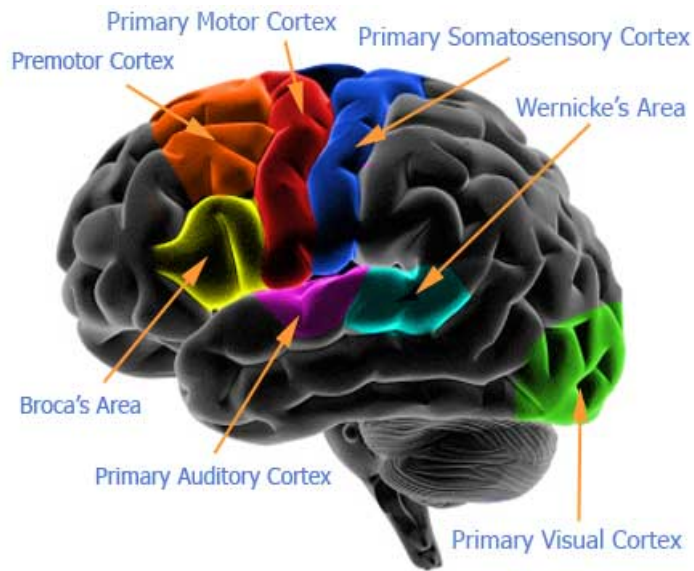


ΠΡΟΛΟΓΟΣ



www.BrainHealthandPuzzles.com

Με το τέλος της πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και στο σύντροφο μου που ήταν κοντά μου στηρίζοντας με όλα αυτά τα χρόνια. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω επίσης και στην καθηγήτρια μου κ. Ζακοπούλου Βικτωρία που με την συνεχή υποστήριξη και καθοδήγηση της με βοήθησε να πραγματοποιήσω αυτήν την πτυχιακή εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μαθησιακές και αναπτυξιακές διαταραχές, είναι δύο θέματα με τα οποία έχουν ασχοληθεί κατά καιρούς πολλοί ειδικοί και από πολλούς κλάδους για αυτό και άλλωστε υπάρχουν πολλές θεωρητικές απόψεις, η πλειονότητα των οποίων δίστανται.

Στον τομέα της λογοθεραπείας παρατηρείται ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη διάγνωση τόσο των μαθησιακών διαταραχών όσο και των αναπτυξιακών διαταραχών. Αυτό το ενδιαφέρον οδηγεί τους ειδικούς να δώσουν φως σε κάθε σκοτεινή γωνιά αυτών των διαταραχών.

Από την άλλη πλευρά είναι κοινώς γνωστό ότι δεν υπάρχει επαρκής ενημέρωση για την προσφορά των απεικονιστικών μεθόδων στη διάγνωση των μαθησιακών και αναπτυξιακών διαταραχών, καθώς με τη χρήση των νευροαπεικονιστικών μεθόδων μπορούμε να έχουμε πιο έγκαιρη και ασφαλή διάγνωση των αντίστοιχων διαταραχών.

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης, τη συνοπτική αναφορά των αιτιών των διαταραχών και τον τρόπο που αυτές διαγιγνώσκονται και προσεγγίζονται μέσω απεικονιστικών μεθόδων.

Λέξεις – Κλειδιά: απεικονιστικές μέθοδοι, μαθησιακές δυσκολίες ,αναπτυξιακές διαταραχές, δυσλεξία, δυσορθρογραφία, δυσγραφία, δυσαριθμησία, γλωσσική καθυστέρηση, δυσπραξία, υπερκινητικότητα.

SUMMARY

Learning and development disorders, are two issues that have concerned a lot of experts from different sectors. That is why are several theoretical aspects, the majority of which diverge.

In the sector of speech therapy, an increasing interest is discerned on the diagnosis of learning disorders as well as developmental disorders. This concern leads the experts to illuminate every dark corner of these disorders.

On the other hand, it is common knowledge that there is no adequate updating of the depicting methods' benefits on the diagnosis of learning and developmental disorders since by the of neurodepicting methods we are able to have a more prompt and reliable diagnosis of the respective disorders.

The present project has a topic of study, the concise reference of the disorders' causes and the way these are diagnosed and approached by depicting methods.

Key words: neuroimaging, learning disabilities, developmental disorders, dyslexia, dysorthografia, dysgrafia, discalculia, language delay, dyspraxia, hyperactinity.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	σελ. 8
1. Απεικονιστικές μέθοδοι	σελ.10
1.1. Αιμοδυναμικές μέθοδοι	σελ.10
1.1.1 PET (τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων)	σελ.11
1.1.2. fMRI (λειτουργική μαγνητική τομογραφία)	σελ.14
1.2. Ηλεκτροφυσιολογικές μέθοδοι	σελ.21
1.2.1. EEG (Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα)	σελ.21
1.2.1.1. Ενδείξεις – Χρησιμότητα	σελ.25
1.2.1.2. Το φυσιολογικό ηλεκτροεγκεφαλογράφημα	σελ.26
1.2.2. MEG (Μαγνητοεγκεφαλογράφημα)	σελ.27
1.3.Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αιμοδυναμικών και ηλεκτροφυσιολογικών μεθόδων	σελ.30
1.4. Ηλεκτρονική Αξονική Τομογραφία Εγκεφάλου	σελ.32
1.4.1. Πείραμα	σελ.33
2. Μαθησιακές Δυσκολίες και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.38
2.1. Μαθησιακές δυσκολίες	σελ.38
2.1.1. Σύγχρονα διαγνωστικά εργαλεία μαθησιακών δυσκολιών	σελ.40
2.1.1.1. Τεστ πρώιμης ανίχνευσης	σελ.40
2.1.1.2. Αθηνά τεστ	σελ.41
2.1.1.3. Τεστ σχολικής ωριμότητας της Χαιδελβέργης	σελ.42
2.2. Δυσλεξία και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.43
2.2.1. Δυσλεξία και ηλεκτροεγκεφαλογράφημα	σελ.43
2.2.1.1 Κλινικές μορφές δυσλεξίας	σελ.45
2.2.1.2. Κλινικές μορφές αντίστροφης δυσλεξίας	σελ.46
2.2.2. Δυσλεξία και PET	σελ.47
2.2.3. Δυσλεξία και οπτικά κλητά δυναμικά ενέργειας (v.e.r.s.)	σελ.47
2.2.4. Δυσλεξία και τεχνική των ακουστικών προκλητών δυναμικών (A.E.R.S..)	σελ.48

2.3. Δομή εγκεφάλου και Μαθησιακές δυσκολίες	σελ.48
2.3.1. Συμβολή των εγκεφαλικών λοβών στη δυσλεξία	σελ.49
2.3.1.1. Σύνδρομο μετωπιαίου λοβού	σελ.50
2.3.1.2. Σύνδρομο κροταφικού λοβού	σελ.51
2.3.1.3. Σύνδρομο βρεγματικού λοβού	σελ.51
2.3.1.4. Σύνδρομο ινιακού λοβού	σελ.52
2.3.2. Νευρικά ελλείμματα στα παιδιά με δυσλεξία που βελτιώνονται από τη συμπεριφορική παρέμβαση	σελ.53
2.3.3. Εγκεφαλικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση μιας λέξης από δυσλεκτικά παιδιά: μια πηγή προσέγγισης μαγνητικής απεικόνισης	σελ.55
2.3.4. Ποιος είναι ο ρόλος των μεμονωμένων περιοχών του εγκεφάλου στα παιδιά με δυσλεξία	σελ.60
2.3.5. Ποιες περιοχές του εγκεφάλου είναι κατεστραμμένες όταν η ανάγνωση είναι αδύναμη;	σελ.61
2.3.6. Εγκεφαλικά ημισφαίρια και ανάγνωση – συλλαβισμός	σελ.62
2.3.7. Λειτουργικές μελέτες απεικόνισης: ποιες περιοχές εγκεφάλου ανταποκρίνονται κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης;	σελ.63
2.3.7.1. Το νευρικό σύστημα για την μεγαλόφωνη ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων σε σχέση με τα υπόλοιπα	σελ.63
2.3.7.2. Διαχωρισμός της ανάγνωσης από την αισθητικοκινητική επεξεργασία	σελ.64
2.3.7.3. Διαχωρισμός των υπολεξικών, λεξικολογικών, και σημασιολογικών διόδων στην ανάγνωση	σελ.66
2.3.8. Δομικές και λειτουργικές μελέτες απεικόνισης δύο δυσλεξικών ασθενών	σελ.68

2.3.8.1. CJ ασθενής	σελ.69
2.3.8.2. JH ασθενής	σελ.71
2.4. Δυσαριθμησία	σελ.74
2.4.1. Δυσαριθμησία και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.76
2.5. Δυσγραφία	σελ.79
2.5.1. Τύποι δυσγραφίας	σελ.80
2.5.1.1. Δυσλεκτική δυσγραφία	σελ.80
2.5.1.2. Κινητική δυσγραφία	σελ.80
2.5.1.3. Χωρική δυσγραφία	σελ.80
2.5.2. Δυσγραφία και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.81
2.6. Δυσορθογραφία	σελ.83
2.6.1. Δυσορθογραφία και λειτουργία και εγκεφάλου	σελ.85
2.7. Επιληψία και Μαθησιακές δυσκολίες	σελ.88
2.7.1. Τι είναι η επιληψία;	σελ.88
2.7.2. Είδη επιληψίας	σελ.88
2.7.3. Τα συμπτώματα της επιληψίας;	σελ.89
2.7.4. Επιληψία και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.90
2.7.4.1. Που οφείλεται η επιληψία;	σελ.90
2.7.5. Επιληψία και απεικονιστικές μέθοδοι	σελ.92
2.7.5.1. Αξονική τομογραφία εγκεφάλου	σελ.92
2.7.5.2. Μαγνητική τομογραφία	σελ.92
2.7.5.3. Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET)	σελ.95
2.7.5.4. Αξονική τομογραφία εκπομπής απλού φωτονίου (SPECT)	σελ.96
3. Αναπτυξιακές διαταραχές και λειτουργία του εγκεφάλου	σελ.99
3.1 Αναπτυξιακές διαταραχές του λόγου	σελ.99
3.1.1. Διαταραχές άρθρωσης και λειτουργία εγκεφάλου	σελ.100

3.1.2. Γλωσσική αδυναμία και λειτουργία εγκεφάλου	σελ.102
3.1.2.1. Ανατομικά ευρήματα	σελ.103
3.1.2.2. Νευροαπεικονιστικά ευρήματα	σελ.104
3.2. Αναπτυξιακές διαταραχές κίνησης και απεικονιστικές μέθοδοι	σελ.105
3.2.1. Δυσπραξία και απεικονιστικές μέθοδοι	σελ.106
3.2.2. Σύνδρομο ελλειμματικής προσοχής – Υπερκινητικότητα	σελ.110
3.2.2..1. Σύνδρομο ελλειμματικής προσοχής – Υπερκινητικότητα και απεικονιστικές μέθοδοι	σελ.111
Συμπεράσματα	σελ.114
Βιβλιογραφία	σελ.115
Παράρτημα	σελ.121

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλοί είναι εκείνοι που κατά καιρούς έχουν ασχοληθεί με το παιδί και έχουν μελετήσει φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό. Μερικές διαταραχές που είναι αρκετά διαδεδομένες στην εποχή μας και αφορούν κυρίως τα παιδιά, είναι οι μαθησιακές και αναπτυξιακές διαταραχές.

Πρόκειται για διαταραχές που δεν είναι καινούργιες καθώς πρωτοεμφανίστικαν στα τέλη του περασμένου αιώνα και μέχρι σήμερα οι ερευνητές έχουν κατά κάποιον τρόπο βρει την μέθοδο που θα έχουν πιο έγκαιρα αποτελέσματα για την διάγνωση τους και κατά αποτέλεσμα την πιο γρήγορη και εύστοχη αντιμετώπισή τους.

Υπό το πρίσμα της λογοθεραπευτικής προσέγγισης, στην παρούσα εργασία παρατηρείται μια εισαγωγική και όσο το δυνατόν απλούστερη θεώρηση των απεικονιστικών μεθόδων για την διάγνωση των μαθησιακών και αναπτυξιακών διαταραχών.

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται με συντομία οι πιο σημαντικές σύγχρονες λειτουργικές νευροαπεικονιστικές μέθοδοι και αναφέρονται τα ισχυρά τους σημεία, όπως και οι τυχόν αδυναμίες τους. Οι μέθοδοι εμπίπτουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με βάση τις αιμοδυναμικές και ηλεκτροφυσιολογίες τους μετρήσεις αντίστοιχα. Όπως γίνεται φανερό τα δυνατά και αδύνατα σημεία αυτών των δύο κατηγοριών μεθόδων είναι σε μεγάλο βαθμό συμπληρωματικά, ενθαρρύνοντας την προσπάθεια να βρει κανείς τρόπους να συνδυάσει τα δύο είδη δεδομένων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρονται οι μαθησιακές δυσκολίες κάνοντας μια σύντομη αναφορά στην συμπτωματολογία και στους διάφορους τρόπους χρήσης για την διάγνωση τους. Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά κάθε μαθησιακή διαταραχή ξεχωριστά (δυσλεξία – δυσγραφία – δυσαριθμησία – δυσορθρογραφία) και ποια είναι η λειτουργία του εγκεφάλου, επισημώνοντας τα σημεία εκείνα που με την χρήση των απεικονιστικών μεθόδων διαγιγνώσκονται δυσλειτουργίες στον εγκέφαλο ενός παιδιού με μαθησιακές δυσκολίες που δεν υπάρχουν στο «φυσιολογικό» παιδί. Τέλος, αναφέρονται πειράματα που έχουν γίνει κατά καιρούς δίνοντας μας τις δομικές και λειτουργικές μελέτες απεικόνισης δύο δυσλεκτικών ασθενών .

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφονται οι αναπτυξιακές διαταραχές και ποια είναι η λειτουργία του εγκεφάλου σε κάθε μια από τις αναφερόμενες αναπτυξιακές διαταραχές που χωρίζονται σε διαταραχές κίνησης και διαταραχές λόγου. Τέλος, με τη χρήση πειραμάτων μεταξύ ασθενών πιστοποιούν τις πληροφορίες ότι είναι έγκυρες αλλά και τις ωφέλειες των απεικονιστικών μεθόδων στη διάγνωσή των αναπτυξιακών διαταραχών.

1. Απεικονιστικές μέθοδοι

Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται με συντομία οι πιο σημαντικές σύγχρονες λειτουργικές νευροαπεικονιστικές μέθοδοι και αναφέρονται τα ισχυρά τους σημεία, όπως και οι τυχόν αδυναμίες τους. Οι μέθοδοι εμπίπτουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με βάση τις αιμοδυναμικές και ηλεκτροφυσιολογικές τους μετρήσεις αντίστοιχα. Όπως γίνεται φανερό τα δυνατά και αδύνατα σημεία αυτών των δύο κατηγοριών μεθόδων είναι σε μεγάλο βαθμό συμπληρωματικά, ενθαρρύνοντας την προσπάθεια να βρει κανείς τρόπους να συνδυάσει τα δύο είδη δεδομένων. Η τελευταία ενότητα προσεγγίζει μερικά από τα θέματα που πρέπει να αντιμετωπίσουν αυτές οι προσπάθειες.

Σε ό,τι ακολουθεί, οι τεχνικές πληροφορίες γύρω από την απόκτηση και ανάλυση δεδομένων είτε παραλείπονται είτε αναφέρονται συνοπτικά. Τέτοιου είδους πληροφορίες είναι διαθέσιμες από ένα σημαντικό αριθμό αρμόδιων και πρόσφατων πηγών, οι οποίες παρατίθενται όπου κρίνεται απαραίτητο.

1.1. Αιμοδυναμικές μέθοδοι

Αυτές οι μέθοδοι στηρίζονται στο γεγονός ότι μέσα στον υγιή εγκέφαλο υπάρχει στενή σύζευξη ανάμεσα στις μεταβολές ενός επιπέδου δραστηριότητας μίας νευρωνικής συστάδας και της παροχής αίματος σε αυτόν, έτσι ώστε μια αύξηση στη δραστηριότητα δικτύου να συνδέεται με αύξηση της αιμάτωσης και το αντίστροφο (Raichle, 1987). Ωστόσο, δεν έχουν κατανοηθεί πλήρως ούτε οι φυσιολογικοί μηχανισμοί πίσω από αυτή τη σύνδεση μεταξύ νευρωνικής δραστηριότητας και αιμάτωσης, ούτε η λειτουργική της σημασία (Barinaga, 1997). Παρόλα αυτά, η ύπαρξη της επιτρέπει να χρησιμοποιούνται μέθοδοι ευαίσθητες σε αιμοδυναμικές μεταβλητές (όπως η τοπική εγκεφαλική αιματική ροή - ΓCΒF) ως έμμεσο μέτρο της σχετικής νευρικής δραστηριότητας. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τοπικά αιμοδυναμικά φαινόμενα εμφανίζονται μόνον όταν οι μεταβολές στη δραστηριότητα μιας νευρικής συστάδας οδηγούν στην αλλαγή της συνολικής μεταβολικής απαίτησης της συστάδας. Έτσι, μία μεταβολή αποκλειστικά και μόνο στο *χρονισμό* της δραστηριότητας μιας ομάδας νευρώνων (π.χ. από ασυγχρονική σε συγχρονική διέγερση) θα έχει ελάχιστο ή και μηδενικό αιμοδυναμικό αντίστοιχο, παρά την προφανή λειτουργική σημασία μιας τέτοιας μεταβολής.

Σήμερα, υπάρχουν δύο συνήθεις μέθοδοι μέτρησης των αιμοδυναμικών συσχετισμών της νευρικής δραστηριότητας, η τομογραφία

εκπομπής ποζιτρονίων (PET) (βλ. εικόνα 1) και η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI). Η λογική και η εφαρμογή της κάθε μεθόδου περιγράφονται σύντομα παρακάτω (Πήτα, 2004).

1.1.1. PET(τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων)

Το PET είναι μία μέθοδος για τον εντοπισμό και την ποσοτικοποίηση της ακτινοβολίας (βλ. εικόνα 1) (προερχόμενης από την εξουδετέρωση ποζιτρονίων - ηλεκτρονίων) που εκπέμπεται από το σώμα από ορισμένες ομάδες ραδιενεργών ισοτόπων (εκπομπών ποζιτρονίων). Επιτρέπει τη δημιουργία τρισδιάστατων εικόνων, όπου η ένταση της εικόνας είναι ανάλογη του αριθμού των αλληλεξουδετερώσεων που ανιχνεύονται σε κάθε διάστημα σάρωσης. Ο σύντομος χρόνος ημιζωής του $^{15}\text{O}_2$ (~ 2 λεπτά) επιτρέπει να λαμβάνονται τέτοιες εικόνες, που έχουν χωρική ανάλυση περίπου 5 mm, μέσα σε χρονικά διαστήματα δέκα λεπτών. Από ένα υποκείμενο μπορούν να αποκτηθούν έως 12 εικόνες, χωρίς να ξεπεραστούν οι τρέχουσες οδηγίες για τα επιτρεπτά όρια ακτινοβολίας.

