** Handedness and the development of direction and sequencing in children's drawings of people. *Educational Psychology*, *15*(1), 11-21.
- Goldberg, E., & Costa, L. D. (1981).** Hemispheric differences in the acquisition and use of descriptive systems. *Brain and Language*, *14*, 144-173.

- Goldman-Raklic, P.S. (1981).** Development and plasticity of primate frontal association cortex. In F. O. Schmitt, F. G. Worden, G. Adelman, & S. G. Dennis (Eds.), *The organization of cerebral cortex* (pp. 69-97). Cambridge, MA: MIT Press.
- Goldstein, K. (1948).** *Language and language disturbances*. New York: Grune & Stratton.
- Goldstein, D. J. & Britt, T. W. (1994).** Visual-motor coordination and intelligence as predictors of reading, mathematics and written language ability. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 819-823.
- Goodnow, J. (1977).** *Children's Drawing*. Cambridge: Harvard University Press.
- Goodnow, J. J., & Levine, R. (1976).** The grammar of action: Sequence and syntax in children's copying. *Cognitive Psychology*, 4, 82-98.
- Greenfield, P. & Schneider, L. (1977).** Building a tree-structure: The development of hierarchical complexity and interrupted strategies in children's construction activity. *Developmental Psychology*, 13, 299-313.
- Gregory, R. J., Alley, P. & Morris, L. (1980).** Left-handedness and spatial reasoning abilities: The deficit hypothesis revisited. *Intelligence*, 4, 151-159.
- Gur, R. G., Parker, I. K., Hungerbuhler, J. P., Reivich, M., Obrist, W. D., Amarnek, W.S., & Sacheim, H. A. (1980).** Differences in the distribution of gray and white matter in human cerebral hemispheres. *Science*, 207, 1226-1228.
- Habib, M., Garrand, D., Oliva, A., Regis, J., Salamon, J. and Khalil, R. (1991).** Effects of handedness and sex on the morphology of the corpus callosum. A study with magnetic resonance imaging. *Brain and Cognition*, 16, 41-61.

- Habib, M. and Pelletier, J. (1994).** Functional neuroanatomy of interhemispheric relationships. *Revue de Neuropsychologie*, 4, 1-2, 69-112, 143-187.
- Halpern, D. F. (1986).** *Sex differences in cognitive abilities*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hardyck, C. (1977).** Handedness and part-whole relationships: A replication. *Cortex*, 13, 177-183.
- Hardyck, C. & Petrinovich, L. F., (1977).** Left - handedness. *Psychological Bulletin*, 84, 385-404.
- Hardyck, C. & Petrinovich, L. F., & Goldman, R. D. (1976).** Left-handedness and cognitive deficit. *Cortex*, 12, 266-279.
- Harris, L. G. (1978).** Sex differences in spatial ability: Possible environmental, genetic and neurological factors. In M. Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical functions of the brain*, (pp. 405-522). Cambridge: Cambridge University Press.
- Harris, L. (1985).** Teaching the right brain: Historical perspective on a contemporary educational fad. In C.T. Best (Ed.) *Function and collaboration in the child*. NY: Academic Press (pp. 229-273).
- Harris, L. J., & Carlson, F. F. (1988).** Pathological left-handedness: An analysis of theories and evidence. In D.L. Molfese & S.J. Segalowitz (Eds.), *Brain lateralization in children* (pp. 289-372). New York: Guilford Press.
- Harshman, R. A., Hampson, E., (1987).** Normal variation in human brain organization: Relation to handedness, sex and cognitive abilities. In D. Ottoson (Ed.), *Duality and unity of the brain: Unified functioning and specialisation of the hemispheres* (pp. 83-99). London: Macmillan.
- Harshman, R. A., Hampson, E., & Berenbaum, S. A. (1983).** Individual differences in cognitive abilities and brain organization, Part I: Sex and handedness in ability. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 144-192.