Η βασική λογική πίσω από τη χρήση του PET για τη διερεύνηση των νευρικών συσχετισμών των γνωστικών λειτουργιών είναι απλή. Αποκτώνται εικόνες από κατ' ελάχιστον δύο πειραματικές συνθήκες, σχεδιασμένες έτσι ώστε να διαφέρουν αποκλειστικά όσον αφορά τη γνωστική λειτουργία που ενδιαφέρει, π.χ. την παθητική παρακολούθηση μιας λέξης σε αντίθεση με την εκφώνηση της. Τα δύο σετ εικόνων αντιπαραβάλλονται ογκοστοιχείο προς ογκοστοιχείο ώστε να εντοπιστούν περιοχές όπου το ΓCBF διέφερε ανάλογα με την πειραματική συνθήκη, και αυτές οι περιοχές θεωρούνται ότι είναι εκείνες όπου οι δύο πειραματικές συνθήκες προκαλούν διαφορετική νευρική δραστηριότητα (στο παραπάνω παράδειγμα, οι περιοχές που εμπλέκονται από την απαίτηση ξεκάθαρης κατονομασίας οπτικά παρουσιάζόμενων λέξεων). Τυπικά, τα αποτελέσματα αυτών των αντιπαραβολών παρουσιάζονται από μόνα τους ως εικόνες, όπου η ένταση ή το χρώμα είναι ανάλογα με το επίπεδο σημαντικότητας που επιτυγχάνεται από τη στατιστική μέθοδο ανάλυσης, η οποία χρησιμοποιείται για την αντιπαραβολή.

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες τόσο πάνω στην ανάπτυξη στατιστικών μεθόδων για να μπορούν να πραγματοποιηθούν συγκρίσεις μεταξύ των απεικονίσεων PET όσο και πάνω στην επέκταση αυτών των μεθόδων για να μπορέσουν να διαπραγματευτούν πιο πολύπλοκα πειραματικά σχέδια και ερωτήματα από αυτά με τα οποία ασχολούνται οι συγκρίσεις κατά ζεύγη. Μία από τις πιο δημοφιλείς αναλυτικές προσεγγίσεις -η «χαρτογράφηση στατιστικών παραμέτρων» (statistical

parameters mapping) λειτουργεί συμπληρωματικά ως προς τα γενικά γραμμικά στατιστικά μοντέλα και δίνει τη δυνατότητα κατασκευής και ανάλυσης πειραμάτων, βασισμένη σε οποιοδήποτε τυπικό πειραματικό σχέδιο, συμπεριλαμβανομένων ακόμη και των πολύ-παραγοντικών και «παραμετρικών» σχεδίων. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί στατιστικές μέθοδοι που επιτρέπουν την ανάλυση δεδομένων από PET ως προς τα μοτίβα συνδιακύμανσης που εμφανίζονται μεταξύ των καταγραφών, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τη διερεύνηση των λειτουργικών αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές. (Friston et al, 1997).

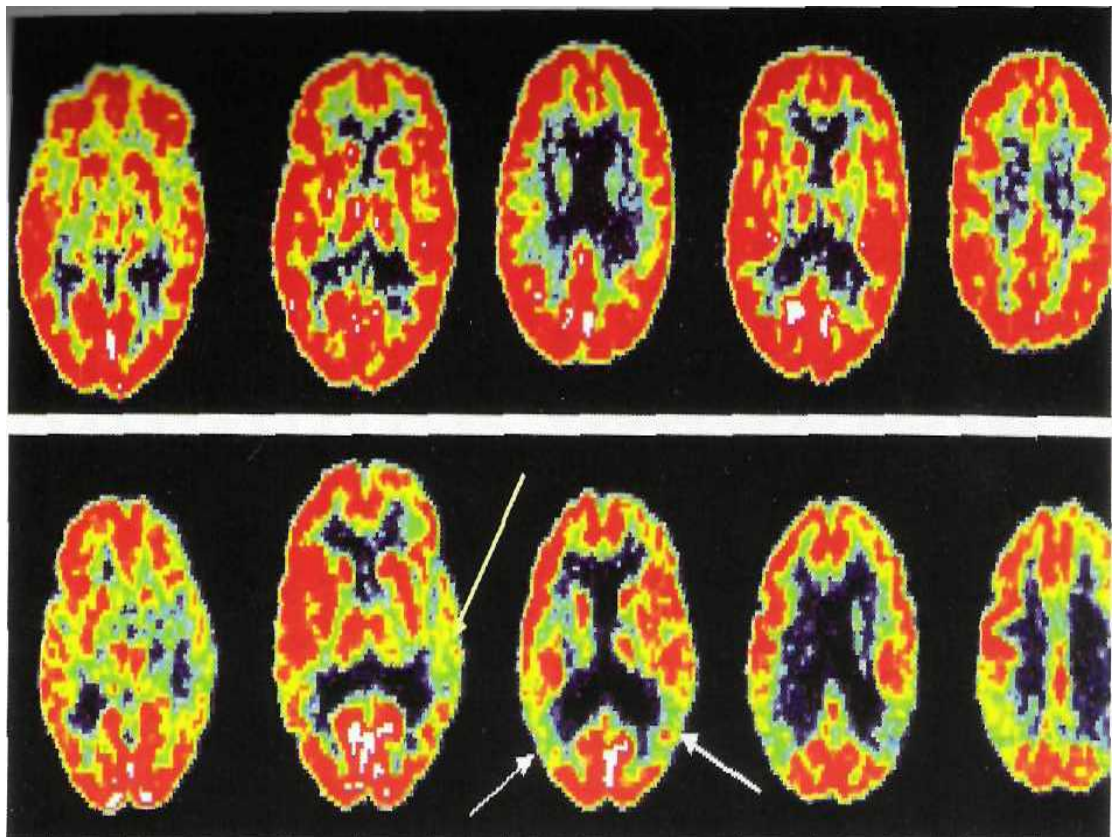
Αν και μέχρι πρόσφατα το PET αποτελούσε την προτιμώμενη μέθοδο για τον εντοπισμό των νευρικών παραμέτρων γνωστικών λειτουργιών σε φυσιολογικά υποκείμενα, εμφανίζει, ωστόσο, κάποια μειονεκτήματα. Ορισμένα από αυτά προκύπτουν λόγω της χρονικής διάρκειας που απαιτείται για τη συλλογή των δεδομένων PET (πάνω από 30 δευτερόλεπτα). Αυτό δεν είναι απλώς ενδεικτικό του ότι η χρονική ανάλυση της μεθόδου αποβαίνει ανεπαρκής, αλλά και ότι περιορίζει ουσιαστικά τον αριθμό των πειραματικών σχεδίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ειδικότερα, είναι σχεδόν αδύνατο να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε άλλο πειραματικό σχέδιο από τον πειραματικό σχεδιασμό με σειριακή διαδοχή δοκιμασιών (BLOCKS DESIGNS), στο πλαίσιο του οποίου για κάθε καταγραφή γίνεται μία μέτρηση έπειτα από αλληλουχία δοκιμών, οι οποίες αποτελούν μια απλή πειραματική συνθήκη. Αυτός ο περιορισμός συνοδεύεται από τρεις ανεπιθύμητες συνέπειες.

Πρώτον, γίνεται πολύ δύσκολη, εάν όχι εντελώς αδύνατη, η πρόσβαση στις πειραματικές επιδράσεις που συνδέονται με το ερέθισμα (π.χ. η απεικόνιση των αλλαγών στη νευρική δραστηριότητα σε καθορισμένο χρόνο σε σχέση με την επεξεργασία των πειραματικών ερεθισμών), οι οποίες αντανακλούν πιο τονικές, σχετιζόμενες με την κατάσταση αλλαγές στη δραστηριότητα. Σε αρκετές περιπτώσεις αυτή είναι μία βασική διάκριση. Εξάλλου, αυτό που συχνά επιδιώκει κανείς είναι να εξαγάγει συμπεράσματα για τη νευρωνική δραστηριότητα που σχετίζεται εξειδικευμένα με την επεξεργασία των πειραματικών ερεθισμάτων παρά για την «υποκείμενη» νευρική δραστηριότητα. Δεύτερον, η σειριακή διαδοχή δοκιμασιών των πειραματικών σχεδίων αυξάνει την πιθανότητα τα υποκείμενα να υιοθετήσουν εξειδικευμένες αντιδράσεις ή στρατηγικές κατάλληλες για τη συγκεκριμένη συνθήκη.

Αυτό μπορεί να αποτελέσει αιτία για τη μεγιστοποίηση των διαφορών ανάμεσα στις συνθήκες που συνδέονται με την κατάσταση, και κατ' επέκταση για τη τροποποίηση των επιδράσεων που σχετίζονται με το ερέθισμα σε σύγκριση με τις διαφορές που θα προέκυπταν από ένα τυχαίο πειραματικό σχέδιο. Τρίτον, τα

πειραματικά σχέδια σειριακής διαδοχής δοκιμασιών (επομένως, ελεγχόμενα πειραματικά σχέδια, όταν χρησιμοποιούνται με PET) εμποδίζουν τη *postHoc* κατηγοριοποίηση και ανάλυση δεδομένων από διαφορετικές πειραματικές δοκιμές. Η συγκεκριμένη δυσκολία θέτει σημαντικό περιορισμό σε οποιαδήποτε μελέτη έχει στο επίκεντρο του πειραματικού της ενδιαφέροντος τις νευρωνικές παραμέτρους της συμπεριφορικής μεταβλητότητας.

Και άλλα σημαντικά μειονεκτήματα του PET απορρέουν από τον περιορισμένο αριθμό σαρώσεων (~ 12) που μπορούν να ληφθούν από ένα υποκείμενο. Αυτός ο περιορισμός ελαττώνει τον αριθμό των πειραματικών συνθηκών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα σχεδιασμό ανά υποκείμενο και, επίσης, σημαίνει ότι είναι σχεδόν πάντα αναγκαίο να ομαδοποιούνται δεδομένα από πολλά υποκείμενα, για να αποκτηθεί επαρκής στατιστική ισχύ για να μπορέσουν να ανιχνευθούν τα αμυδρά φαινόμενα που συνήθως συνοδεύουν τους γνωστικούς χειρισμούς (Πήτα,2004).



Εικόνα 1: PET scan ενός ηλικιωμένου φυσιολογικού (άνω) και ενός ασθενή με άνοια τύπου Alzheimer που δείχνει ελαττωμένο περιοδικό εγκεφαλικό μεταβολισμό ρυθμό της γλυκόζης σε κροταφικό (temporal) και βρεγματικό (parietal) λοβό (Τσολάκη – Κεχαγιά – Κασάπη, 2002).

1.1.2. fMRI (Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία)

Μέχρι πρόσφατα, το MRI ήταν κυρίως πολύ γνωστό για το ρόλο του ως απεικονιστική μέθοδος δομών (βλ. εικόνες 2,3,4). Παρόλα αυτά έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός μεθόδων που επιτρέπουν στο MRI να χρησιμοποιείται για να απεικονίσει και τη λειτουργία του εγκεφάλου, πέρα από τη δομή του. Σήμερα η σπουδαιότερη από αυτές τις μεθόδους είναι η απεικόνιση που εξαρτάται από το επίπεδο οξυγόνωσης του αίματος (BOLD – Blood Oxygenation Level Dependent). Η μέθοδος BOLD εκμεταλλεύεται δύο απολύτως τυχαία γεγονότα. Πρώτον, η αύξηση της αιμάτωσης που προκαλείται από αυξήσεις στη νευρική δραστηριότητα παρέχει περισσότερο οξυγόνο από όσο χρειάζεται για την αντιμετώπιση της μεταβολικής απαίτησης. Αν και κάπως παράδοξο, λοιπόν, το αίμα που παροχετεύεται από μία νευρωνική συστάδα είναι πιο πλούσια οξυγονωμένο όταν η συστάδα είναι σχετικά ενεργή σε σύγκριση με όταν είναι ανενεργή.

Δεύτερον, η μαγνητική επιδεκτικότητα της διοξυαιμοσφαιρίνης είναι μεγαλύτερη από αυτήν της οξυαιμοσφαιρίνης. Έτσι, ένα σήμα MRI ευαίσθητο στις μεταβολές της επιδεκτικότητας θα αντανακλά το πηλίκο διοξυ- προς οξυαιμοσφαιρίνη στο αίμα και, εάν όλες οι άλλες παράμετροι είναι ίσες, θα εξυπηρετεί ως μέτρο σχετικής νευρικής δραστηριότητας. Τα σήματα που λαμβάνονται από ορισμένες μετρήσεις MBI (αυτές που είναι ευαίσθητες στην παράμετρο γ_2) εκπληρώνουν αυτήν την απαίτηση, επιτρέποντας στο MRI να χρησιμοποιείται ως μη-επεμβατική μέθοδος καταγραφής των αιμοδυναμικών συσχετίσεων των μεταβολών στην τοπική νευρική δραστηριότητα.

Εικόνα 2 :φωτογραφία FMRI (Friston et al, 1997).



Εικόνα 3 : τοποθέτηση ασθενούς κατά την διάρκεια εξέτασης FMRI (Friston et al,1997).



Εικόνα 4: τοποθέτηση ασθενούς κατά την διάρκεια εξέτασης fMRI (Friston et al, 1997).



Η ταχύτητα λήψης των δεδομένων fMRI η χωρική της αναλυτικότητα και η ευαισθησία της στα πειραματικά αποτελέσματα εξαρτώνται από μεταβλητές όπως η ένταση του επιβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου, ο εξοπλισμός σάρωσης και η χρησιμοποιούμενη μέθοδος απόκτησης δεδομένων, μεταβλητές που σήμερα αποτελούν όλες αντικείμενο έρευνας και ανάπτυξης. Κατά τη γραφή δεν είναι ασυνήθιστοι οι χρόνοι απόκτησης μιας εγκεφαλικής τομής συντομότερης των 100ms, με χωρική αναλυτικότητα μικρότερη των 3mm και ευαισθησία σε μεταβολές σήματος μικρότερη του 0.2%

Η τεχνική του fMRI δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα ευρέως σε πειραματικούς σχεδιασμούς τόσο πολύπλοκους όσο αυτοί στους οποίους χρησιμοποιείται το PET. Ένα ευρέως διαδεδομένο σχέδιο είναι το αποκαλούμενο «βαγόνια τρένου», όπου μπλοκ δύο πειραματικών συνθηκών εναλλάσσονται στη διάρκεια μιας και μόνης δοκιμασίας απόκτησης δεδομένων, ενώ τα λαμβανόμενα δεδομένα αναλύονται έτσι ώστε να ανιχνευθούν εκείνες οι περιοχές όπου η ένταση του σήματος συσχετίζεται αξιόπιστα με την πειραματική συνθήκη. Τέτοιοι πειραματικοί σχεδιασμοί, που αντιστοιχούν στις απλές ζευγαρωτές αντιπαραβολές που συζητήθηκαν παραπάνω σε σχέση με δεδομένα PET, υφίστανται προφανείς περιορισμούς. Δεν υπάρχει εντούτοις κανένας λόγος να μη χρησιμοποιούνται ακόμα πιο περίπλοκοι πειραματικοί σχεδιασμοί, τα δε δεδομένα να

αναλύονται μέσα σε ένα πλαίσιο ανάλογο με αυτό που αναπτύχθηκε για το PET (Friston et al,1997).

Ακόμα και με σχετικά απλά πειραματικά σχέδια με σειριακή διαδοχή δοκιμασιών το fMRI (βλ. εικόνα 5) προσφέρει έναν σημαντικό αριθμό πλεονεκτημάτων έναντι του PET. Ένα από τα πλέον σημαντικά είναι ότι, επειδή το fMRI δεν απαιτεί τη χορήγηση ακτινοβολίας όπως το PET, ο αριθμός παρατηρήσεων που μπορούν να γίνουν σε ένα και μόνο υποκείμενο είναι κατά βάση απεριόριστος. Το γεγονός αυτό ανοίγει το δρόμο σε πλουσιότερους και ισχυρότερους πειραματικούς σχεδιασμούς (π.χ. πειράματα που απαιτούν πολλαπλές συνεδρίες), και ενισχύει σε σημαντικό βαθμό την πιθανότητα λήψης αξιόπιστων πειραματικών αποτελεσμάτων σε επίπεδο ενός υποκειμένου, επιτρέποντας έτσι τη συστηματική μελέτη μεμονωμένων διαφορών στους νευρικούς συσχετισμούς γνωστικών λειτουργιών.

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα έναντι του PET πηγάζει από τη σημαντικά μεγαλύτερη εγγενή χωρική αναλυτικότητα του fMRI. Μαζί με τη δυνατότητα συλλογής μεγάλων σετ δεδομένων από ένα και μόνο υποκείμενο, αυτό ανοίγει το δρόμο σε πιο διεξοδικές νευροανατομικές μελέτες από ό,τι επιτρέπει το PET. Τέλος, η ταχύτητα με την οποία λαμβάνονται τα δεδομένα με το fMRI (~3sec για έναν ολόκληρο εγκέφαλο) προσφέρει ένα πρόσθετο πλεονέκτημα, ακόμα και με πειραματικά σχέδια με σειριακή διαδοχή δοκιμασιών.

Η ταχύτατη απόκτηση σημαίνει ότι το μήκος των πειραματικών μπλοκ είναι ευέλικτο και, χωρίς την ανάγκη επιβολής διαλειμμάτων περίπου δέκα λεπτών μεταξύ διαδοχικών μπλοκ, αυτά μπορούν να χορηγηθούν με μια ισορροπημένη σειρά σε μία και μόνη πειραματική συνεδρία.

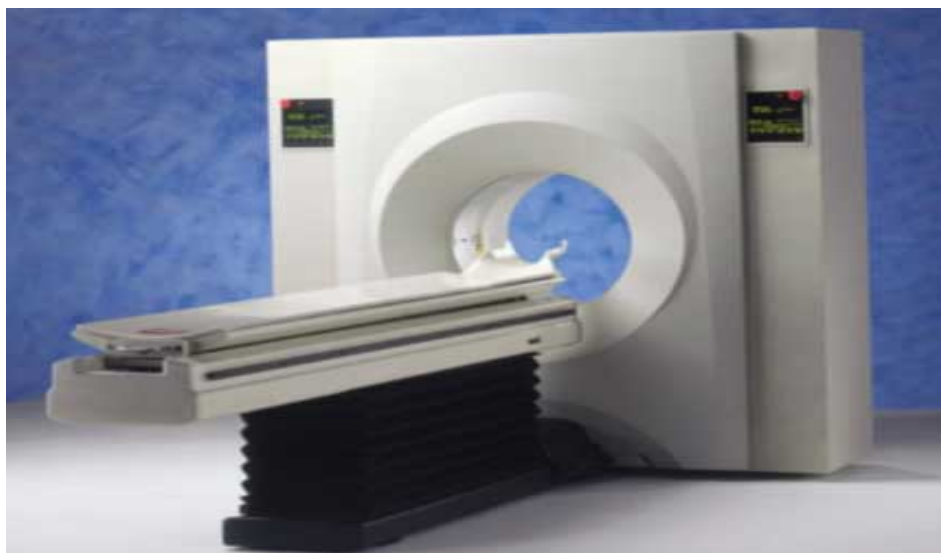
Απέναντι σε αυτά τα πλεονεκτήματα του fMRI έναντι του PET πρέπει να υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα. Πρώτα από όλα είναι ότι, ενώ το PET ανιχνεύει τη δραστηριότητα σε όλες τις εγκεφαλικές περιοχές περίπου με την ίδια ευαισθησία, δε συμβαίνει το ίδιο με το fMRI λόγω της υποβάθμισης της ποιότητας του σήματος BOLD από περιοχές που επηρεάζονται από τη μαγνητική ευαισθησία εξαιτίας άλλων παραγόντων πέραν της οξυγόνωσης του αίματος. Τέτοια φαινόμενα ευαισθησίας σημειώνονται πλησίον της περιοχής των ορίων αέρα και οστικού ιστού. Οι βασικές κροταφικές και πρόσθιες οφθαλμολογικές περιοχές, λόγω της γειννίας τους με τους ακουστικούς πόρους και τους μετωπιαίους κόλπους αντίστοιχα, επηρεάζονται ιδιαίτερα άσχημα. Όποτε οι περιοχές αυτές αποτελούν το κύριο ενδιαφέρον μας, το PET παραμένει η τεχνική της επιλογής μας (Friston et al, 1997).

Ένα δεύτερο μειονέκτημα της μεθόδου fMRI είναι ότι η ποιότητα του σήματος μειώνεται και εισάγονται σφάλματα, ακόμα και με τις πιο μικρές κινήσεις του κεφαλιού. Ενώ τακτικά χρησιμοποιούνται μέθοδοι διόρθωσης των συνεπειών των κινήσεων του κεφαλιού, οι κινήσεις που συνδέονται με κανονικό λόγο, ιδίως όταν είναι συνδεδεμένες με το χρόνο σε συγκεκριμένες πειραματικές συνθήκες ή ερωτήσεις, είναι πιο δύσκολο να αντιμετωπιστούν, καθιστώντας δύσκολη τη χρήση δοκιμασιών που εμπλέκουν ανοικτές προφορικές αποκρίσεις. Μια τελευταία, πιο πεζή δυσκολία με τη μέθοδο fMRI είναι ότι στο MRI η μεγάλη ταχύτητα απόκτησης δεδομένων παράγει ένα εξαιρετικά θορυβώδες περιβάλλον για το υποκείμενο (>90dB), κάθε άλλο παρά ιδανικό για ακουστικές μελέτες.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το μεγαλύτερο μέρος των μελετών με fMRI χρησιμοποιούν απλές παραλλαγές των πειραματικών σχεδιασμών με σειριακή διαδοχή δοκιμασιών για χρήση με το PET. Τέτοιου είδους μελέτες πάσχουν από τα ίδια ακριβώς μειονεκτήματα —που προέρχονται από την αδυναμία λήψης δεδομένων ανά δοκιμασία— όπως περιγράφηκαν περιληπτικός και για το PET στην προηγούμενη ενότητα. Η ταχύτητα όμως με την οποία μπορούν να αποκτηθούν τα δεδομένα από το fMRI σημαίνει ότι είναι δυνατόν να λάβουμε τέτοια δεδομένα κατά βάση ανά δοκιμασία.

Η ταχύτητα αναπτυσσόμενη μέθοδος του επεισοδιακού (σχετιζόμενου με γεγονότα) fMRI προσφέρει την προοπτική αιμοδυναμικών μελετών ευθέως ανάλογων σε σχεδιασμό με αυτές που γίνονται στερεότυπα στις ηλεκτροφυσιολογίες μελέτες καθώς και δύο σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το συμβατικό σχεδιασμό με χρήση σειριακής διαδοχής δοκιμασιών.

Εικόνα 5: προβολή μηχανήματος μιας μαγνητικής τομογραφίας (Friston et al, 1997).



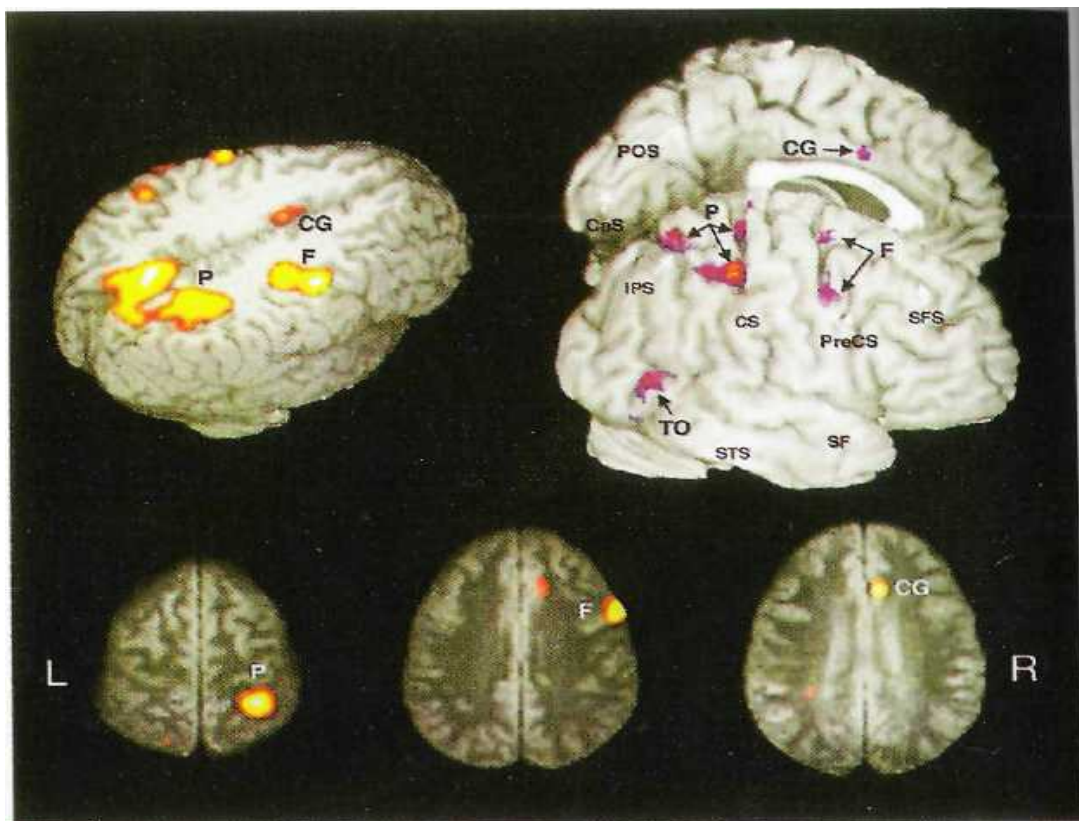
Χρησιμοποιώντας την επεισοδιακή (σχετιζόμενη με γεγονότα) μέθοδο και τυχαίους πειραματικούς σχεδιασμούς μπορεί κανείς να είναι σίγουρος ότι οι πειραματικοί χειρισμοί είναι αποτελέσματα που έχουν σχέση με γεγονότα (ερεθίσματα) και όχι με καταστάσεις, και τα δεδομένα μπορούν να διαχωριστούν εκ των υστέρων με βάση την απόδοση του πειράματος.

Το άλλο μεγάλο πλεονέκτημα της επεισοδιακής (σχετιζόμενης με γεγονότα) τεχνικής είναι ότι επιτρέπει να μελετηθεί η χρονική διαδρομή της επεξεργασίας του ερεθίσματος, όπως αντανακλάται από την επεισοδιακή αιμοδυναμική απόκριση. Αν και παρόμοιες αποκρίσεις είναι και καθυστερημένες και επιμηκυμένες σε σχέση με την εκκίνηση και τη διάρκεια της νευρικής δραστηριότητας που τις δημιουργήσε (Friston et al, 1994), εντούτοις έχουν αναφερθεί αξιόπιστες διαφορές τόσο στο εύρος της εκκίνησης όσο και της διάρκειας τους. Ενώ δεν έχει ακόμα καθοριστεί η υψηλότερη χρονική αναλυτικότητα που μπορεί τελικά να επιτευχθεί με το fMRI, είναι πιθανόν να κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 1sec, πολύ φτωχότερη από την αναλυτικότητα που λαμβάνουμε με τις ηλεκτροφυσιολογίες μετρήσεις, αλλά που αποτελεί σημαντικό βήμα από ό,τι ήταν ως τώρα δυνατόν όταν οι δοκιμασίες δίνονται σε μορφή μπλοκ.

Καθώς συζητούνται τα θέματα του χρονισμού απόκρισης, πρέπει να αναφερθεί μία ανεπιθύμητη ιδιότητα των αιμοδυναμικών μετρήσεων. Λόγω του φαινομένου της «αιμοδυναμικής χρονικής σταθεράς» το μέγεθος της αιμοδυναμικής απόκρισης που προκαλείται από μία μεταβολή στη νευρολογική δραστηριότητα αυξάνεται σε συνάρτηση με την χρονική διάρκεια της μεταβολής. Συνεπώς, η αιμοδυναμική απόκριση, που προκαλείται από μία μεταβολή της νευρικής δραστηριότητας λόγω κάποιου έργου και διαρκεί π.χ. 100ms, θα ήταν μικρότερη από την απόκριση που προκαλεί μια ισοδύναμη κατά τα άλλα μεταβολή δραστηριότητας που διήρκεσε 1000ms. Αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα ανίχνευσης ενός αιμοδυναμικού σήματος είναι μεγαλύτερη στις παρατεταμένες μεταβολές της νευρικής δραστηριότητας από ότι στις μεταβατικές αλλαγές.

Τέλος, πρέπει να αναφερθούν δύο σημαντικά μεθοδολογικά θέματα που αφορούν το επεισοδιακό (σχετιζόμενο με γεγονότα) fMRI. Το πρώτο θέμα αφορά την ερμηνεία των τοπικών διαφορών στη διάρκεια του χρόνου των αιμοδυναμικών αποκρίσεων. Τέτοιες διαφορές ίσως αντανακλούν τοπικές παραλλαγές στη χρονική διάρκεια της νευρικής δραστηριότητας που προκαλούν τα πειραματικά θέματα. Δεν είναι όμως δυνατόν, προς το παρόν, να αποκλείσουμε την πιθανότητα ότι απλά αντανακλούν τοπική παραλλαγή στην ίδια τη λειτουργία της αιμοδυναμικής απόκρισης και, επομένως, να μη μεταφέρουν καμιά πληροφορία γύρω από το χρονισμό της νευρικής δραστηριότητας πίσω από την απόκριση (αυτό το πρόβλημα δεν εκτείνεται, βεβαίως, στην κατάσταση όπου οι χρόνοι των αιμοδυναμικών

αποκρίσεων από την ίδια περιοχή διαφέρουν). Το δεύτερο θέμα αφορά τις συνέπειες του πειραματικού σχεδιασμού σχετικά με την προέκταση της χρονικής διαδρομής των επεισοδιακών αιμοδυναμικών αποκρίσεων, οι οποίες δε μηδενίζονται τυπικά, παρά μόνον 10 έως 12 sec μετά τη λήξη του ερεθίσματος. Εκτός και αν κάποιος θέλει να χρησιμοποιήσει χρονικά διαστήματα μεταξύ των ερεθισμάτων (Interstimulus Internals - ISLs μεγαλύτερα των 12SEC,) οι αποκρίσεις που θα λαμβάνει από διαδοχικά ερεθίσματα θα αλληλεπικαλύπτονται, εγείροντας το πρόβλημα ότι η μία απόκριση συγχέεται με την άλλη. Ευτυχώς, τα υπάρχοντα δεδομένα δείχνουν ότι οι μεταβολές σε επεισοδιακές αλλαγές στα σήματα του fMRI (βλ. εικόνα 6) αλληλεπιδρούν με σχετικά γραμμικό τρόπο, επιτρέποντας τη χρήση αρκετά μικρών διαστημάτων ISLs (-2 έως 4sec) χωρίς απώλεια της ευαισθησίας. Βεβαίως, απαιτείται αρκετή δουλειά ακόμα έως την εδραίωση της γενίκευσης αυτού του σημαντικού ευρήματος.



Εικόνα 6: Λειτουργική Μαγνητική απεικόνιση. Αριστερά επάνω: Απεικόνιση του εγκεφάλου ενός ατόμου ενώ ανταποκρίνεται σε δοκιμασίες χωρικής προσοχής. Και οι τρεις περιοχές του δικτύου προσοχής [βρεγματική = P, μετωπιαία πεδία ματιών (Frontal Eye Fields) = F, έλικα του προσαγωγίου (CG)] ενεργοποιούνται και παρατηρείται περισσότερη δραστηριοποίηση στο δεξιό ημισφαίριο αν και η δοκιμασία απαιτεί συμμετρική μετακίνηση από τα αριστερά προς τα δεξιά. (Τσολάκη – Κασάπη - Κεχαγιά, 2002).

1.2. Ηλεκτροφυσιολογικές Μέθοδοι

Σε αντίθεση με τις αιμοδυναμικές μεθόδους που περιγράφηκαν παραπάνω, οι ηλεκτροφυσιολογικές μέθοδοι μετρούν τη νευρική δραστηριότητα άμεσα. Οι μέθοδοι αυτές εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι, από απόσταση, μερικές ομάδες νευρώνων ενεργούν ως ηλεκτρικά δίπολα. Ενώ τα ρεύματα που συνδέονται με την αλλαγή της πολικότητας ενός και μόνον νευρώνα είναι πολύ αδύναμα για να ανιχνευτούν μη-επεμβατικά, δε συμβαίνει το ίδιο με μια ομάδα νευρώνων. Αν τα μέλη μιας ομάδας νευρώνων προσανατολίζονται προς την ίδια γενική κατεύθυνση και πολώνονται ή αποπολώνονται συγχρόνως, οι μεμονωμένες διπολικές ροπές τους θα αθροίζονται και θα δημιουργούν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (ένα «ανοικτό» πεδίο) που είναι δυνατόν να ανιχνευτεί έξω από το κεφάλι.

Το ηλεκτρικό συστατικό τέτοιων πεδίων συνιστά το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) και το μαγνητικό συστατικό το μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG). Μέχρι σήμερα, η μεγάλη πλειοψηφία των ηλεκτροφυσιολογικών μελετών των γνωστικών λειτουργιών χρησιμοποιούν επεισοδιακές μετρήσεις των EEG και MEG, γνωστές ως σχετιζόμενα με γεγονότα προκλητά δυναμικά (ERP-Event related Potentials) και σχετιζόμενα με γεγονότα μαγνητικά πεδία (ERP- Event related Fields).

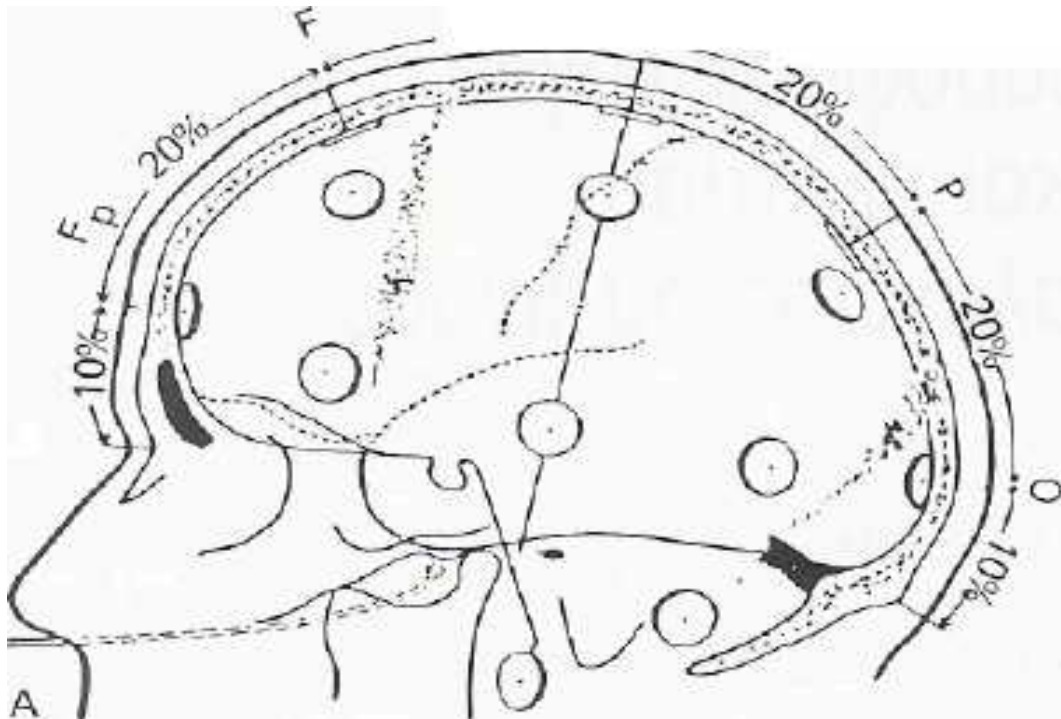
1.2.1. EEG (Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα)

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (HEΓ) αποτελεί μέθοδο έξω κρανιακής καταγραφής δυναμικών που παράγονται από τον εγκέφαλο. Η ηλεκτροεγκεφαλογραφική δραστηριότητα προέρχεται από την άθροιση διεγερτικών και ανασταλτικών συνοπτικών δυναμικών χιλιάδων ή ακόμη και εκατομμυρίων φλοιικών νευρώνων. Η ηλεκτροεγκεφαλογραφική δραστηριότητα εξαρτάται επίσης από υποφλοιώδεις σχηματισμούς, όπως ο θάλαμος και ο δικτυωτός σχηματισμός του εγκεφαλικού στελέχους (Λογοθέτη, 1996).

Στο HEΓ γίνεται ουσιαστικά καταγραφή μεταβολών δυναμικού μεταξύ δύο σημείων του κρανίου με τη βοήθεια ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στο τριχωτό της κεφαλής (βλ. εικόνα 3). Οι μεταβολές αυτές ενισχύονται περίπου ένα εκατομμύριο φορές και στη συνέχεια καταγράφονται σε εκτυλισσόμενο χαρτί που κινείται συνήθως με ταχύτητα 15-30mm/sec. Η σύνδεση των ηλεκτροδίων κατά ζεύγη αναφέρεται ως διπολική μέθοδος. Όταν όλα τα ηλεκτρόδια του τριχωτού της κεφαλής συνδέονται με ένα κοινό ηλεκτρόδιο που δεν επηρεάζεται από εγκεφαλική ή

καρδιακή βιοηλεκτρική δραστηριότητα (συνήθως για αυτό το ηλεκτρόδιο επιλέγεται ή περιοχή της μαστοειδούς) έχουμε τη μέθοδο αναφοράς ή μονοπολική.

Τα ηλεκτρόδια συλλογής της συνηθισμένης εξέτασης αποτελούνται συνήθως από ένα στέλεχος από χλωριωμένο ασήμι, η μια άκρη του οποίου περιτυλίγεται με γάζα. Συγκρατούνται στο κεφάλι με ειδική ελαστική κάσκα και η σωστή επαφή τους με το δέρμα εξασφαλίζεται με τη βοήθεια ειδικής αλοιφής. Τοποθετούνται σε θέσεις καθορισμένες σύμφωνα με το σύστημα «10-20» της Διεθνούς Ένωσης Ηλεκτροεγκεφαλογραφίας και Κλινικής Νευροφυσιολογίας. Με τη μέθοδο αυτή είναι υποχρεωτικό να τοποθετούνται 21 ηλεκτρόδια σε όλους τους αρρώστους πάνω από 5 χρόνων (Λογοθέτη,1996).



Εικόνα 7: θέσεις ηλεκτροδίων για το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα σύμφωνα με το διεθνές σύστημα (Λογοθέτη,1996).

Τα δισκοειδή ηλεκτρόδια που επικολλούνται στο τριχωτό της κεφαλής με ειδικό καλώδιο χρησιμοποιούνταν μέχρι τώρα σε λήψη του ΗΕΓ σε μικρά παιδιά, σε διεγερτικούς ασθενείς και κατά τη διάρκεια του ύπνου. Σήμερα χρησιμοποιούνται σε πολλά εργαστήρια για όλες τις ηλεκτροεγκεφαλογραφικές καταγραφές (βλ. εικόνα 7).