- Hecaen, H., DeAgostini, M., & Monzon-Montes, A., (1981).** Cerebral organization in left-handers. *Brain and Language* 12, 261-284.
- 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.* Cambridge: Harvard University Press.
- Hellige, J. B., Bloch, M., Cowin, E., Eng, T., Eviatar, Z., & Sergent, V. (1995).** Individual variation in hemispheric asymmetry: Multitask study of effects related to handedness and sex. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(3), 235-256.
- Henderson, N.D. (1982).** Human behavior genetics. *Annual Review of Psychology*, 33, 403-440.
- Henninger, P. (1992).** Handedness and lateralization. In A. Puente & R. McCaffrey (Eds.) *Handbook of neuropsychological assessment.* New York: Plenum Press pp. 141-180.
- Herrmann, D. J., & Van Dyke, K. A. (1978).** Handedness and the mental rotation of perceived patterns. *Cortex*, 14, 521-529.
- Herron, J., Galin, D., Johnstone, J., & Ornstein, R. E. (1979).** Cerebral specialization, writing posture, and motor control of writing in left-handers. *Science*, 205, 1285-1289.
- Hicks, R. A., & Beveridge, R. (1978).** Handedness and intelligence. *Cortex*, 14, 304-307.
- Hochberg, F. M., and M. LeMay (1975).** Arteriographic correlates of handedness. *Neurology*, 25, 218-222.

- Holloway, R. L., & De Lacoste, C. (1986).** Sexual dimorphism in the human corpus callosum: An extension and replication study. *Human Neurobiology, 5*, 87-91.
- Holmes, J. (1982).** *Teaching children, not subjects.* Paper presented at the New York Orton Society Conference, New York.
- Hoptman, M., & Davidson, R. (1994).** How and why do the two cerebral hemispheres interact? *Psychological Bulletin, 116* (2), 195-219.
- Hudspeth, W. H. & Pribram, K. H. (1992).** Psychophysiological indices of cerebral maturation. *International Journal of Psychophysiology, 12*, 19-29.
- Hynd, G. W., M. Semrud-Clikeman, A. R. Lorys, E. S. Novoy, and D. Eliopoulos (1990).** Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity. *Archives of Neurology, 47*, 919-926.
- Inglis, J., & Lawson, J. S. (1984).** Handedness, sex and intelligence. *Cortex, 20*, 447-457.
- Jeannerod, M. (1986).** Mechanisms of visuomotor coordination: A study in normal and brain-damaged subjects. *Neuropsychologia, 24*, 41-78.
- Johnson, O., & Harley, C. (1980).** Handedness and sex differences in cognitive tests of brain laterality. *Cortex, 16*, 73-82.
- Kaplan, E. (1983).** Process and achievement revisited. In S. Wapner & B. Kaplan (Eds.), *Toward a holistic developmental perspective.* Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Kaplan, E. (1988).** A process approach to neuropsychological assessment. In T. Boll and T.K.Bryant (Eds.) *Clinical Neuropsychology and brain function: Research, measurement and practice. The master lecture series, Vol. 7* (pp. 125-167). Washington, DC: American Psychological Association.
- Καραπέτσας, Α. (1988).** *Νευρογυχολογία του αναπτυσσόμενου ανθρώπου.* Αθήνα: Σμυρνιωτάκης.

- Karapetsas, A. and Kantas, A. (1991).** Visuomotor organization in the child: A neuropsychological approach. *Perceptual and Motor Skills*, 72, 211-217.
- Kashihara, E. (1979).** Lateral preference and style of cognition. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 1167-1172.
- Κασσωτάκης, Μ. και Φλουρής, Γ. (1983).** *Μάθηση και διδασκαλία*. Αθήνα.
- Κάτσιου - Ζαφρανά Μ. (1988).** Ανθρώπινος εγκέφαλος και μάθηση. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 42, 32-44.
- Kimura, D. (1983).** Sex differences in cerebral organization for speech and praxic functions. *Canadian Journal of Psychology*, this volume. Kimura, D. (1987). Are men's and women's brains really different? *Canadian Psychologist*, 28, 133-147.
- King, M. (1981).** Effects of non-focal brain dysfunction on visual memory. *Journal of Clinical Psychology*, 37, 638-643.
- Kinsbourne, M. (1975).** The mechanism of hemispheric control of the lateral gradient of attention. *In Attention and Performance*, vol. 5, ed. P.M.A. Rabbitt and S. Dornic. New York: Academic Press.
- Kinsbourne, M. (1982).** Hemispheric specialization and the growth of human understanding. *American Psychologist*, 37, 411-420.
- Kirk, U. (1981).** The development and use of rules in the acquisition of perceptual-motor skill. *Child Development*, 52, 299-305.
- Kirk, U. (1985).** Hemispheric Contributions to the Development of Graphic Skill. In C.T. Best (Ed.), *Hemispheric Function and Collaboration in the Child*, N.Y.: Academic Press, pp. 193-228.
- Klicpera, C. (1983).** Poor planning as a characteristic of problem-solving behavior: A study using the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *Acta Paedopsychiatrica*, 49, 73-82.

- Knoff, H. M., & Sperling, B. L. (1986).** Gifted children and visual-motor development: a comparison of Bender-Gestalt and VMI test performance. *Psychology in the schools, 23*, 247-251.
- Knox, A.W., & Boone, D.R. (1970).** Auditory laterality and tested handedness *Cortex, 6*, 164-173.
- Kocel, K. M. (1980).** Age-related changes in cognitive abilities and hemispheric spacialization. In J. Herron (Ed.), *Neuropsychology of left-handedness* (pp. 293-302). New York: Academic Press.
- Kolb, B. & Whishaw, I. (1985).** *Fundamentals of human neuropsychology* (2nd ed.). New York: Freeman.
- Kolata, G. (1983).** Math genius may have hormonal basis. *Science, 222*, 1312.
- Koppitz, E. M. (1975).** *The Bender Gestalt Test for young children* (Vol. 11). New York: Grune & Stratton.
- Κοσμόπουλος, Α. (1990).** *Το σχολείο πέθανε: Ζήτω το σχολείο του προσώπου*. Αθήνα Γρηγόρης.
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E.. (1975).** Differences between sinistrals ability to infer a whole from its parts: A failure to replicate. *Neuropsychologia, 13*, 455-464.
- La Mantia, A. S., & Rakic, P. (1990).** Cytological and quantitative characteristics of four cerebral commissures in the rhesus monkey. *Journal of Comparative Neurology, 291*, 520-537.
- Lansdell, H. (1969).** Verbal and nonverbal factors in right-hemisphere speech: Relations to early neurological history. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 69*, 734-738.

- Larsen, J. Pl, T. Høien, I. Lundberg, and H. Odegaard (1990).** MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporale in adolescents with developmental dyslexia. *Brain and Language*, *39*, 289-301.
- Laszlo, J. & Bairstow, P. (1983).** Kinesthesia: Its measurement training and relationship to motor control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *35A*, 411-421.
- Laszlo, J. & Broderick, P. (1985).** The perceptual-motor skill of drawing. In N. Freeman & M. Cox (Eds.) *Visual order*. Cambridge: University Press.
- Lehman, J. and Breen, M. J. (1982).** A comparative analysis of the Bender-Gestalt and Berry / Buctenica Test of visual-motor integration as a function of grade level for regular students. *Psychology in the Schools*, *19*, 52-55.
- Levy, J. (1969).** Possible basis for the evolution of lateral spacialization of the human brain. *Nature*, *224*, 614-615.
- Levy, J. (1974).** Psychobiological implications of bilateral asymmetry. In S.J. Dimond & J. G. Beaumont (Eds.), *Hemispheric function in the human brain*(pp. 121-183). New York: John Wiley & Sons.
- Levy, J. (1976).** A review of evidence for a genetic component in handedness. *Behavior Genetics*, *6*, 429-453.
- Levy, J., & Gur, R. C. (1980).** Individual differences in psychoneurological organization. In J. Herron (Ed.), *Neuropsychology of left-handedness* (pp. 199-210). New York: Academic Press.
- Levy, J., & Reid, M. (1978).** Variations in cerebral organization as a function of handedness, hand posture in writing, and sex. *Journal of Experimental Psychology*, *107*, 119-144.
- Lewis, R. S. & Harris, L. J. (1990).** Handedness, sex and spatial ability. In Coren S. (Ed.). *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies*, North Holland: Elsevier Science Publishers, pp. 319-341.