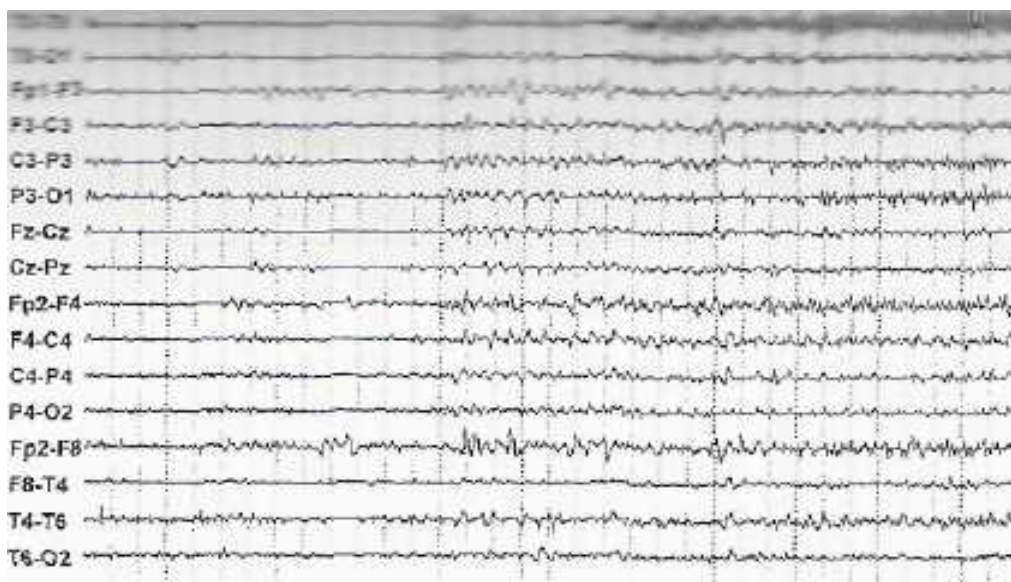
Άλλα είδη ηλεκτροδίων είναι τα σφηνοειδή που μέσω της διχάλας της κάτω γνάθου προωθούνται κάτω από τον κροταφικό λοβό στην περιοχή του ωοειδούς τρήματος και χρησιμοποιούνται για την εντόπιση εστιακών επιληπτικών εκφορτίσεων από την κάτω και έσω επιφάνεια του κροταφικού λοβού. Τα ρινοφαρυγγικά και τα τυμπανικά ηλεκτρόδια είναι ένα άλλο είδος ηλεκτροδίων που σήμερα χρησιμοποιούνται ελάχιστα. (Λογοθέτη,1996).

Η ΗΕΓ καταγραφή πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον 20 λεπτά και να χρησιμοποιείται κατά προτίμηση μηχάνημα 16 καναλιών (ή τουλάχιστον 8). Συγχρόνως με το ΗΕΓ καταγράφονται, συνήθως στα σύγχρονα μηχανήματα, το ηλεκτροκαρδιογράφημα και το ηλεκτρομυογράφημα μιας ομάδας μυών και έτσι είναι δυνατή η καταγραφή των οφθαλμικών αναπνευστικών και άλλων κινήσεων (πολυγραφία). Στη διάρκεια της καταγραφής εφαρμόζονται και μέθοδοι ενεργοποίησης του διαγράμματος με σκοπό να προκαλέσουμε την εμφάνιση διαταραχών της βιοηλεκτρικής δραστηριότητας που δεν καταγράφηκαν στο διάγραμμα ηρεμίας. Οι μέθοδοι ενεργοποίησης, που χρησιμοποιούνται πάντοτε στις εξετάσεις ρουτίνας, είναι η υπέρπνοια, κατά την οποία ο άρρωστος παίρνει 15-20 βαθιές αναπνοές στο λεπτό επί 3 λεπτά, και ο διαλείπων φωτεινός ερεθισμός. Άλλες μέθοδοι ενεργοποίησης είναι ο φυσιολογικός ή ο φαρμακευτικά προκαλούμενος ύπνος και η στέρηση ύπνου για 24 ώρες.

Για την ανίχνευση υποκλινικών επιληπτογόνων επεισοδίων εφαρμόζεται 24ωρη καταγραφή του ΗΕΓ με τη μέθοδο της *ηλε-ηλεκτροεγκεφαλογραφίας*, στην οποία ο άρρωστος δεν είναι κατ' ευθείαν συνδεδεμένος με το μηχάνημα. Η ηλεκτρική δραστηριότητα που προσλαμβάνεται από τα επικολλώμενα στο τριχωτό της κεφαλής ηλεκτρόδια, μεταβιβάζεται στο μηχάνημα καταγραφής που βρίσκεται σε απόσταση. Διαγνωστική βοήθεια προσφέρει επίσης η σύγχρονη *βιντεοσκόπηση* του ασθενή που απεικονίζει τα κλινικά συμπτώματα κατά τη διάρκεια μιας παθολογικής ΗΕΓ καταγραφής.

Άλλες μέθοδοι μελέτης του ΗΕΓ που εφαρμόζονται σε ειδικές καταστάσεις και σε ειδικά κέντρα είναι το *ηλεκτροφλοιο-γράφημα* που γίνεται στη διάρκεια νευροχειρουργικών επεμβάσεων (τα ειδικά ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε απευθείας επαφή με το φλοιό) και η *στερεοεγκεφαλογραφία*. Στην τελευταία μέθοδο με τη βοήθεια ειδικού μηχανήματος, από οπές που ανοίγονται στο κρανίο, μπαίνουν μέσα στον εγκέφαλο ηλεκτρόδια-βελόνες που κατευθύνονται σε ορισμένες περιοχές από όπου είναι επιθυμητή η καταγραφή της βιοηλεκτρικής δραστηριότητας.

Η υπολογιστική ηλεκτροεγκεφαλο-γραφική τοπογραφία είναι η πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της ΗΕΓ. Η λεγόμενη χαρτογράφηση του εγκεφάλου δίνει ορισμένες πληροφορίες αλλά δεν προσφέρει περισσότερο από το συνηθισμένο ΗΕΓ στην καθημερινή πράξη. Η ποσοτική αυτή μέθοδος μπορεί να βοηθήσει σε ερευνητικές μελέτες, π.χ. αν θέλουμε να δούμε την επίδραση κάποιων φαρμάκων στην ποσοτική αλλαγή των διαφόρων ρυθμών του εγκεφάλου. Η εξέλιξη της μεθόδου και ο καθορισμός σταθερών και αξιόπιστων φυσιολογικών ορίων πιθανόν να κάνει τη μέθοδο αυτή χρήσιμη και για την κλινική πράξη μελλοντικά (Λογοθέτη,1996).



Εικόνα 8: ΗΕΓ ασθενούς με επιληπτικές κρίσεις (Τσολάκη – Κασάπη - Κεχαγιά, 2002).

1.2.1.1. Ενδείξεις - Χρησιμότητα

Το ΗΕΓ, ακόμα και σήμερα, παρά τη μεγάλη εξέλιξη των άλλων νευραπεικονιστικών μεθόδων (κυρίως αξονικής και μαγνητικής τομογραφίας) χρησιμοποιείται ευρύτατα, καθόσον είναι μία εξέταση απλή, ανώδυνη, ακίνδυνη και φθηνή και μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για πολλαπλές παθήσεις του εγκεφάλου.

Ιδιαίτερες ενδείξεις για τις οποίες το ΗΕΓ αποβαίνει αναντικατάστατο είναι:

- ⊗ Στη διάγνωση της φύσεως παροξυντικών επεισοδίων, που κλινικά δεν είναι σίγουρο αν είναι επιληπτικής φύσεως ή όχι
- ⊗ Στην υποβοήθηση για την επιλογή της φαρμακευτικής αγωγής, την παρακολούθηση της πορείας, την πρόγνωση κ.λ.π., σε άτομα που η κλινική εκτίμηση έχει βάλει σίγουρη διάγνωση επιληψίας.
- ⊗ Πολύτιμες πληροφορίες δίνει το ΗΕΓ:
- ⊗ Σε λοιμώξεις και σε μεταβολικές παθήσεις του Κ Ν Σ. και στην παρακολούθηση της πορείας αυτών (σε ορισμένες από αυτές έχει χαρακτηριστική εικόνα, όπως στην υποξεία σκληρυντική εγκεφαλίτιδα, και στην ηπατική ανεπάρκεια), (Πήτα,2004).
- ⊗ σε κωματώδεις καταστάσεις όπου δίνει πληροφορίες για το βάθος του κώματος, την πορεία της εξέλιξης του και σε μερικές περιπτώσεις δίνει χαρακτηριστικές εικόνες όπως στο φαρμακευτικό κώμα, το ηπατικό κώμα, το α-κώμα κ.ά.,
- ⊗ σε άλλες διαταραχές του επιπέδου συνείδησης και σε διαταραχές του ύπνου (π.χ. ναρκοληψία).

Χρήσιμες πληροφορίες μπορεί επίσης να δώσει το ΗΕΓ:

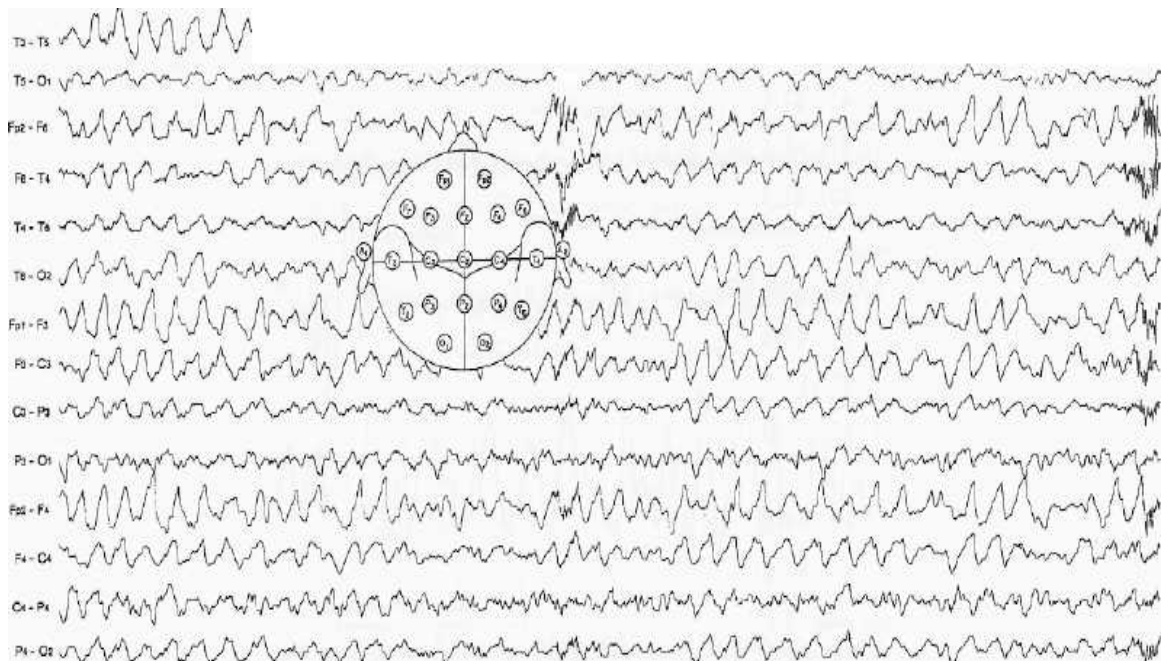
- ⊗ σε οργανικές εγκεφαλικές βλάβες, όπως σε χωροκατακτητικές εξεργασίες (όγκους, αποστήματα κ.λ.π.) σε εμφράγματα, σε κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις κ.ά.

1.2.1.2. Το φυσιολογικό ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Το ΗΕΓ ενός φυσιολογικού ενήλικα που βρίσκεται σε εγρήγορση και έχει κλειστά τα μάτια χαρακτηρίζεται από την καταγραφή του ρυθμού α στα οπίσθια 2/3 του διαγράμματος, του ρυθμού β στις μετωπιαίες περιοχές και ορισμένων κυμάτων θ στις κροταφικές περιοχές (βλ. εικόνα 9). Το άνοιγμα των ματιών προκαλεί εξαφάνιση ή μείωση των ρυθμών α (αντίδραση αποκλεισμού). Κατά τη διάρκεια της υπέρπνοιας καταγράφονται βραδύτεροι ρυθμοί με υψηλότερο εύρος, πράγμα που είναι ιδιαίτερα έντονο κατά την παιδική και εφηβική ηλικία (βλ. εικόνα 5). Στην περίπτωση αυτή το ΗΕΓ μπορεί να καταλαμβάνεται από υψηλά κύματα δ (νεανική αντίδραση) που στερούνται παθολογικής σημασίας σε αυτές τις ηλικίες (Πήτα,2004).

Στις μικρότερες ηλικίες το ΗΕΓ είναι τελείως διαφορετικό. Έτσι, π.χ. στα νεογνά τις πρώτες μέρες και εβδομάδες αποτελείται από βραδείες, χαμηλού εύρους και

Εικόνα9: Διάγραμμα Ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος ενός φυσιολογικού ατόμου που βρίσκεται στην παιδική ηλικία (Πήτα,2004).



ασυγχρόνιστες δραστηριότητες. Στους πρώτους μήνες της ζωής οι ΗΕΓκές δραστηριότητες είναι βραδείες, ασταθείς και με υψηλό εύρος. Μέχρι την ηλικία των 2-4 χρόνων το διάγραμμα γίνεται «ταχύτερο», αλλά επικρατούν σ' αυτό οι βραδείες συχνότητες των 4-5 κ/δ. Ο κανονικός ρυθμός α εμφανίζεται στην ηλικία των 5 χρόνων περίπου. Μετά βαθμιαία εξελίσσεται, ώσπου να σταθεροποιηθεί τελικά

στην ηλικία των 12 χρόνων περίπου, αν και κατά άλλους η οριστική σταθεροποίηση επέρχεται γύρω στην ηλικία των 20 χρόνων.

Το ΗΕΓ χρησιμοποιείται, όπως έχει ήδη αναφερθεί, στη μελέτη του ύπνου και των διαταραχών του. Στο φυσιολογικό ύπνο διακρίνουμε τις εξής φάσεις (εικ. 142).

- Ⓢ *Στάδιο (ή φάση) I:* είναι η περίοδος του αρχικού, ύπνου" χωρίς ρυθμό α με επικράτηση χαμηλού εύρους ρυθμού θ.
- Ⓢ *Στάδιο (ή φάση) II:* σε υπόστρωμα, θ ρυθμών εμφανίζεται χαρακτηριστική ταχεία δραστηριότητα με 12-14 κ/δ γνωστή ως «άτρακτοι ύπνου», καθώς και υψηλά βραδεία κύματα τα γνωστά «συμπλέγματα K».
- Ⓢ *Στάδιο (ή φάση) III:* χαρακτηρίζεται από βραδεία δραστηριότητα θ και δ.
- Ⓢ *Στάδιο (ή φάση) IV:* χαρακτηρίζεται κυρίως από δραστηριότητα δ.
- Ⓢ *Παράδοξη φάση (ή φάση REM, από το Rapid Eyes Movements).* Η φάση αυτή μοιάζει στο ΗΕΓ με τη φάση I ή και την εγρήγορση αλλά με παρουσία των «πριονο-οδοντωτών» κυμάτων και χαρακτηριστικών ταχέων οφθαλμικών κινήσεων (που καταγράφονται με ειδικά ηλεκτρόδια στο ηλεκτρονυσταγμογράφημα). Στη διάρκεια αυτής της φάσης το άτομο έχει το βαθύτερο ύπνο. Επαναλαμβάνονται αρκετές φορές στη διάρκεια του ολονυκτίου ύπνου και καταλαμβάνει το 20-30% της συνολικής διάρκειας του ύπνου. (Λογοθέτη,1996).

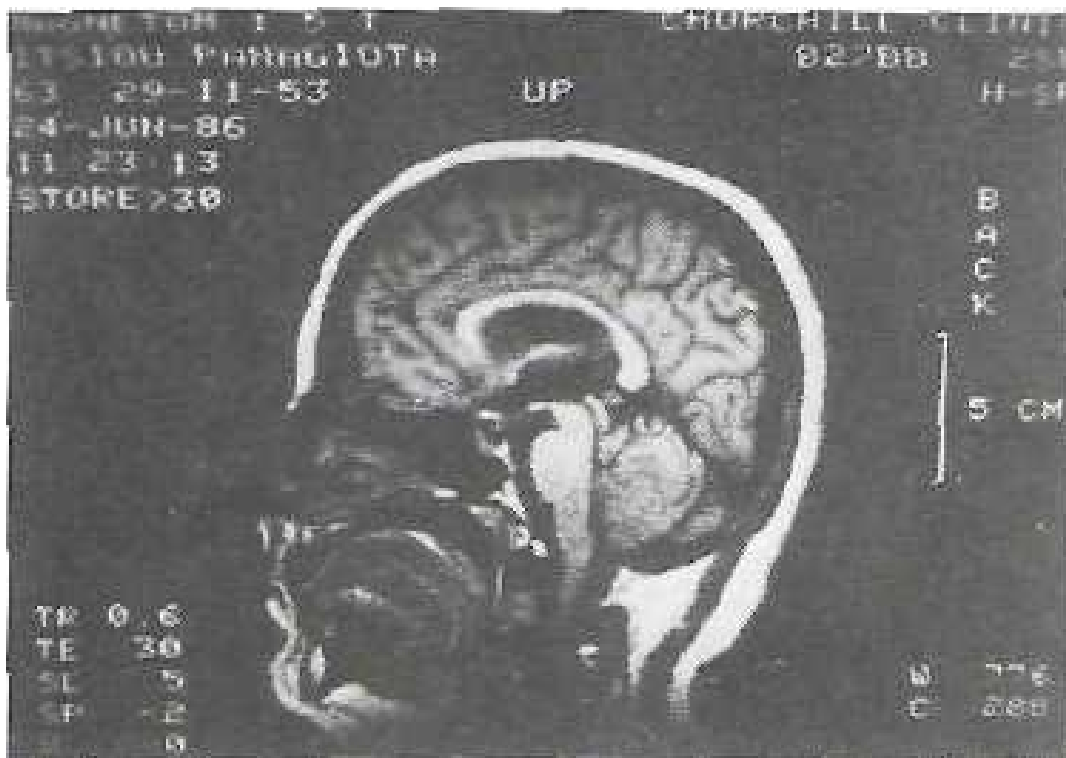
1.2.2. MEG (Μαγνητοεγκεφαλογράφημα)

Όπως σημειώθηκε ήδη, η νευρική δραστηριότητα που συνδέεται με γεγονότα έχει ένα ηλεκτρικό (ERP) και ένα μαγνητικό (ERF) αντίστοιχο (βλ. εικόνα 10). Ενώ ο αριθμός των ERP μελετών των γνωστικών λειτουργιών μετριέται σε χιλιάδες, μόνον ένας πολύ μικρός αριθμός γνωστικών μελετών έχουν χρησιμοποιήσει τα ERF. Τα ERF μοιράζονται πολλά δυνατά σημεία και τις αδυναμίες των ERP, αλλά οι μέθοδοι είναι αρκετά διαφορετικές για να δικαιολογεί το ότι θεωρούνται συμπληρωματικές παρά αμοιβαία πλεονάζουσες. Στους Hamalainen et al (1993) μπορεί να βρεθεί λεπτομερής περιγραφή της μεθόδου του MEG/ERF.

Για δύο λόγους τα ERF προσφέρουν μία ακόμα πιο επιλεκτική άποψη της νευρικής δραστηριότητας από τα ERP. Πρώτον, η μείωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου, σε συνάρτηση της απόστασης, είναι ακόμα πιο ταχεία από ότι στα ηλεκτρικά πεδία, που σημαίνει ότι οι ηλεκτρομαγνητικές πηγές βαθιά μέσα στον εγκέφαλο συμβάλλουν λιγότερο στα ERF από ότι στα ERP.