- Liberman, J., Stewart, W., Seines, O., & Gordon, B. (1994).** Rater agreement for the Rey-Osterrieth complex figure test. *Journal of Clinical Psychology*, 50 (4), 615-624.
- Liberman, J. & Breen, M. J. (1982).** A comparative analysis of the Bender-Gestalt and Berry/Buktenica test of visual-motor integration as a function of grade level for regular students, *Psychology in the Schools*, 19, 52-55.
- Lindsley, D. B., & Wicke, J. D. (1974).** The electroencephalogram: Autonomous electrical activity in man and animals. In R. T. Thompson & M. M. Patterson (Eds.), *Bioelectric recording techniques* (Part B). New York: Academic Press.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985).** Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Loring, D. W. Lee, G. P. & Meador, K. J. (1988).** Revising the Rey-Osterrieth Complex Figure Test: Rating right hemisphere recall. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 3, 239-247.
- Luria, A. R. (1973).** *The working brain*. New York: Basic Books.
- Luria, A. R. (1980).** *Higher cortical functions* (2nd ed.) New York: Basic Books.
- Maccoby, E. (1968). What copying requires. *Ontario Journal of Educational Research*, 10, 163-170.
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. N. (1974).** *The psychology of sex differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Mackworth, N. H., & Bruner, J. S: (1970).** How adults and children search and recognize pictures. *Human Development*, 13, 149-177.
- Mc Gee, M. G. (1976).** Laterality, hand preference and human spatial ability. *Perceptual and Motor Skills*, 42, 781-782.

- Mc Gee, M. G. (1979).** Human spatial abilities: Psychometric studies and enviromental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86, 889-918.
- McGlone, J. (1980).** Sex differences in human brain asymmetry: A critical survey. *The Behavioural and Brain Sciences*, 3, 215-227.
- McGlone J. (1986).** The neuropsychology of sex differences in human brain organization. In G. Goldstein and R.E. Tarter (Eds.). *Advances in Clinical Neuropsychology*, Vol 3, 1-30. NY: Plenum Press.
- McGlone, J. & Davidson, W. (1973).** The relation between cerebral speech laterality and spatial ability with special reference to sex and hand preference. *Neuropsychologia*, 11, 105-113.
- McHann, G. M. (1982).** Multiple sclerosis. In W. M. Cowan, Z. Hall, & E. P. Kandel (Eds.), *Annual review of neuroscience* (Vol. 5, pp. 219-239). Palo Alto: Annual Reviews Inc.
- Mckeever, W. F. (1986).** The influence of handedness, sex, familial sinistrality and androgyny on language laterality, verbal ability, and spatial ability. *Cortex*, 22, 521-537.
- McKeever W. F. (1991).** Handedness, language laterality and spatial ability. In F.L. Kitterle (Ed). *Cerebral laterality: Theory and Research* (pp.53-70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Mckeever, W. F., & Van Deventer, A. D. (1977).** Failure to confirm a spatial ability impairment in persons with evidence of right hemisphere speech capability. *Cortex*, 13, 321-326.
- Mebert, C. J., & Michel, G. F. (1980).** Handedness in artists. In J. Herron (Ed.). *Neuropsychology of left-handedness* (pp. 273-279). New York: Academic Press.

- Messerli, P., Seron, X., & Tissot, R. (1979).** Quelques aspects des troubles de la programmation dans le syndrome frontal. *Archives Suisse de Neurologie, Neurochirurgie et de Psychiatrie*, 125, 23-25.
- Miller, E. (1971).** Handedness and the pattern of human ability. *British Journal of Psychology*, 62, 11-112.
- Milner, (1974).** Hemispheric spacialization: Scope and limits. In F.O. Schmitt and F. G. Worden (Eds.). *The Neurosciences Third Study Program*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Milner, B. (1982).** *Speech lateralization, hand performance, and gesture control: Evidence from carotid-amygal studies*. Paper presented at the 43rd Annual Convention of the Canadian Psychological Association, Montreal.
- Nagae, S. (1985a).** Handedness and sex differences in the processing manner of verbal and spatial information. *American Journal of Psychology*, 98, 409-420.
- Nagae, S. (1985b).** Handedness and sex differences in selective interference of verbal and spatial information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 346-354.
- Nagae, S. (1994).** Handedness and cerebral hemispheric differences in memory for pictorial organization. *The Journal of General Psychology*, 121(3), 227-240.
- Natsopoulos D., Kiosseoglou, G. & Xeromeritou A. (1992).** Handedness and spatial ability in children: Further support for Geschwind's Hypothesis of «Pathology of superiority» and Annett's theory of intelligence. *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, 112(1), 103-126.
- Natsopoulos D., & Xeromeritou A. (1989).** Verbal abilities of left-and right-handed children. *The Journal of Psychology*, 123, 121-132.
- Nebes, R. D. (1971).** Handedness and the perception of part-whole relationship. *Cortex*, 7, 350-356.

- Nebes, R. D. (1976).** The use of imagery in memory by right and left handers. *Neuropsychologia*, *14*, 505-508.
- Neils, J. R., & Aram, D. M. (1986).** Handedness and sex of children with developmental language disorders. *Brain and Language*, *28*, 53-65.
- Newcombe, F., & Ratcliff, G. (1973).** Handedness, speech lateralization and ability. *Neuropsychologia*, *11*, 399-407.
- Nielson, S. & Sapp, G. L. (1991).** Bender-Gestalt developmental scores: predicting reading and mathematics achievement. *Psychological Reports*, *69*, 39-42.
- Nihey, Y. (1983).** Developmental change in covert principles for the organization of strokes in drawing and handwriting. *Acta Psychologica* *54*, 221-232.
- Ninio, A., and Liebllich, A. (1976).** The grammar of action: «phase structure» in children's copying. *Child Development*, *47*, 846-849.
- Ξωχέλλης, Π.Δ. (1991).** Παιδαγωγική του σχολείου. *Παιδαγωγική ψυχολογία εγκυκλοπαίδεια, λεξικό* (τ. 6ος, σσ. 3611-3614) Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- O' Boyle, M.W. and C.P. Benbow (1990).** Handedness and its relationship to ability and talent. In S. Coren (ed) *Left - handedness: Behavioral implications and anomalies*. 343-372. Amsterdam: Elsevier.
- O' Boyle, M.W. and J. B. Hellige (1989).** Cerebral hemisphere asymmetry and individual differences in cognition. *Learning and Individual differences*, *1*, 7-35.
- Oldfield, R.C. (1971).** The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*, 97-114.
- O' Leary, D. (1990).** Neuropsychological development in the child and the adolescent: Functional maturation, of the central nervous system. In C.A. Hauert(Ed.) *Development Psychology: Cognitive, perceptuo-motor and neuropsychological perspectives*. North Holland: Elsevier 339-355.

- Olsen, D. (1968).** From perceiving to performing the diagonal. *Ontario Journal of Educational Research*, 10, 171-179.
- Osterrieth, P.A. (1944).** Le teste de copie d'une figure complexe: contribution a l'etude de la perception et de la memoire. *Archives de Psychologie*, 30, 206-256.
- Παρασκευόπουλος, Ι. (1992).** Ψυχολογία ατομικών διαφορών. Αθήνα 6, 22-68.
- Pandya, D. N., & Seltzer, B. (1986).** The topography of commissural fibers. In F. Lepore, M. Ptito, & H. H. Jasper (Eds.) *Two hemispheres - One brain: Functions of the corpus callosum* (pp. 47-73). New York: Alan R. Liss.
- Pemberton, E. (1987).** The drawing rules of children: Sequence and direction. *Bulletin of the Psychonomic Society* 25, 383-386.
- Peterson, J. M. (1979).** Left-handedness: Differences between student and scientists. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 961-962.
- Peterson, J. M. & Lansky, L. M. (1974).** Left-handedness among architects: Some facts and speculation. *Perceptual and Motor Skills*, 38, 547-550.
- Peterson, J. M. & Lansky, L. M. (1977).** Left handedness among architects: Partial replication and some new data. *Perceptual and Motor Skills*, 45, 1216-1218.
- Piaget, J. (1969).** *Psychology of intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield, Adams & Co.
- Piaget, J. (1977).** *The development of thought: Equilibration for cognitive structures*. New York: Viking.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967).** *The child's conception of space*, N.Y. Norton.
- Piazza, D. M. (1980).** The influence of sex and handedness in the hemispheric specialization of verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 18, 163-176.