Ο δεύτερος και πιο βαθύς λόγος για τη μεγαλύτερη επιλεκτικότητα της μεθόδου ERF είναι ότι οι μαγνητικές καταγραφές είναι ευαίσθητες αποκλειστικά σε πεδία που ξεκινούν από γεννήτριες προσανατολισμένες επιφανειακά στο τριχωτό της κεφαλής (δηλ. οι διπολικοί τους άξονες είναι παράλληλοι με την κρανιακή επιφάνεια που βρίσκεται ακριβώς από πάνω τους) και αντίθετα με τα ERP δεν είναι καθόλου ευαίσθητα σε ακτινικά προσανατολισμένες γεννήτριες (δηλ. με το διπολικό τους άξονα κάθετο στην κρανιακή επιφάνεια).

Το γεγονός ότι τα ERF αντανακλούν ένα πιο περιορισμένο εύρος νευρικών πηγών από τα ERP έχει τα πλεονεκτήματά του. Αυτό σημαίνει ότι τα ERP μπορούν να μας βοηθήσουν να περιορίσουμε την ερμηνεία των δεδομένων ERP. Τα πειραματικά αποτελέσματα που φαίνονται αποκλειστικά στα ERP πιθανότατα προέρχονται είτε από μια βαθιά πηγή είτε από μια πηγή ακτινικά προσανατολισμένη. Αυτό σημαίνει, επίσης, ότι σε σχέση με τα ERP υπάρχουν περισσότεροι περιορισμοί για τον εντοπισμό της γεννήτριας πηγής γνωρίζει κανείς τον προσανατολισμό των γεννητριών ενός ERF *a priori* (Gevins et al,1994).



Εικόνα 10: Μαγνητική καταγραφή. Φανερή είναι η σαφής και ευκρινής απεικόνιση των διάφορων ανατομικών σχηματισμών τον εγκεφάλου (Gevins et al,1994).

Αυτό το πλεονέκτημα της μεθόδου ERF μεγεθύνεται και από μια άλλη σημαντική διαφορά ανάμεσα στα ηλεκτρικά και τα μαγνητικά στοιχεία της νευρικής δραστηριότητας. Επειδή τα ηλεκτρικά πεδία επηρεάζονται σημαντικά από ανομοιογένειες στην ηλεκτρική αντίσταση, πάσχουν από χωρική αλλοίωση και παραμόρφωση, καθώς ρέουν μέσα από το υψηλής αντίστασης (αλλά και ανομοιογένειας) κρανίο και το τριχωτό της κεφαλής. Τα αποτελέσματα αυτής της αλλοίωσης και παραμόρφωσης καθιστούν εξαιρετικά δύσκολες τις προσπάθειες μοντελοποίησης των ενδοεγκεφαλικών πηγών τους. Αντίθετα, τα μαγνητικά πεδία είναι ανεπηρέαστα από τα φυσικά όρια και την αντίσταση που παρουσιάζουν. Αυτό, σε συνδυασμό με την έλλειψη ευαισθησίας στις ακτινικές πηγές, σημαίνει ότι τα μαγνητικά πεδία τείνουν να είναι απλούστερα και λιγότερο αραιά κατανεμημένα επάνω στο τριχωτό της κεφαλής, σε σχέση με τα ηλεκτρικά τους αντίστοιχα, γεγονός που τα καθιστά πιο δεκτικά σε διαδικασίες μοντελοποίησης, παρότι υπόκεινται επίσης στο προαναφερθέν αντίστροφο πρόβλημα. (Πήτα, 2004).

1.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Αιμοδυναμικών και Ηλεκτροφυσιολογικών Μεθόδων.

Ο πίνακας 1. περιγράφει τα κύρια δυνατά σημεία και τις αδυναμίες των αιμοδυναμικών και ηλεκτροφυσιολογικών μεθόδων που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Πίνακας 1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ηλεκτροφυσιολογικών και αιμοδυναμικών μεθόδων

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ηλεκτροφυσιολογικές μέθοδοι	Άμεση μέτρηση νευρικής δραστηριότητας	Τα δείγματα δίνουν μερική εικόνα και δεν περιγράφουν τμήματα της δραστηριότητας
	Υψηλή χρονική ανάλυση.	Φτωχή χωρική ανάλυση
	Ευκολία απόκτησης δεδομένων που σχετίζονται με την επίδοση	
Αιμοδυναμικές μέθοδοι	Ομοιογενής (PET) ή σχεδόν ομοιογενής (fMRI) δειγματοληψία ενεργοποίησης περιοχών στη βάση δοκιμασιών	Έμμεση μέτρηση νευρικής δραστηριότητας
	Υψηλή χωρική ανάλυση	Φτωχή χρονική ανάλυση
		Δυσκολία (μέχρι πρόσφατα) λήψης δεδομένων που εξαρτώνται από την επίδοση
		Δυσκολία (μέχρι πρόσφατα) διάκρισης μεταξύ αποτελεσμάτων που σχετίζονται με κατάσταση και με ερέθισμα

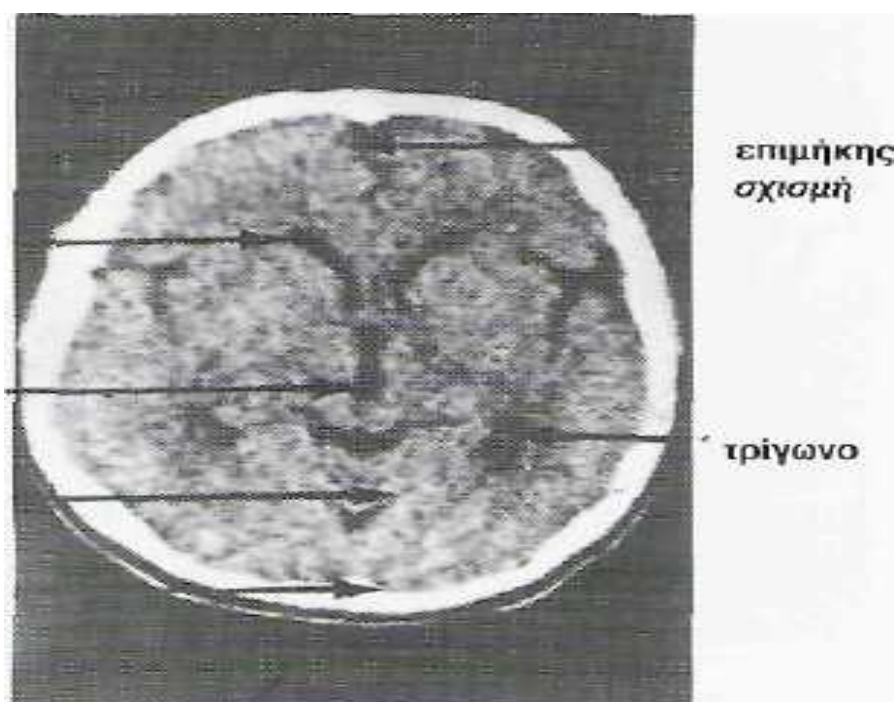
Μεταξύ των πιο σημαντικών διαφορών είναι η έλλειψη ευαισθησίας των ηλεκτροφυσιολογικών μεθόδων στη δραστηριότητα νευρικών πληθυσμών που δε δημιουργούν ανοικτό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, καθώς και η έλλειψη ευαισθησίας των αιμοδυναμικών μετρήσεων στις μεταβολές νευρικής δραστηριότητας. (Πήτα,2004)

Πίνακας 2 Προϋποθέσεις αντίγνωσης ήλεκτρο φυσιολογικών και αιμοδυναμικών σημάτων

Ηλεκτροφυσιολογικά σήματα	Αιμοδυναμικά σήματα
<ul style="list-style-type: none">☉ Η ενεργοποίηση ενός νευρικού πληθυσμού πρέπει να είναι σύγχρονη☉ Τα στοιχεία πρέπει να είναι γεωμετρικά οργανωμένα ώστε να παράγουν ένα «ανοικτό πεδίο»☉ Η δραστηριότητα πρέπει να είναι χρονικά συνδεδεμένη με κάποιο γεγονός αναφοράς <p>Ενώ:</p> <ul style="list-style-type: none">☉ Το σήμα πρέπει να είναι ευαίσθητο σε μεταβολές στο σχετικό χρονισμό της δραστηριότητας και στο σχετικό της μέγεθος☉ Η κρίσιμη νευρική δραστηριότητα δεν είναι απαραίτητο να είναι χρονικά εκτεταμένη	<p>Η νευρική δραστηριότητα δεν είναι απαραίτητο να είναι σύγχρονη</p> <ul style="list-style-type: none">☉ Ο γεωμετρικός προσανατολισμός του ενεργοποιημένου νευρικού πληθυσμού δεν έχει καμία σημασία <p>Ενώ:</p> <ul style="list-style-type: none">☉ Το πλάτος του σήματος επηρεάζεται από τη διάρκεια καθώς και από το μέγεθος της μεταβολής της νευρικής δραστηριότητας☉ Οι μεταβολές νευρικής δραστηριότητας μπορούν να ανιχνευθούν εφόσον μεταβάλλουν την καθαρή μεταβολική τους απαίτηση

1.4. Ηλεκτρονική Αξονική Τομογραφία Εγκεφάλου

Σε φυσιολογικές συνθήκες η ΗΑΤ του εγκεφάλου (βλ. εικόνα 11) έχει τη δυνατότητα να απεικονίζει τις πτυχές της σκληρής μήνιγγας, τη φαιά και τη λευκή ουσία, τα χοριοειδή πλέγματα και τις κοιλίες. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου, η λήψη των τομών επαναλαμβάνεται ύστερα από ενδοφλέβια χορήγηση ιωδιούχου σκιαστικού με κύριο



Εικόνα 11: Φυσιολογική απεικόνιση δομών του εγκεφάλου με την αξονική ηλεκτρονική τομογραφία (Πήτα, 2004).

σκοπό την απεικόνιση τυχόν παθολογικών αγγείων, της παράπλευρης κυκλοφορίας και των περιοχών όπου δε λειτουργεί ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός (νέκρωση ή ισχαιμία). Κατακράτηση σκιαστικού σημειώνεται ακόμη σε περιοχές πλούσιες σε τριχοειδή, όπως ο αμυγδαλοειδής πυρήνας και η φαιά ουσία, ενώ παράλληλα παρατηρήθηκε και σκιαγράφηση αγγείων του εξαγώνου και των μεγάλων φλεβικών κόλπων (Πήτα, 2004).

Μια σημαντική ανακάλυψη είναι η ανάπτυξη των δομικών απεικονιστικών μεθόδων (CT, MRI). Αυτά τα εργαλεία έχουν παράσχει μια νέα ώθηση στη μελέτη της νευρικής βάσης της γνωστικής λειτουργίας. Η εμφάνιση των λειτουργικών

απεικονιστικών τεχνικών (PET, SPECT και πρόσφατα fMRI) έχει επεκτείνει τον τομέα της έρευνας από τα τραύματα στις λειτουργικές έρευνες για τη δραστηριότητα του εγκεφάλου στα κανονικά θέματα που συμμετέχουν στους γνωστικούς στόχους.

Τα ερευνητικά προγράμματα απεικόνισης στη νευροψυχολογία, με το στόχο τα εγκεφαλικά λειτουργικά συστατικά των γνωστικών διαδικασιών σε φυσιολογικές και ασθενής συνθήκες, πρέπει τώρα να καθιερώσουν καλά την παράδοση στην Ευρώπη. Παράλληλα με τις μεθόδους για την *in vivo* μελέτη της λειτουργίας του εγκεφάλου, η αξιολόγηση των νευροαπεικονιστικών συστημάτων έχει γίνει βαθμιαία δυνατή. Η σημαντική πρόοδος στον τομέα έχει επιτρέψει στις τοπογραφικές μεθόδους εκπομπής (SPECT και PET) για να είναι μοναδικά εργαλεία στην αξιολόγηση της νευροχημείας του εγκεφάλου. Οι μελέτες των συστημάτων νευροδιαβίβασης ανοίγουν μια νέα προοπτική στις μελέτες των γνωστικών λειτουργιών στις φυσιολογικές και νευρολογικές διαταραχές και στην ωφέλεια των θεραπευτικών παρεμβάσεων.

1.4.Πείραμα

Μια ομάδα προτάθηκε για να συμμετέχει στο νευρολογικό πείραμα σχετικές με τις νευροαπεικονιστικές τεχνικές. Τα μέλη των ομάδων είναι προσδιορισμένα τμήματα με γνωστή ή πιθανή επιστημονική δραστηριότητα. Όλα τα ιδρύματα κατατάσσονται στην ευρωπαϊκή ομοσπονδία των Νευρολογικών κοινωνιών. Τον Μάρτιο του 1999, 174 τμήματα έλαβαν ένα ερωτηματολόγιο που θα ολοκλήρωναν μόνοι τους ή θα το έδιναν σε άλλους επιστημονικά ενεργούς συναδέλφους στο ίδιο ίδρυμα, εάν οι ίδιοι δεν ήταν ικανοί να υποβάλουν αναφορά σχετικά με ολόκληρο το ίδρυμα. (Herholz et al, 2001)

Μέσα σε 9 μήνες, μετά από το 1999, 100 ολοκληρωμένα ερωτηματολόγια επιστράφηκαν (πίνακας 3) και μπόρεσαν να αξιολογηθούν. Επιπλέον, τρεις παραλήπτες δεν μπόρεσαν να τα στείλουν στην απαριθμημένη διεύθυνση και 10 ερωτηματολόγια επιστράφηκαν ισχυρίζονταν καμία νευροαπεικονιστική ερευνητική δραστηριότητα ή μια ανικανότητα να συμπληρωθεί το ερωτηματολόγιο, που αυξάνει το ποσοστό επιστροφής σε 64.9%.

Οι ερωτηθέντες είχαν αξιολογηθεί στη χρησιμοποίηση του SPSS για τα Windows. (έκδοση 8.0.0). Όσον αφορά τις πειθαρχίες, τις τεχνικές, τις ασθένειες, τις πηγές χρηματοδότησης και τον εξοπλισμό, η συχνότητα των θετικών απαντήσεων

αξιολογήθηκε. Τα πλήρη κεφάλαια χωρίς θετικές απαντήσεις θεωρήθηκαν πως υπολείπονται στην αξιολόγηση. Οι ερωτήσεις με ελλειπείς απαντήσεις ήταν περισσότερο από 10% προσδιορίζονται συγκεκριμένα στο τμήμα αποτελεσμάτων. Δεδομένου ότι τα περισσότερα ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τους πόρους για την νευροαπεικονιστική έρευνα διαστράφηκαν με πολύ χαμηλές και λίγο υψηλές τιμές, οι μεσαίες τιμές και οι ενδοτεταρτημόριες σειρές (εντός παρενθέσεως) αναφέρθηκαν (Herholz et al, 2001).

Πίνακας 3: Αριθμός ερωτηματολογίων από τη χώρα

	Number sent out	Number completed
Austria	19	12
Belgium	5	5
Switzerland	6	4
Czucly Republic	1	1
Germany	37	29
Denmark	5	5
France	20	9
UK	24	14
Italy	25	8
Norway	3	1
Netherlands	5	4
Poland	5	1
Sweden	5	2

Αποτελέσματα - Ερωτηματολόγιο

Από τα 100 επιστρεφόμενα ερωτηματολόγια, 77 προήλθαν από τα πανεπιστημιακά νοσοκομεία, 11 από άλλα νοσοκομεία διδασκαλίας, 9 από τα ερευνητικά ιδρύματα και μόνο δύο από τη μη νοσοκομειακή διδασκαλία και ένα από άλλα ιδρύματα. Σε 70 περιπτώσεις, ο αρχικός τομέας ήταν νευρολογικός. Το υπόλοιπο ολοκληρώθηκε από τα τμήματα πυρηνικής ιατρικής (πέντε), νευροχειρουργικής (τέσσερις), ακτινολογίας (δύο), νευροφυσιολογίας (δύο) ή άλλα (έξι).

Μεταξύ των τεχνικών απεικόνισης η MRI χρησιμοποιήθηκε πολύ συχνά, ενώ η MRS λιγότερο συχνά. Ενδιαφέρον, είναι ότι δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά όσον αφορά τη διαθεσιμότητα ανάμεσα σε άλλες τεχνικές. Ακόμη και η ακριβότερη τεχνική, PET, χρησιμοποιήθηκε κατά 49% από όλα τα ιδρύματα. Εντούτοις, για αυτήν την τεχνική, το μεγαλύτερο ποσοστό των μηχανών αφιερώθηκε μόνο στην έρευνα, και την πραγματική χρήση του από την άποψη των θεμάτων που μελετήθηκαν ετησίως, τα υψηλότερα ποσοστά των θεμάτων που μελετήθηκαν αναφέρθηκαν για τον υπέρηχο ως λιγότερη ακριβή τεχνική, και αυτός ο αριθμός είχε μια σημαντική σχέση με τον προϋπολογισμό ($\pi = -0,63$, $\pi = 0.004$). Πιο απροσδόκητα, μια παρόμοια αντίστροφη σχέση μεταξύ του προϋπολογισμού και του αριθμού των μελετών φάνηκε για το SPECT (Herholz et al, 2001).

Οι τεχνικές απεικόνισης συνδυάστηκαν με ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές για την έκθεση συγκερασμού κατά 40% των ιδρυμάτων. Μια ευρεία σειρά ασθενειών μελετήθηκε στα περισσότερα ιδρύματα, η πιο συχνή εγκεφαλοαγγειακή ασθένεια (82%), ακολουθεί η άνοια και άλλες γνωστικές διαταραχές (61%), επιληψία (61%), κινητικές διαταραχές (61%), όγκοι εγκεφάλου (57%) και πολλαπλή σκλήρυνση (48%). Η μηνιγγίτιδα και άλλες φλεγμονώδης ασθένειες διαταραχών (19%) και (22%) μελετήθηκαν πολύ σπάνια. Ένας σημαντικός συσχετισμός με τον προϋπολογισμό φάνηκε για την άνοια (50,0, 75,0 και 100,0%) και τις κινητικές διαταραχές (50,0, 54,2 και 90,9%). Οι πρόσθετες ασθένειες που δεν απαριθμήθηκαν στο ερωτηματολόγιο αναφέρθηκαν από 18 ιδρύματα, με ψυχιατρικές και αναπτυξιακές διαταραχές (τέσσερις), μεταβολικές διαταραχές τέτοιες, όπως ο διαβήτης και η ηπατική ανεπάρκεια (τρεις), συγκεκριμένα γνωστικά ελλείμματα (τρία), κώμα (τρία), τραύμα εγκεφάλου (δύο) και πόνος ή ημικρανία (δύο) αναφέρθηκαν περισσότερο από μία φορά.

Η ανάλυση στοιχείων εικόνας (βλ. εικόνα 12) στηρίχθηκε σε μεγάλο ποσοστό στις ψηφιακές τεχνικές επεξεργασίας εικόνας, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης των ψηφιακών στοιχείων εικόνας (90%), των υπολογιστών επεξεργασίας εικόνας (£7%), της ποσοτικής ανάλυσης εικόνας (79%) και των δικτυακών υπολογιστών (70%). Τα αντίγραφα εικόνας των ακτίνων X χρησιμοποιήθηκαν κατά 69% από τα ιδρύματα. Ένας σημαντικός συσχετισμός με τον προϋπολογισμό φάνηκε για τη χρήση των υπολογιστών επεξεργασίας εικόνας (75,0, 95,8 και 100,0%) και των δικτύων υπολογιστών (50,0, 91,7 και 100,0%) (Herholz et al, 2001).