- Pillon, B. (1981).** Troubles Visuo-Constructifs et metods de comprehension. *Neuropsychologica, 19*, 375-383.
- Pipe, M. E. (1990).** Mental retardation and left-handedness: evidence and theories. In S. Coren (Ed.): *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies*. Amsterdam: North-Holland, pp. 293-318.
- Potter, S.M. and R.E. Graves (1988).** Is interhemispheric transfer related to handedness and gender? *Neuropsychologia, 26*, 319-326.
- Pulvermuller, F., Lutzenberg, W., Preibl, H. & Birbaumer, N. (1995).** Motor programming in both hemispheres: an EEG study of the human brain. *Neuroscience Letters, 190*, 5-8.
- Rabinowicz, T. (1979).** The differentiate maturation of the human cerebral cortex. In F. Falkner & J. M. Tanner (Eds.), *Human growth* (Vol. 3, pp. 97-123). *Neurobiology and nutrition*. New York: Plenum.
- Raczkowski, D., Kalat, J.W., and Nebes, R. (1974).** Reliability and validity of some handedness questionnaire items. *Neuropsychologia, 12*, 43-47.
- Rand, C. (1973).** Copying in drawing: The importance of adequate visual analysis versus the ability to utilize drawing rules. *Child Development, 44*, 47-53.
- 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.
- Reinis, S. & Goldman, J. M. (1980).** *The development of the brain*. Springfield, IL: Thomas.
- Rey, A. (1941).** L'examen psychologique dans le cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie, 28*, 286-340.
- Rey, A. (1959).** *Manuel: test de copie d'une figure complexe*. Paris: Centre de Psychologie Appliquee.

- Rosselli, M. & Ardila, A. (1991).** Rey-Osterrieth Complex Figure: Effect of age and educational level. *The Clinical Neuropsychologist*, 5, 370-376.
- Σαββάκη, Ε. (1989).** *Οι παράλληλοι εαυτοί μας και το βουβό δεξί ημισφαίριο*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
- Salter, K. (1989).** *A process approach to the evaluation of visual-motor skills in children with learning disabilities: A study using the Rey Complex Figure test*. Unpublished doctoral dissertation, University of the Victoria (Canada).
- Sanders, B., Wilson, J. R., & Vandenberg, S. G. (1982).** Handedness and spatial ability. *Cortex*, 18, 79-90.
- Sattler, J. M. (1974).** *Assessment of children's intelligence*. Philadelphia, PA: Saunders.
- Satz, P., Achenbach, K., & Fennell, E. (1967).** Correlations between assessed manual laterality and predicted speech laterality in a normal population. *Neuropsychologia*, 5, 295-310.
- Satz, P., Orsini, D. L., Saslow, E., & Henry, R. (1985).** The pathological left-handedness syndrome. *Brain and Cognition*, 4, 27-46.
- Segalowitz, S. J., and M. P. Bryden (1983).** Individual differences in hemispheric representation of language. In *Language Functions and Brain Organization*, (Ed.) S. J. Segalowitz 341-372. New York: Academic Press.
- Seitz, R. J. & Roland, P.E. (1992).** Learning of sequential finger movements in man: a combined kinematic and positron emission tomography (PET) study. *European Journal of Neurosciences*, 4, 154-165.
- Semenza, C., Denes, G., D'Urso, V., Romano, O., & Montorsi, T. (1978).** Analytic and global strategies in copying designs by unilaterally brain-damaged patients. *Cortex*, 14, 404-410.

- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Rugh, K. Constable, R., Skudlarski, P., Fulbright, R., Broden, R., Fletcher, J., Shankweller, D., Katz, L., & Gore, J. (1995).** Sex differences in the functional organization of the brain for language. *Nature*, *373*, (6515) 607-609.
- Sherman, J. (1979).** Cognitive performance as a function of sex and handedness: An evaluation of the Levy hypothesis. *Psychology of Women Quarterly*, *3*, 378-390.
- Simner, M. (1981).** The grammar of action and children's printing. *Developmental Psychology*, *17*, 866-871.
- Smith, L. C. & Moscovitch, M. (1979).** Writing posture, hemispheric control of movement and cerebral dominance in individuals with inverted and noninverted hand postures during writing. *Neuropsychologia*, *17*, 637-644.
- Snow, R.E. (1986).** Individual differences and the design of educational practice. *American Psychologist*, *41*, 1029-1039.
- Sperry, R. W. (1974).** Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. In F.O. Schmitt & F.G. Worden (Eds.), *The neurosciences: Third study program* (pp. 5-19), Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Sperry, R. W. (1962).** Some general aspects of interhemispheric integration. In Mountcastle V.B. (Ed) *Interhemispheric relations and Cerebral Dominance*. Johns Hopkins Press: Baltimore, MD. pp. 43-49.
- Springer, S. P. & Deutsch, G. (1989).** *Left brain, Right brain*. (3rd ed.). N.Y.: Freeman.
- Steenhuis, R. and Bryden, M.P. (1989).** Hand preference and performance: Right-handers, left-handers and left-handers who are not consistently left-handed. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *11*, 37.

- Stern, R. A., Singer, E. A., Duke, L. M., Singer, N. G., Morey, C. E., Daughtrey, E. W. & Kaplan, E. (1994).** The Boston Qualitative Scoring System for the Rey Osterrieth Complex Figure: Description and interrater reliability. *Clinical Neuropsychologist*, *8*, 309-322.
- Stern, B., & Stern, J. (1985).** The Rey-Osterrieth Complex Figure as a diagnostic measure of neuropsychological outcome of brain injury. *Scandinavian Journal of Rehabilitative Medicine: Supplement*, *12*, 31-35.
- Stewart, W. F., Gordon, B., Selnes, O., Bandeen-Roche, K., Zeger, S., Tusa, J., Celentano, D., Shechter, A., Liberman, J., Hall, C., Simon, D., Lesser, R., & Randall, D. (1994).** A prospective study of CNS function in the United States amateur boxers. *American Journal of Epidemiology*, *139*, 573-588.
- Sturniolo, M. G., & Galletti, F. (1994).** Idiopathic epilepsy and school achievement. *Arch. Dis. Child*, *70*(5), 424-428.
- Swanson, J. M., Kinsbourne, M., & Horn, J. M. (1980).** Cognitive deficit and left-handedness: A cautionary note. In J. Herron (Ed.), *Neuropsychology of left handedness* (pp. 281-292). New York: Academic Press.
- Tankle, R., & Heilman, K. M. (1982).** Mirror-reading in right - and left-handers. *Brain and Language*, *17*, 124-132.
- Tankle, R., & Heilman, K. M. (1983).** Mirror-writing in right-handers and in left-handers. *Brain and Language*, *19*, 115-123.
- Taylor, D. C. (1969).** Differential rates of cerebral maturation between sexes and between hemisphere: Evidence from epilepsy. *Lancet*, *2*, 140-142.
- Taylor, L. (1979).** Psychological assessment of neurosurgical patients. In T., Rasmussen, (Ed.). *Functional neurosurgery*. New York: Raven Press.

- Teuber, H. L. (1974).** Why two brains? In F.O. Schmitt and F.G. Worden (Eds.) *The Neurosciences Third Study Program*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Thatcher, R. W., Walker, R. A. & Guidice, S. (1987).** Human cerebral hemispheres develop at different rates and ages. *Science*, 236, 1110-1113.
- Tonnessen, F. E., Lokken, A., Høien, T. & Lundberg, I. (1993).** Dyslexia, left-handedness and immune disorders. *Archives of Neurology*, 50, 411-416.
- Τσανίρα, Ε. (1980).** *Νευροψυχολογική και ηλεκτροφυσιολογική μελέτη παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες*. Διδακτορική διατριβή. Νευρολογική κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Tucker, D. M. (1987).** Hemisphere specialization: A mechanism for unifying anterior and posterior brain regions. In *Duality and Unity of the brain*, ed. D. Ottoson, 180-193. London: Macmillan Press.
- Tucker, D. M., and P. A. Williamson (1984).** Asymmetric neural control systems in human self-regulation. *Psychological Review*, 91, 185-215.
- Vance, B., Fuller, G. B., & Lester, M. L. (1986).** A comparison of the Minnesota Percepto-Diagnostic Test Revised and the Bender-Gestalt. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 211-214.
- Van Sommers, P. (1984).** *Drawing and cognition*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Strien, J., Licht, R., Bouma, A., & Bakker, D. (1989).** Event related potentials during word-reading and figure-matching in left-handed and right-handed males and females. *Brain and Language*, 37, 525-547.
- Visser, R. (1985).** *Manual of the Complex Figure Test*, Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Vitale, B. (1982).** *Unicorns are real - A right - brained approach to learning*. Jalmar Press.