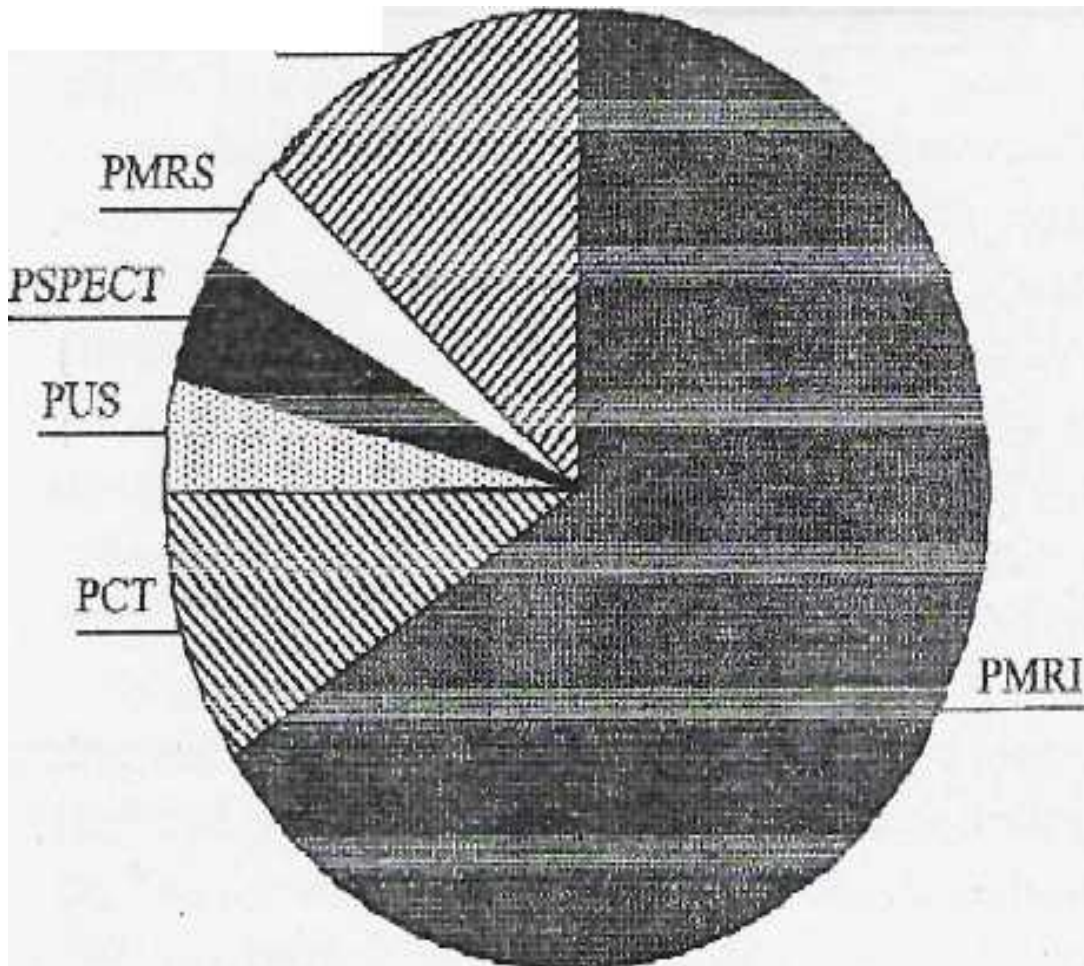
Οι περισσότεροι εναγόμενοι έδωσαν υψηλές εκτιμήσεις (σε μια κλίμακα από 1 έως 5) για την άποψη ότι η νευροαπεικονιστική έρευνα είναι σημαντική για την υπομονετική θεραπεία και ότι η χρηματοδότηση πρέπει να βελτιωθεί. Οι λιγότερο χαμηλές εκτιμήσεις δόθηκαν για τις απόψεις ότι η βελτίωση διεπιστημονικής συνεργασίας, της πρόσβασης στα στοιχεία και τον εξοπλισμό, των εκπαιδευτικών πόρων και της διαθέσιμης ενημέρωσης για την υπομονετική προσοχή είναι απαραίτητη. Επίσης θεωρήθηκε ότι το EFNS πρέπει να αυξήσει τις δραστηριότητες σχετικές με την έρευνα. Δεν υπήρξε ένα ισχυρό συναίσθημα ότι η πρόσβαση των ερευνητών στους ασθενείς θα χρειαζόταν βελτίωση.

Τα στοιχεία μας δείχνουν τη λογική πρόσβαση στις σύγχρονες απεικονιστικές τεχνικές από τα ιδρύματα που επέστρεψαν τα ερωτηματολόγια (βλ. εικόνα 12). Η MRI, συμπεριλαμβανομένου fMRI, είχε την υψηλότερη συχνότητα χρήσης στην έρευνα, η οποία συμφωνεί με την αντιπροσώπευσή της στην επιστημονική λογοτεχνία. Από τα αποτελέσματα των ποσοστών των δημοσιεύσεων, το PET ακολούθησε με κάποια απόσταση. Λιγότεροι ασθενείς είχαν μελετηθεί με αυτήν την ακριβή τεχνική, και, αρκετά δικαιολογημένα, ο αριθμός τους συσχετίστηκε με το διαθέσιμο προϋπολογισμό. Η επένδυση σε PET φαίνεται κατάλληλη, επειδή οι δημοσιεύσεις βρέθηκαν κατά προτίμηση στα περιοδικά με τους υψηλούς παράγοντες αντίκτυπου. Το CT, που προσφέρει προφανώς τη λιγότερο καινοτομική πλευρά, εμφανίστηκε επόμενο από την άποψη της παρουσίας των δημοσιεύσεων, αλλά κατά προτίμηση στα περιοδικά με τους χαμηλούς παράγοντες αντίκτυπου. Το SPECT και ο υπέρηχος, που χρησιμοποιούνται με την παρόμοια συχνότητα, ασκούν ακόμα λιγότερο επίδραση από την άποψη της συχνότητας των δημοσιεύσεων στα περιοδικά της γενικής νευρολογίας.

Χρησιμοποιήθηκαν κατά προτίμηση από τις ομάδες με έναν χαμηλό προϋπολογισμό. Για το SPECT και το MRS, ο αριθμός θεμάτων που μελετήθηκαν

και ο αριθμός δημοσιεύσεων στη λογοτεχνία ήταν σχετικά χαμηλοί, προτείνοντας έναν περισσότερο οριακό πόλο στην νευροαπεικονιστική έρευνα (Herholz et al, 2001).

Εικόνα12: ποσοστά τεχνικών απεικόνισης (Herholz et al, 2001).



2. Μαθησιακές δυσκολίες και λειτουργία του εγκεφάλου

2.1. Μαθησιακές δυσκολίες

Το πρόβλημα των μαθησιακών δυσκολιών άρχισε να απασχολεί τους ειδικούς από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Γενικά όσον αφορά τον ορισμό των μαθησιακών δυσκολιών, υποστηρίζεται ότι είναι ένας γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται σε μία ετερογενή ομάδα διαταραχών που προέρχονται από σοβαρές δυσκολίες στην εκμάθηση και χρήση του λόγου, της ανάγνωσης, της γραφής, της λογικής σκέψης και των μαθησιακών ικανοτήτων. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς και υποστηρίζεται ότι οφείλονται σε δυσλειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ).

Οι μαθησιακές δυσκολίες διακρίνονται σε γενικές και ειδικές δυσκολίες. Στις γενικές μαθησιακές δυσκολίες κάνουμε λόγο για παιδιά όπου υπάρχει χαμηλό νοητικό δυναμικό και πιο συγκεκριμένα αναφερόμαστε στα παιδιά που βρίσκονται σαφώς κάτω της μέσης νοημοσύνης, ενώ στις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διακρίνουμε ειδικές διαταραχές που είναι οι εξής:

- ✿ Δυσλεξία
- ✿ Δυσορθογραφία
- ✿ Δυσγραφία
- ✿ Δυσαριθμησία {Μαρκοβίτης - Τζουριάδου, 1991 }.

Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα και στο σύνολο του μαθητικού πληθυσμού το 3-5 % των μαθητών έχουν κάποια μορφή δυσλεξίας. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε σχολείο με 250 μαθητές υπάρχουν 10 τουλάχιστον μαθητές με προβλήματα δυσλεξίας. (Σακκάς, 2002).

Τα παιδιά που παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες, εμφανίζουν ένα σύνολο συμπεριφορών που εύκολα αναγνωρίζονται. Αυτά μπορεί να είναι:

- ◆ Δυσκολεύονται στην ταξινόμηση, την αποθήκευση και γενικά στην οργάνωση των πληροφοριών που δέχονται στο αρχείο του μυαλού του.
- ◆ Δυσκολεύονται να μάθουν ακολουθίες όπως οι μέρες της εβδομάδας, οι μήνες ,οι εποχές κ.τ.λ.
- ◆ Δυσκολεύονται να διατηρεί την προσοχή του σε μία δραστηριότητα, ώστε να φτάσει στο σημείο να την ολοκληρώσει.
- ◆ Επίσης διασπάται η προσοχή του σε οποιαδήποτε περιβαλλοντικό ερέθισμα, με αποτέλεσμα να δίνει την εντύπωση ότι αφαιρείται συνέχεια και χαζεύει.

Ειδικά στην ανάγνωση:

- ◆ Αργούν να μάθουν τον μηχανισμό ανάγνωσης, σε σχέση με τους συμμαθητές τους.
- ◆ Όταν αρχίζουν να μαθαίνουν, η πρόοδος είναι σταθερή αλλά πάλι πιο αργή από τους συμμαθητές τους.
- ◆ Εμφανίζουν συχνά μειωμένη κατανόηση του κειμένου που διαβάζουν.
- ◆ Δυσκολεύονται να γυρίσουν από το τέλος της γραμμής στη αρχή της επόμενης πρότασης και επίσης να κρατούν την σωστή σειρά όταν διαβάζουν.
- ◆ Υπάρχει ακόμα μια περίπτωση που το παιδί δεν χρησιμοποιεί σωστά τους κανόνες που διέπουν την αντιστοίχιση εκφερόμενων ήχων και γραπτών συμβόλων. Αυτό αντικατοπτρίζει την επιτυχή χρήση του μηχανισμού αντιστοίχισης ήχων και γραπτών συμβόλων, αλλά και την επιλογή ακατάλληλων γραμμάτων για να αναπαραστήσουν τους εκφερόμενους ήχους μιας λέξης.
- ◆ Πολλές φορές παρατηρείται μια δυσκολία στο να διακρίνουν οπτικά τα γράμματα.
- ◆ Αδυναμία πλευρίωσης, δηλαδή το παιδί δεν διαθέτει την ικανότητα της «σωστής» κίνησης, που αυτό μπορεί να παρατηρηθεί στην γραφή και την ανάγνωση.

Λανθασμένη χρήση των σημείων στίξης, και με αυτήν την συμπεριφορά δεν έχουμε την σωστή απόδοση των νοημάτων και την ανάπτυξη του ύφους. Άρα έχουμε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του νοήματος (Σακκάς, 2002).

Ειδικά στην γραφή και την ορθογραφία:

- ◆ Κατά την γραφή παρατηρούνται παραλείψεις – αντικαταστάσεις γραμμάτων και συλλαβών.
- ◆ Παρουσιάζεται μια σύγχυση στην ακουστική και οπτική αλληλοπάθεια, που έχει ως αποτέλεσμα το παιδί να συγχέει φωνήματα

Μπορεί να γράφουν με καθρεφτισμένη γραφή, δηλαδή γράφουν όλα τα γράμματα αλλά να αρχίζουν από δεξιά προς αριστερά (Σακκάς, 2002).

- ◆ Αντιμετωπίζουν ακόμα και προβλήματα στον τονισμό, δηλαδή υπερτονίζουν τις λέξεις ή τοποθετούν λανθασμένα τον τόνο, όταν μάλιστα αυτός πρέπει να τεθεί
 - Σε κεφαλαία μονοσήφια γράμματα
 - Σε ανάμεικτο δίγηφο γράφημα.
- ◆ Υπάρχει μια αδυναμία στην αντιγραφή σχημάτων, αντικειμένων και γραμμάτων.
- ◆ Δυσκολία να διακρίνει το παιδί οπτικά τα γράμματα.
- ◆ Παραλείπουν γράμματα ή συλλαβές ή ακόμη και λέξεις, όπως «μλι» αντί «μέλι»

2.1.1. Σύγχρονα διαγνωστικά εργαλεία μαθησιακών δυσκολιών

2.1.1.1. Τεστ Πρώιμης Ανίχνευσης Δυσλεξίας

Το τεστ πρώιμης ανίχνευσης αποτέλεσε το κύριο όργανο μέτρησης στη διαχρονική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε νηπιαγωγεία του νομού Ιωαννίνων κατά το δεύτερο εξάμηνο της δεύτερης τάξης του Νηπιαγωγείου.

Με το συγκεκριμένο τεστ έχουμε τη δυνατότητα να διαγνώσουμε υπόνοιες, ενδείξεις και τάσεις για κατοπινή εμφάνιση δυσλεξίας κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που συνδέονται με την ηλικία, τις κατάλληλα δομημένες θεματικές του γνωστικού αντικειμένου, το δείγμα νηπίων το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες, παρακολουθεί το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα και τυγχάνει ίσων ευκαιριών μάθησης, ανεξάρτητα από κοινωνικοπολιτισμικούς παράγοντες (Ζακοπούλου, 2003).

Το τεστ πρώιμης ανίχνευσης περιλαμβάνει 8 θεματικές:

- A) αναγνώριση εικόνων
- B) ιχνογράφημα
- Γ) αντιγραφή γεωμετρικών σχημάτων
- Δ) οπτική διάκριση
- E) τεστ πλευρικότητας
- Z) γραφή ονόματος
- H) διάκριση ήχων
- Θ) οπτικολεκτική αντιστοίχιση

Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών των θεματικών είναι τα ακόλουθα:

αφορούν τους κυριότερους παράγοντες συσχέτισης με τη δυσλεξία
μπορούν να παρουσιάσουν ένα ενιαίο χαρακτήρα ενός ποικιλόμορφου φάσματος συνοδευμένου με συμπτώματα και άλλες εκδηλώσεις που υποδηλώνουν την εικόνα του συνδρόμου της δυσλεξίας
επιτρέπει την ιεράρχηση και την κατηγοριοποίηση σε σχέση με τα συμπτώματα της δυσλεξίας. Για παράδειγμα ένα νήπιο με πρώιμη εκδήλωση δυσλεξικής συμπεριφοράς θα παρουσιάσει χαμηλή επίδοση στη θεματική της φωνολογικής αντίληψης.

Όσον αφορά τα Μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα τις προμαθηματικές ικανότητες, καθώς αυτό το τεστ απευθύνεται σε παιδιά νηπίου, στόχος του ειδικού είναι να διαγνώσει την ικανότητα του παιδιού να αντιλαμβάνεται έννοιες όπως αυτές του σωματικού σχήματος, του προσανατολισμού και τις τοποθετήσεις αντικειμένων

στο χώρο, των λογικομαθηματικών εννοιών μέσω του ιχνογραφήματος (Ζακοπούλου, 2003).

2.1.1.2. Αθηνά Τεστ

Το Αθηνά Τεστ όπως και κάθε άλλο σταθμισμένο Τεστ, είναι σαν ένα μικρό καλοσχεδιασμένο ψυχολογικό πείραμα. Η διαδικασία χορήγησης και βαθμολόγησης του έχουν καθοριστεί λεπτομερώς από πριν και πρέπει να τηρούνται πιστά, κάθε φορά που επαναλαμβάνεται. Σε αντίθετη περίπτωση τα αποτελέσματα δεν θα είναι συγκρίσιμα και, επομένως, μη ερμηνεύσιμα.

Το Αθηνά Τεστ χορηγείται ατομικός. Ο εξεταστής και το παιδί κάθονται σε ένα τραπέζι ο ένας απέναντι στον άλλον, μέσα σε ένα δωμάτιο, οι δυο τους, όπως σε μια ζωντανή ατομική συνέντευξη. Ο εξεταστής έχει πάνω στο τραπέζι το εκάστοτε απαιτούμενο εξεταστικό υλικό και θέτει στο παιδί ερωτήσεις, τη μια μετά την άλλη, και το παιδί απαντά.

Σειρά χορήγησης των κλιμάκων του Αθηνά Τεστ

I. νοητική ικανότητα

1. γλωσσικές αναλογίες
2. αντιγραφή σχημάτων
3. λεξιλόγιο

II. άμεση μνήμη ακολουθιών

4. μνήμη ακολουθιών
5. μνήμη εικόνων
6. μνήμη σχημάτων

III. ολοκλήρωση παραστάσεων

7. ολοκλήρωση προτάσεων
8. ολοκλήρωση λέξεων

IV. γραφο-φωνολογική ενημερότητα

9. διάκριση γραφημάτων
10. διάκριση φθόγγων
11. σύνθεση φθόγγων

V. νευρο-ψυχολογική ωριμότητα

12. οπτικο-κινητικός συντονισμός
13. αντίληψη δεξιού – αριστερού
14. πλευρίωση (Παρασκευόπουλος, 1999).

2.1.1.3. Τεστ σχολικής ωριμότητας της Χαιδελβέργης

Το τεστ αυτό είναι Γερμανικό και δείχνει τη σχολική ωριμότητα ή ανωριμότητα ενός παιδιού, που πρόκειται να φοιτήσει στην Α τάξη του Δημοτικού μετά από 2-3 μήνες. Επιπλέον, μέσω αυτού του τεστ επιδιώκεται να διαγνώσει κατά πόσον οι νοητικές ικανότητες του παιδιού ανταποκρίνονται στις σχολικές απαιτήσεις.

Το τεστ αποτελείται από 10 υπό-τεστ με 4 ασκήσεις το καθένα. Η ρεαλιστική θεώρηση των πραγμάτων και η αυθόρμητη προσοχή διαφαίνονται μέσα από το τεστ καθώς εξακριβώνονται και από τα τεστ.

A) αντιγραφή σχημάτων

B) διάκριση μορφών

Γ) σύλληψη του περιεχομένου

Τα υπο-τεστ είναι τα ακόλουθα:

- ☉ διαφοροποίηση μορφών
- ☉ απόδοση μορφών
- ☉ σύλληψη πλήθους
- ☉ ανάγνωση κενών
- ☉ συνέχεια σχημάτων
- ☉ συναρτήσεις
- ☉ σύλληψη περιεχομένου
- ☉ ψηλάφηση μορφών
- ☉ εικόνα του εαυτού του παιδιού

Το τεστ της Χαιδελβέργης χαρακτηρίζεται για την αξιοπιστία του που φθάνει και το 95%. Δηλαδή σε ένα παιδί που θα υποβληθεί σε αυτό το τεστ, η στατιστική πιθανότητα να υπολογισθεί η πραγματική σχολική του ωριμότητα ή ανωριμότητα είναι 95%. Η πιθανότητα να δείξει λίγο πιο πάνω ή πιο κάτω είναι μόνο 5% (Kratzmeier, 1987).

2.2.Δυσλεξία και λειτουργία εγκεφάλου

2.2.1. Δυσλεξία και ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Πριν μία περίπου δεκαετία, εργαζόμενοι πάνω στη θεραπεία της δυσλεξίας (Καρπαθίου,1994) σε παιδιά μικρών ηλικιών κυρίως, βρεθήκανε αντιμέτωποι με κάποιες περιπτώσεις, οι οποίες είχαν μεν τη κλινική εικόνα του δυσλεξικού παιδιού, αλλά μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, δεν μπορούσαν να προχωρήσουν στα κανονικά και φυσιολογικά θα λέγαμε πλαίσια.