- Vlachos, F. and Karapetsas, A. (1994).** Visuomotor organization in the right-handed and the left-handed child: A comparative neuropsychological approach. *Applied Neuropsychology*, 1, 33-37.
- Vlachos, F. and Karapetsas, A. (in press).** Visuomotor organization and memory in the right-handed and the left-handed child: A comparative neuropsychological approach. *Child Neuropsychology*.
- Voyer, D. (1996).** On the magnitude of laterality effects and sex differences in functional lateralities. *Laterality*, 1(1), 51-83.
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M.P. (1995).** Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.
- Vurpillot, E. (1978).** The development of scanning strategies and their relationship to visual differentiation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 6, 632-650.
- Waber, D.P. (1976).** Sex differences in cognition: A function of maturation rate? *Science*, 192, 572-574.
- Waber, D.P. (1979).** Sex differences in mental abilities, hemispheric lateralization and rate of physical growth at adolescence. *Developmental Psychology*, 13, 29-38.
- Waber, D.P., & Bernstein, H. (1995).** Performance of learning-disabled and non-learning - disabled children on the Rey-Osterrieth Complex Figure: Validation of the developmental scoring system. *Developmental Neuropsychology*, 11(2), 237-252.
- Waber, D.P., & Bernstein, J. & Merola, J. (1989).** Remembering the Rey-Osterrieth Complex Figure: A dual - code cognitive neuropsychological model. *Developmental Neuropsychology*, 5, 1-15.

- Waber, D.P., and Holmes, J. M. (1985).** Assessing children's copy productions of the Rey-Osterrieth complex figure. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 7, 264-280.
- Waber, D. & Holmes, J. (1986).** Assessing children's memory productions of the Rey-Osterrieth complex figure. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8, 289-303.
- Warrington, E.K., James M., & Kinsbourne, M. (1966).** Drawing disability in relation to laterality of lesion. *Brain*, 89, 53-92.
- Wechsler, D. (1974).** *Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised. Manual.* New York: The Psychological Corporation.
- Williams, J. (1975).** Training children to copy and discriminate forms. *Journal of Educational Psychology*, 67, 790-795.
- Wilson, J. R., DeFries, J. C., Mc Clean, G. E., Vandenberg, S. G., Johnson, R. C., & Rashad, M.N. (1975).** Cognitive abilities: Use of family data as a control to assess sex and age differences in two ethnic groups. *International Journal of Aging and Human Development*, 6, 261-276.
- Witelson, S. F. (1980).** Neuroanatomical asymmetry in left-handers: A review and implications for functional asymmetry. In J. Herron (Ed.), *Neuropsychology of left-handedness.* New York: Academic Press.
- Witelson, S. F. (1983).** Bumps on the brain: Right-left anatomic asymmetry as a key to functional asymmetry. In *Language Functions and Brain Organization*, ed. S. J. Segalowitz, 117-144. New York: Academic Press.
- Witelson, S. F. (1985).** The brain connection: the corpus callosum is larger in left-handers. *Science*, 229, 665-668.
- Witelson, S.F. (1989).** Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum, *Brain*, 112, 799-835.

- Witelson, S. F. and D. L. Kigar (1987).** Neuroanatomical aspects of hemisphere specialization in humans. In *Duality and Unity of the Brain*, ed. D. Ottoson, 466-495. London: MacMillan.
- Witelson, S.F. and D.L. Kigar (1992a).** Neuroanatomical aspects of hemispheric specialization in humans. In D. Ottoson (ed.) *Duality and Unity of the brain*, 466-495. London: MacMillan.
- Witelson, S. F. and D. L. Kigar (1992b).** Sylvian Fissure Morphology and asymmetry in men and women: Bilateral differences in relation to handedness in men. *The Journal of Comparative Neurology*, 323, 326-340.
- Yakovlev, P. and Lecours, A. (1967).** The myelogenic cycles of regional maturation of the brain. In A. Minkowski (Ed) *Regional development of the Brain in Early Life*, (pp.3-70). Oxford, UK: Blackwell.
- Yen, W. M. (1975).** Independence of hand preference and sex-linked genetic effects on spatial performance. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 311-318.
- Zaidel E., Clarke J.M., Suyenobu B. (1990).** Hemispheric independence: a paradigm case for cognitive neuroscience. In Scheibel, A.B. and Wechsler, A.F. (Eds) *Neurobiology of Higher Cognitive Function*. Guilford: New York. pp. 297-355.
- Zaidel E., Aboitiz, F., Clarke J.M., Kaiser, F. & Matteson, R. (1995).** Sex differences in interhemispheric language relations. In F. Kitterle (Ed.). *Hemispheric communication: Mechanisms and models* (pp. 85-175). Hillsdale, NJ: Erlbaum.