Σκεφθήκαν λοιπόν (Καρπαθίου,1994) ότι για να διαλευκάνουνε αυτές τις υποθέσεις, θα έπρεπε να ζητήσουν ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα των συγκεκριμένων αυτών παιδιών, ούτως ώστε να δούνε λειτουργικά τι συμβαίνει, ενώ σε μερικές από αυτές τις περιπτώσεις, μετά από την ηλεκτροεγκεφαλογραφική μελέτη, χρειάστηκε κατόπιν εντολής του αρμοδίου νευρολόγου και μία περαιτέρω διερεύνηση μέσω αξονικής τομογραφίας, όπου και δεν βρήκαν κάποια ουσιαστικά ευρήματα, στη μεγάλη πλειοψηφία των εξετασθέντων.

Αντίθετα, όμως, είχαν βρει κάποια σημαντικά ευρήματα, εκείνη την εποχή στα συγκεκριμένα αυτά δυσλεξικά παιδιά, όσον αφορά τη λειτουργικότητα του εγκεφάλου τους.

Σημειώσουν ότι επρόκειτο για βαριές ή και βαρύτερες μορφές δυσλεξίας ενώ ένα συγκεκριμένο κορίτσι 9 ετών, ανακαλύφθηκε στη συνέχεια ότι, είχε μία εγκεφαλική αιμορραγία κατά τη διάρκεια του τοκετού, την οποία είδανε άλλωστε και στα ευρήματα της αξονικής τομογραφίας.

Μέσω όμως της ηλεκτροεγκεφαλογραφικής μελέτης της λειτουργικότητας του εγκεφαλικού φλοιού του δυσλεξικού παιδιού, παρατηρήσανε ότι μπορούσαν να τροποποιήσουν τη σειρά της μεθόδου, εντείνοντας τη θεραπευτική αγωγή σε κάποια συγκεκριμένα στάδια, γεγονός το οποίο έφερε πολύ καλά αποτελέσματα, στην όλη κατάσταση του συγκεκριμένου δυσλεξικού παιδιού (Καρπαθίου,1994).

Η πρώτη παρατήρηση, την οποία έκαναν, ήταν ότι όλα τα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα των δυσλεξικών παιδιών, είτε μεγάλα ήταν είτε μικρά σε ηλικία είτε αγόρια ήταν είτε κορίτσια, ήταν σχεδόν ακριβώς τα ίδια, με ένταση παθολογικά συμπτώματα τα οποία εμφάνιζαν, στις περιπτώσεις που και αυτοί προηγούμενα κατά τη διάγνωση είχαν εντοπίσει ότι επρόκειτο για μία βαριάς μορφή δυσλεξία.

Αυτό τους κίνησε τη περιέργεια, για να μελετήσουν αυτά τα παθολογικά συμπτώματα σε όλα τα δυσλεξικά παιδιά, αλλά περίμεναν να έχουν έναν αρκετό αριθμό ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων, σε όλες τις ηλικίες και σε αγόρια και σε κορίτσια, για να μπορέσουν να πουν κάποιες απόψεις με αποδεικτικά όμως στοιχεία.

Η καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών, που ξεκινούν από τον ανθρώπινο εγκέφαλο, ονομάζεται Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (Η.Ε.Γ.) και είναι μία σχετικά πολύ νέα ανακάλυψη, σχεδόν μόλις 50-70 ετών (Καρπαθίου, 1994).

Υποστηρίχθηκε ότι η δυσλεξία είναι ένα νευροφυσιολογικό πρόβλημα με δυσλειτουργία συγκεκριμένων εγκεφαλικών πεδίων (εμφάνιση ρυθμού α). Τα πεδία που βρέθηκαν να δυσλειτουργούν είναι κοντά: α) στην περιοχή Broca β) στα ακουστικά πεδία - μέσο κροταφικό λοβός (temporal lobe) κοντά στην περιοχή του Wernicke στη γωνιώδη έλικα (supramarginal gyrus). Πρόκειται ουσιαστικά για τα κλασικά πεδία της γλώσσας και ανάγνωσης στο αριστερό ημισφαίριο.

Οι δυσλεξικοί, επίσης, σε μια έρευνα φάνηκε να εμφανίζουν τάση του ρυθμού θ πιο έντονη σε σχέση με τους φυσιολογικούς. Κατά τη διάρκεια δε της ανάγνωσης έδειξαν καλύτερες συνεργασίες ημισφαιρίων, ενώ οι φυσιολογικοί έδειξαν καλύτερες συνεργασίες στους μηχανισμούς ανάγνωσης του ίδιου ημισφαιρίου.

Στο αριστερό ημισφαίριο διαπιστώθηκε μια πλούσια δραστηριότητα του ρυθμού θ ύστερα από ειδικά ερεθίσματα στους δυσλεξικούς. Σε μια άλλη έρευνα ο ρυθμός β φάνηκε να είναι χαμηλότερος στα δυσλεξικά παιδιά σε σχέση με αυτόν των φυσιολογικών (Καραπέτσας, 1997).

2.2.1.1. Κλινικές μορφές δυσλεξίας (Καρπαθίου, 1994)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΙΚΟΝΑ Η.Ε. Γράφημα	ΕΛΑΦΡΑ	ΜΕΣΗ	ΒΑΡΕΙΑ
Ρυθμός -α-	9-10κ/δ υψηλού δυναμικού οργάνωσης καλής	8-10κ/δ μετρίου δυναμικού. καλής οργάνωσης	8-9κ/δ χαμηλού δυναμικού ατελούς οργάνωσης
Ρυθμός -θ-	6-7κ/δ μετρίου δυναμικού και βραδείς κεντρικές περιοχές στις	5-7κ/δ μετρίου δυναμικού. σε σειρές βραδείς κροταφο-βρεγματικά	4-5κ/δ Πολλά υψηλού δυναμικού κροταφο-βρεγματικά. και μετωπιαία
Ρυθμός -δ-	Ανύπαρκτος	Σχεδόν ανύπαρκτος	2-3κ/δ Χαμηλού ή/και υψηλού δυναμικού στις κεντρικές περιοχές
Ταχύτεροι Ρυθμοί	Χαμηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές	Υψηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές	Υψηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές
Υπέρπνοια	Αμετάβλητο	Επιβράδυνση διαγράμματος	Έντονη επιβράδυνση. διαγράμματος
Α.Φ.Ε.	Ουδεμία μεταβολή	Ουδεμία μεταβολή	Ουδεμία μεταβολή
Πλευρίωση	Ανύπαρκτη	Ανύπαρκτη	Ανύπαρκτη
Η.Ε. Γράφημα:	Στα πλαίσια του φυσιολογικού σε σχέση και με την ηλικία	Ελαφρά βραδύ ρυθμικό	Έντονα διάχυτα βραδυρυθμικό με παροξυντικά στοιχεία χωρίς (σπανιότερα με) εστία
Νευρο-οφθαλμολογική εξέταση	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική με πιθανότητα υπερμετροπίας
Νευρο-ωτολογική εξέταση	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική με πιθανότητα παλαιών ωτίτιδων
С.Т. εγκεφάλου	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική

2.2.1.2. Κλινικές μορφές αντίστροφης δυσλεξίας (Καρπαθίου, 1994)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΙΚΟΝΑ Η.Ε. Γράφημα	ΕΛΑΦΡΑ	ΜΕΣΗ	ΒΑΡΕΙΑ
Ρυθμός -α-	9-10κ/δ υψηλού δυναμικού οργάνωσης καλής	8-10κ/δ μετρίου δυναμικού οργάνωσης καλής	8-9κδ χαμηλού δυναμικού οργάνωσης ατελούς
θ Ρυθμός -α-	εντοπιζόμενος ινιακά εμφανίζει μία επέκταση προς τις δεξιές κροταφο-βρεγματικές περιοχές		
Ρυθμός-Θ-	6-7κ/δ μετρίου δυναμικού και βραδείς στις κεντρικές περιοχές	5-7κ/δ μετρίου δυναμικού σε σειρές βραδείς κροταφο-βρεγματικά	4-5κ/δ Πολλά υψηλού δυναμικού κροταφο-βρεγματικά και μετωπιαία
Ρυθμός -δ-	Ανύπαρκτος	Σχεδόν ανύπαρκτος	2-3κ/δ Χαμηλού ή/και υψηλού δυναμικού στις κεντρικές περιοχές
Ταχύτεροι Ρυθμοί	Χαμηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές	Υψηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές	Υψηλού δυναμικού στις πρόσθιες απαγωγές
Υπέρπνοια	Αμετάβλητο	Επιβράδυνση διαγράμματος	Έντονη επιβράδυνση. διαγράμματος
Δ. Φ. Ε.	Ουδεμία μεταβολή	Ουδεμία μεταβολή	Ουδεμία μεταβολή
Πλευρίωση	Ανύπαρκτη	Ανύπαρκτη	Ανύπαρκτη
Η.Ε Γράφημα:	Στα πλαίσια του φυσιολογικού σε σχέση και με την ηλικία	Ελαφρά βραδύ ρυθμικό	Έντονα διάχυτα βραδυρυθμικό με παροξυνηκά στοιχεία χωρίς (σπανιότερα με) εστία
Νευρο-οφθαλμολογική εξέταση	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική με πιθανότητα υπερμετροπίας
Νευρο-ωτολογική εξέταση	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική με πιθανότητα παλαιών ωτίτιδων
С.Т. εγκεφάλου	Φυσιολογική	Φυσιολογική	Φυσιολογική

2.2.2. Δυσλεξία και PET

Με την τεχνική PET, πρόσφατες έρευνες, (Καρπαθίου, 1994) έδειξαν ότι για όλα τα υποκείμενα (φυσιολογικοί και δυσλεξικοί ηλικίας 27.6 και 30.3 αντίστοιχα), η ενεργοποίηση του δεξιού μετωπικού λοβού (frontal lobe) ήταν ανώτερη από αυτή του αριστερού κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης. Τα ποσοστά ήταν υψηλότερα στους φυσιολογικούς αναγνώστες σε σύγκριση με αυτά των δυσλεξικών. Για τους ινιακούς λοβούς (occipital lobe) (βλ. παράρτημα εκ. 5), οι φυσιολογικοί παρουσίασαν υψηλότερες ενεργοποιήσεις στην αριστερή πλευρά ενώ οι δυσλεξικοί εμφάνισαν συμμετρικές τις δραστηριότητες των ινιακών λοβών.

2.2.3. Δυσλεξία και οπτικά κλητά δυναμικά ενέργειας (V.E.R.S)

Με την τεχνική των οπτικών προκαλούμενων δυναμικών ενέργειας (V.E.R.S) εξετάστηκαν επτά δυσλεξικά παιδιά ηλικίας 8 ως 12 ετών. Αυτό που διαπιστώθηκε είναι ότι το ύψος φάνηκε να μειώνεται στην εκπομπή κυμάτων (N200) από τον αριστερό βρεγματικό λοβό και πιο ειδικά στο πεδίο 39. Αυτή η διαπίστωση επιβεβαιώθηκε κι από άλλους ερευνητές και για παιδιά ηλικίας 9 έως 15" ετών. Το συμπέρασμα των ερευνητών ήταν ότι η αναγνωστική ικανότητα ή δυσκολία εξαρτάται από το βαθμό βλάβης ή δυσλειτουργίας της ανάλογης νευρολογικής δομής.

Σε άλλη έρευνα (Cohen, 1980) σε δυσλεξικά παιδιά και μάρτυρες, το φως σαν βασικό ερέθισμα διαρκούσε 500 msec, μετά το παιδί θα έπρεπε να πιάσει ένα κουμπί. Οι δύο ομάδες παιδιών έδειξαν διαφορές στο ύψος και στο χρόνο αντίδρασης στις οπτικές προκαλούμενες απαντήσεις.

Οι χρόνοι αντίδρασης (N 100) και (P200) ήταν μεγαλύτεροι για τη δυσλεξική ομάδα. Σε μια μετέπειτα έρευνα όπου χρησιμοποιήθηκαν ερεθίσματα με τη μορφή οπτικών αναλαμπών καθώς και γλωσσικά ερεθίσματα σε 16 δυσλεξικά και σε 16 φυσιολογικά παιδιά, και για τους δύο τύπους ερεθισμάτων, οι χρόνοι αντίδρασης (P200) ήταν αυξημένοι για την ομάδα των δυσλεξικών παιδιών. Διαπίστωσαν, επίσης, ότι οι ενδοημισφαιρικές συνεργασίες του αριστερού ημισφαιρίου ήταν χαμηλότερες σε σχέση με αυτές του δεξιού για τις λέξεις στα φυσιολογικά παιδιά. Τα δυσλεξικά παιδιά δεν έδειξαν διαφορές. Το γεγονός δε ότι στα δυσλεξικά παιδιά δεν διαπιστώθηκε ημισφαιρική εξειδίκευση, μπορεί να αποτελεί λόγο για τη λειτουργική τους αναγνωστική δυσκολία.

Η ερευνητική ομάδα (Johnstone et al, 1984) διαπίστωσε ότι οι δυσλεξικοί (παιδιά 10 έως 12 ετών), σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς, παρουσίασαν

σημαντικά μειωμένο το ύψος στις μετρήσεις που προέρχονταν από κεντρικά και βρεγματικά πεδία κρότων δύο ημισφαιρίων.

2.2.4. Δυσλεξία και τεχνική των ακουστικών προκλητών δυναμικών (AERS)

Σε μελέτες (Shucard et al, 1984) με την τεχνική των ακουστικών κλητών δυναμικών (AEBS), τα δυσλεξικά παιδιά έδειξαν μειωμένο ύψος στα πεδία του δεξιού ημισφαιρίου και αυξημένο το ύψος στα πεδία του αριστερού ημισφαιρίου.

Μια ομάδα ερευνητών (Fried et al, 1981)) μελέτησε την ημισφαιρική παγιοποίηση των AEBS τα δυσλεξικά παιδιά. Οι μάρτυρες έδειξαν διαφορές στις AEB3 στις λέξεις και στους τόνους στο αριστερό ημισφαίριο. Στα δυσλεξικά παιδιά, οι μεν δυσφωνετικοί σημείωσαν διαφορές στις AEB3 στις λέξεις και στους τόνους στο δεξιό ημισφαίριο, οι δε δυσειδετικοί παρουσίασαν διαφορές στο αριστερό ημισφαίριο

2.3. Δομή εγκεφάλου και μαθησιακές δυσκολίες

Συγκρίνοντας τους ανθρώπους με και χωρίς μαθησιακές δυσκολίες, οι επιστήμονες έχουν ανακαλύψει ορισμένες διαφορές στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου (Richards, 2001). Παραδείγματος χάριν, η νέα έρευνα δείχνει ότι μπορούν να υπάρξουν παραλλαγές στη δομή του εγκεφάλου αποκαλούμενη κροταφική περιοχή (temporal planum), (βλ. παράρτημα εικ. 4) η γλωσσική σχετιζόμενη περιοχή βρίσκεται και στις δύο πλευρές του εγκεφάλου. Στους ανθρώπους με τη δυσλεξία, οι δύο δομές βρέθηκαν να είναι ίσες στο μέγεθος. Στους ανθρώπους χωρίς δυσλεξία, εντούτοις, η αριστερή κροταφική περιοχή (temporal planum) ήταν αξιοσημείωτα μεγαλύτερο. Μερικοί επιστήμονες (Richards, 2001) θεωρούν ότι τα προβλήματα ανάγνωσης μπορούν να σχετίζονται με τέτοιες διαφορές.

Τώρα ευρέως γίνεται αποδεκτό (Richards, 2001) ότι η δομή εγκεφάλου ή ο ρόλος ενός προσώπου με το LD είναι διαφορετική από αυτόν ενός προσώπου που δεν έχει μαθησιακές δυσκολίες. Υπάρχει μια άποψη ότι η γλωσσική περιοχή στον εγκέφαλο ενός ατόμου αναπτύσσεται καλά μέσα στο αριστερό ημισφαίριο και είναι μικροσκοπικό, και ως εκ τούτου, είναι δυσλειτουργική στο δεξιό ημισφαίριο. Έτσι, στην κανονική πορεία της επεξεργασίας πληροφοριών, τα νεύρα ωθούνται στο οπτικό ταξίδι φλοιών (cortex) για την ερμηνεία στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Στους

εγκεφάλους των ατόμων με γλωσσική καθυστέρηση, οι γλωσσικοί τομείς αναπτύσσονται καλά και στα δύο ημισφαίρια. Σε αυτήν την περίπτωση, τα νεύρα ωθούνται στα δύο ημισφαίρια ταυτόχρονα..

Κατά συνέπεια, το μεσολόβιο (callosum) σωμάτων γίνεται "πιο σφιγμένο" με την ώθηση των νεύρων δεδομένου ότι οι δύο γλωσσικοί τομείς μεταφέρουν τα μηνύματα που λαμβάνουν από τους οπτικούς φλοιούς (visual cortex) πάνω κάτω για τη σύγκριση και την ανάλυση. Αυτή η σύγκριση που προκαλείται με το πέρασμα της ώθησης των νεύρων μπορεί να είναι γιατί ένα παιδί με τις μαθησιακές δυσκολίες διαβάζει συχνά το *b* όπως *d* και αντίστροφα. Με περισσότερη έρευνα, οι επιστήμονες ελπίζουν να μάθουν ακριβώς πώς οι διαφορές στις δομές και τις διαδικασίες του εγκεφάλου συμβάλλουν στις μαθησιακές δυσκολίες, και πώς αυτές οι διαφορές μπορούν να αντιμετωπιστούν ή να αποτραπούν (Pierangelo, 2006).

2.3.1. Συμβολή των εγκεφαλικών λοβών στη δυσλεξία

Μελετώντας τα παθολογικά συμπτώματα της δυσλεξίας, θα πρέπει από τη πλευρά της Νευροψυχολογίας, να αναφερθούμε εξειδικευμένα στη συμμετοχή των εγκεφαλικών λοβών, σε αυτή τη παθολογική συμπτωματολογία, ούτως ώστε να τεκμηριωθούν ακόμη περισσότερο κάποιες έννοιες και πραγματικότητες, τις οποίες αναφέρουμε.

Θα αναφερθούμε λοιπόν εξειδικευμένα στη συμμετοχή των εγκεφαλικών λοβών ξεχωριστά, δηλαδή του μετωπιαίου (frontal), βρεγματικού (temporal), κροταφικού (temporal) και ινιακού (occipital) λοβού, όσον αφορά τη παθολογία τους, (σύνδρομο μετωπιαίου λοβού, σύνδρομο κροταφικού λοβού, σύνδρομο βρεγματικού λοβού, σύνδρομο ινιακού λοβού), σε σχέση με τα παθολογικά συμπτώματα τα οποία παρατηρούμε στη δυσλεξία ή δυσλεξικό σύνδρομο. Έχουμε αναφέρει προηγούμενα ότι η δυσλεξία οφείλεται σε εγκεφαλική δυσλειτουργία, εντοπιζόμενη σε συγκεκριμένες περιοχές, οι οποίες είναι υπεύθυνες για κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες του συνόλου των λειτουργιών του λόγου.

2.3.1.1. Σύνδρομο μετωπιαίου λοβού

Από βλάβη στον μετωπιαίο λοβό (frontal lobe) (βλ. παράρτημα εικ. 6) είναι γνωστό ότι, υπάρχει μία σημαντική ελάττωση, με ένα γενικό χαρακτήρα, όλων των εξωτερικών νοητικών και ψυχικών δραστηριοτήτων του ατόμου.

Δηλαδή δεν υπάρχει η δυνατότητα να ανταποκριθεί στις ανάγκες της καθημερινότητας, παρά μόνο μετά από συχνές εντολές που του επιβάλλονται. Το ίδιο συμβαίνει και για άλλες δραστηριότητες με ένα χαρακτήρα πιο αυτόματο, όπως για παράδειγμα να σηκωθεί, να ντυθεί, κλπ. Βέβαια δεν πρόκειται για απραξία (apraxia), αφού δεν παρατηρείται κάποια δυσχέρεια στις συγκεκριμένες αυτές δραστηριότητες, αλλά είναι δυνατόν να θεωρηθεί σαν ένα είδος τεμπελιάς, ή απάθειας. Σε γενικές γραμμές υπάρχει μία έλλειψη πρωτοβουλίας, σε γενικά πάντα πλαίσια. Βλέπουμε λοιπόν μία απόσταση να υπάρχει, μεταξύ του ασθενούς αυτού και του εξωτερικού κόσμου, η οποία και σιγά-σιγά αυξάνει. Παρατηρούνται επίσης δυσχέρειες προσοχής αλλά και μνήμης, σε πράγματα και γεγονότα πολύ οικεία προς το συγκεκριμένο άτομο. Φαίνεται λοιπόν να υπάρχει μία αποδιοργάνωση, όχι όμως συγκεκριμένων γνωστικών δεδομένων, αλλά της διαδικασίας με την οποία αυτά θα εμφανισθούν μέσω μιας ενέργειας για τη πραγματοποίησή τους.

Η αγραφία αποδίδεται ήδη από πολύ παλιά, από τους CHAR COT και PITRES (1948), σε βλάβη του πόδα της δεύτερης μετωπικής έλικας (frontal gyrus).

Η κινητική αμουσία, ή αφωνία, εξαρτάται από βλάβες στην ευρεία περιοχή του μετωπιαίου λοβού (frontal lobe) και ιδιαίτερα της δεύτερης μετωπικής έλικας (frontal gyrus), κυρίως όμως του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Η μετωπιαία απραξία (frontal apraxia) είναι οπωσδήποτε υπό συζήτηση, αφού φαίνεται να προέρχεται τελικά από σύνδρομο του βρεγματικού λοβού (temporal lobe) ή ακόμα από σύνδρομο του μεσολόβιου (callosum), υπάρχει ένα είδος μετωπικής απραξίας, όσον αφορά τη διαδοχικότητα των πράξεων, όπου σε αντίθεση με τη προαναφερθείσα απραξία, η ακολουθία των επί μέρους πράξεων ούτε καν αρχίζει, ή δεν ξεπερνά τα πρώτα μέρη, ή τουλάχιστον θα συντημηθεί και θα εμφανισθεί συνολικά με ένα χονδροειδή τρόπο.

Η απραξία βάδισης εξαρτάται από τον μετωπιαίο λοβό, και ιδιαίτερα από την πρώτη μετωπιαία έλικα, άμεσα ή έμμεσα. (Καρπαθίου, 1994).

Επίσης οι Marie και Hague (1948), εντόπισαν σε τραυματισμούς του μετωπιαίου λοβού, διαφόρων ειδών δυσχέρειες προσανατολισμού μέσα στο χώρο, οι οποίες ελέγχονται από την οπτική αντίληψη.

2.3.1.2. Σύνδρομο κροταφικού λοβού

Βέβαια η αισθητική αντίληψη και κατανόηση στη συνέχεια. Η οποία εξαρτάται από την περιοχή του Wernicke, σε συνδυασμό με τις κατώτερες περιοχές του βρεγματικού λοβού (inferior temporal lobes areas), όπου η γωνιώδης και υπερχειλίου έλικες θα προκαλέσουν σημαντικές δυσχέρειες και αδυναμία κωδικοποίησεως των στοιχείων τα οποία θα φθάσουν εκεί, είτε μέσω του ραβδωτού και στη συνέχεια περιραβδωτού σώματος, είτε μέσω του πρωτογενούς ακουστικού φλοιού.

Στη συνέχεια έχουμε τη σχολή του Μόντρεαλ όπου μέσα στην έννοια του όρου κροταφική επιληψία, περιλαμβάνονταν όχι μόνο οι ψυχοκινητικοί αυτοτραυματισμοί αλλά κυρίως οι αντιληπτικές εκδηλώσεις και ψυχικές παραισθήσεις.

Άλλωστε με ηλεκτρικό ερεθισμό από τις μελέτες του PENFIELD (1976), γνωρίζουμε ότι από την πρώτη κροταφική έλικα (temporal cortex) προέρχονται κάποια συγκινησιακά συμπτώματα, όπως λύπη, φόβος για το θάνατο, μοναξιά.

Επιπλέον είναι πλέον γνωστό ότι σε βλάβες του κροταφικού λοβού (temporal lobe) υπάρχει μία αποδιοργάνωση της ψυχικής καταστάσεως του ατόμου, σε επίπεδο κυρίως συγκινησιακό (Καρπαθίου, 1994).

2.3.1.3. Σύνδρομο βρεγματικού λοβού

Όσον αφορά το λόγο, σίγουρα η συμμετοχή του βρεγματικού λοβού (parietal lobe) είναι πολύ σημαντική, αφού σε αυτόν εντοπίζονται ανατομικά η υπερχειλίου και η γωνιώδης έλικα (gyrus), αλλά σε συνδυασμό όμως με την περιοχή του Wernicke, και για το λόγο αυτό η παθολογία, η οποία προκαλείται από αυτή τη περιοχή, χρεώνεται κυρίως στο κροταφικό λοβό (temporal lobe) και όχι στο βρεγματικό (parietal lobe). Βέβαια οπωσδήποτε μιλάμε για το κυρίαρχο εγκεφαλικό ημισφαίριο για το λόγο, το οποίο είναι το αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο, ενώ σε βλάβη στο δεξιό εγκεφαλικό ημισφαίριο στη περιοχή της γωνιώδους έλικας κυρίως, παρατηρείται ένα είδος Αλεξίας, η οποία εξαρτάται από λειτουργικές δυσχέρειες στον εντοπισμό στο χώρο, ή σπανιότερα και σε συνδυασμό με τις δυσχέρειες στον εντοπισμό στο χώρο, από οφθαλμοκινητικές διαταραχές.

2.3.1.4. Σύνδρομο ινιακού λοβού

Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει η φλοιώδης τύφλωση, όπως επίσης και οπτικές παραισθήσεις και μεταμορφώσεις, ή οπτικές αγνωσίες. Όσον αφορά τη ψυχική κατάσταση στις περιπτώσεις με σύνδρομο ινιακού λοβού, υπάρχει μία έκπτωση των νοητικών ικανοτήτων.

Είναι γεγονός μετά από αυτή τη συνοπτική παρουσίαση, μπορούμε να συσχετίσουμε τα παθολογικά συμπτώματα της δυσλεξίας και τις εντοπισμένες βλάβες, που έχουμε παρουσιάσει από την ηλεκτροεγκεφαλογραφική έρευνα, με τα συμπτώματα τα οποία αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, στα σύνδρομα των εγκεφαλικών λοβών.

Σε σχέση λοιπόν με τη δυσλεξία είναι γεγονός ότι τα παθολογικά συμπτώματα, τα οποία παρατηρούνται και έχουμε ήδη παρουσιάσει προηγούμενα, είναι δυνατόν να αποδοθούν στα ανάλογα συμπτώματα, τα οποία περιγράφονται στα σύνδρομα των διαφόρων εγκεφαλικών λοβών (Καρπαθίου,1994).

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, βλάβες στο μετωπιαίο λοβό (frontal lobe) παρατηρούνται στις περιπτώσεις δυσλεξίας, σε κάποιο σημαντικό ποσοστό, ιδιαίτερα δε στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια, ενώ προκαλούν μία κακογραφία, την οποία έχουμε αποκαλέσει μετωπιαία κακογραφία, και η οποία δικαιολογείται από βλάβη στη δεύτερη ή μέση μετωπιαία έλικα, του αντίπλευρου προς το χρησιμοποιούμενο χέρι εγκεφαλικού ημισφαιρίου.

Επιπλέον όσον αφορά την αδυναμία οπτικο-κινητικού συγχρονισμού, όπου και πάλι υπάρχει στο δυσλεξικό παιδί μία ηπιότερη κακογραφία και η οποία καλυτερεύει, προέρχεται από τις ανάλογες βλάβες οι οποίες σε επίπεδο οπτικο-κινητικό και χωρικό, εντοπίζονται σε επίπεδο κυρίως βρεγματικού λοβού (parietal lobe), (βλ. παράρτημα εικ. 7).

Βέβαια υπάρχει μία καθυστέρηση στη θεραπεία των ψυχολογικών αυτών προβλημάτων, από τι στιγμή που πρόκειται για αντίστροφη δυσλεξία, γεγονός το οποίο δικαιολογείται από τη σχέση της δυσλεξίας με την εγκεφαλική πλευρίωση όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η αναλογικότητα αυτή των συμπτωμάτων της δυσλεξίας, είτε σαν παθολογία είτε σαν εξελικτικό αποτέλεσμα στη θεραπεία, είτε ακόμα σε όλα τα πιθανά επίπεδα, αποδεικνύει ότι εκτός της Νευροψυχολογίας - Νευρογλωσσολογίας, είναι αδύνατη, αλλά και επικίνδυνη κάθε προσπάθεια θεραπευτικής προσεγγίσεως (Καρπαθίου,1994)

2.3.2. Νευρικά ελλείμματα στα παιδιά με τη δυσλεξία που βελτιώνεται από τη συμπεριφορική παρέμβαση.

Το Fast For Word Language (Scientific Learning Corporation, Oakland, CA) είναι ένα αυτοματοποιημένο πρόγραμμα παρέμβασης αποτελούμενο από επτά προσαρμοστικές ασκήσεις με σκοπό να βελτιώσουν την ακουστική και τη γλωσσική επεξεργασία με τη χρησιμοποίηση μη γλωσσικών και ακουστικών ήχων τροποποιημένων σε γλωσσική ομιλία (οι γρήγορες μεταβάσεις συχνότητας στην ομιλία επιβραδύνονται και ενισχύονται). Οι επτά ασκήσεις είναι οι ακόλουθες. Η Circus ακολουθία περιλαμβάνει τη διάκριση μεταξύ των ακολουθιών δύο συνοπτικών διαδοχικών κυκλικών ακουστικών συχνότητας, τα οποία χωρίζονται από ένα διευκρινισμένο εσωτερικό ερέθισμα. Ο προσδιορισμός φωνήματος περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των συγκεκριμένων φωνημάτων από μια σειρά σύμφωνο-φωνήεν (CV) και ζευγαριών ερεθισμάτων φωνήεν-σύμφωνο-φωνήεν (VCV). Η φωνητική αντιστοιχία περιλαμβάνει το ταιριάσματα μέσα σε απλές δομές λέξεων. Το Phonic Word περιλαμβάνει τη διάκριση μεταξύ των λέξεων που διαφέρουν μόνο από ένα αρχικό ή τελικό σύμφωνο με τον προσδιορισμό δύο εικόνων που αντιπροσωπεύει μια λέξη στόχων. Το Block Commander αναμειγνύεται μετά από τις οδηγίες του αυξανόμενου μήκους ή/και της γραμματικής πολυπλοκότητας. Το Language Comprehension Builder, βασισμένο στην περιεκτική Curtiss – Yamada Comprehensive Language αξιολόγηση, αναμειγνύει τη διάκριση 40 κατηγοριών γραμματικών δομών και κανόνων. Τα παιδιά εκπαιδεύτηκαν σε ασκήσεις με 100 λέξεις ανά ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα, για έναν μέσο όρο 27,9 εκπαιδευτικών ημερών (Temple et al, 2003).

Η ανάλυση ολόκληρου του εγκεφάλου, που εκτελέστηκε για να προσδιορίσει τις περιοχές εγκεφάλου που παρουσίασαν μεγαλύτερη δραστηριότητα στις ομοιοκαταληξίες (εναντίον του ταιριάσματος) μετά από την παρέμβαση, έδειξε ότι τα παιδιά με τη δυσλεξία είχαν αυξημένο αριθμό δραστηριότητας σε μια εγκεφαλική περιοχή. Η αυξανόμενη δραστηριότητα μετά από την παρέμβαση παρατηρήθηκε στον αριστερό κροταφικοβρεγματικό φλοιό (temporoparietal lobe) του ημισφαιρίου και η κατώτερη μετωπική έλικα (inferior frontal gyrus) του εγκεφάλου. Οι αυξήσεις φάνηκαν επίσης στις περιοχές εγκεφάλου που δεν δραστηριοποιήθηκαν στους φυσιολογικούς αναγνώστες που εκτελούσαν αυτόν τον στόχο, συμπεριλαμβανομένου του αριστερού κατώτερου, μέσου και της ανώτερης μετωπικής έλικας του εγκεφάλου, και των μέσων χρονικών ελίκων. Άλλες περιοχές που παρουσίασαν αυξανόμενη δραστηριότητα μετά

από παρέμβαση στην αμφοτερόπλευρη κυκλοφορία ελίκων, στην αριστερή ιπποκάμπεια έλικα (βλ. παράρτημα εικ. 9) του εγκεφάλου, στην αριστερή κατώτερη κροταφική έλικα (left inferior frontal lobe), στις αριστερές γλωσσικές έλικες, στην δεξιά οπίσθια κυκλοφορία, στο δεξιό βρεγματοινιακό φλοιό (right parietal occipital lobe), και στον αμφοτερόπλευρο θάλαμο.

Η αριστερή κροταφικοβρεγματική περιοχή (left temporoparietal region), η οποία παρουσίασε αυξανόμενη δραστηριότητα μετά την αποκατάσταση ήταν κοντά αλλά δεν κάλυψε την κροταφοβρεγματική περιοχή η οποία ήταν εμφανής, στα ίδια παιδιά. Μια ανάλυση ROI που εκτελέστηκε με τη χρησιμοποίηση ενός ROI που κάλυψε το αριστερό κροταφικόβρεγματικό φλοιό που είχε παρουσιάσει διαφορές μεταξύ των δυσλεξικών και των φυσιολογικών ομάδων, αυτό έδειξε αυξανόμενη δραστηριότητα στη δυσλεκτική ομάδα μετά από εκπαίδευση. Αυτή η ανάλυση παρουσίασε θετικό συσχετισμό μεταξύ της αύξησης στην προφορική γλωσσική περιοχή και αύξηση στην ενεργοποίηση στο αριστερό κροταφικοβρεγματικό φλοιό (temporoparietal lobe) ($r=0,41$, $P= 0,03$).

Η αύξηση στη δραστηριότητα σε αυτό το ROI συσχετίστηκε επίσης με τη βελτίωση στη φωνητική άσκηση κατάρτισης της γρήγορης γλώσσας. Η φωνητική λέξη απαιτεί από το παιδί να διακρίνει μεταξύ των προφορικών λέξεων που διαφέρουν μόνο από ένα αρχικό ή τελικό σύμφωνο. Κανένας συσχετισμός δεν βρέθηκε μεταξύ της αυξανόμενης δραστηριότητας σε αυτό το ROI και βελτίωσε τα αποτελέσματα των αναγνωστικών τεστ (Temple, 2003).

Η αριστερή κατώτερη μετωπική περιοχή (left inferior frontal region), που παρουσίασε αυξανόμενη δραστηριότητα μετά από την παρέμβαση στα παιδιά με δυσλεξία, κάλυπτε εξ ολοκλήρου την αριστερή κατώτερη μετωπική (left inferior frontal) δραστηριότητα που φάνηκε στον έλεγχο παιδιών με φυσιολογική ανάγνωση που εκτελούσαν αυτόν τον στόχο. Προηγουμένως, είχαμε παρατηρήσει την κανονική-ανάγνωση των παιδιών που η κατώτερη μετωπική δραστηριότητα ήταν πιο μεταγενέστερη από αυτή των παιδιών με τη δυσλεξία, που καλύπτει τα μέρη του BA 6 και 44. Μετά από την παρέμβαση, τα παιδιά με δυσλεξία παρουσίασαν αυξανόμενη δραστηριότητα σε αυτό το μεταγενέστερο μέρος των κατώτερων μετωπικών ελίκων. Δεν υπήρξε κανένας σημαντικός συσχετισμός με τις συμπεριφοριστικές βελτιώσεις και αύξησε τη δραστηριότητα σε αυτήν την περιοχή.

Λειτουργικά το ROI δημιουργήθηκε για πέντε άλλες περιοχές που παρουσίασαν μια αύξηση στη δραστηριότητα μετά από την εκπαίδευση. Ένας σημαντικός συσχετισμός βρέθηκε μεταξύ της βελτίωσης ενός φωνολογικού μέτρου επεξεργασίας (Blending Words subtest of CTOPP) και αυξήθηκε η δραστηριότητα μετά από την παρέμβαση στο δεξιό κατώτερο μετωπικό ROI ($r = 0.43$, $P = 0.04$). Κανένας άλλος συσχετισμός μεταξύ των αυξήσεων στη δραστηριότητα του εγκεφάλου και της ανάγνωσης ή της γλωσσικής βελτίωσης δεν φάνηκε (Temple, 2003).

Από όσο γνωρίζουμε, αυτή η μελέτη είναι η πρώτη μελέτη fMRI για να παρουσιάσουν τις αλλαγές στη λειτουργία του εγκεφάλου στα παιδιά με τη δυσλεξία μετά από την παρέμβαση. Η επανόρθωση οδήγησε στη βελτίωση της γλώσσας, αναγνωστικές δεξιότητες, και αύξησε την ενεργοποίηση στις πολλαπλές περιοχές του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της φωνολογικής επεξεργασίας.

Τα νευρολογικά αποτελέσματα της παρέμβασης εμφανίστηκαν και στις περιοχές του εγκεφάλου που περιλαμβάνονται κανονικά στη φωνολογική επεξεργασία και άλλες περιοχές που δεν ενεργοποιούνται κανονικά κατά τη διάρκεια της φωνολογικής επεξεργασίας. Επιπλέον, τα παιδιά με δυσλεξία παρουσίασαν μια σχέση μεταξύ του ποσού βελτίωσης στην προφορική γλώσσα και της έκτασης της αύξησης στον αριστερό κροταφικοβρεγματικό φλοιό (left temporoparietal lobe). Η προηγούμενη έρευνα έχει αναδείξει την πλαστικότητα σε παιδιά με αναγνωστική δυσκολία με τη χρησιμοποίηση ηλεκτροφυσιολογικών (25, ζ) ή μαγνητοεγκεφαλογραφικών μετρήσεων. Η τωρινή μελέτη, με τη χρησιμοποίηση fMRI, καταδεικνύει τη θέση του εγκεφάλου σε αυτήν τους την πλαστικότητα (Temple, 2003).

2.3.3. Εγκεφαλικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση μιας λέξης από δυσλεξικά παιδιά: μια πηγή προσέγγισης μαγνητικής απεικόνισης

Στην αναζήτηση των περιοχών εγκεφάλου που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση, οι σύγχρονες «λειτουργικές» μέθοδοι απεικόνισης εξετάζουν τους στόχους σχετικά με τις αλλαγές στην εγκεφαλική ενεργοποίηση ως δείκτης της περιφερειακής φλοιώδους δέσμευσης. Αν και οι μη συγκεκριμένες για την ανάγνωση, μελέτες προτείνουν ότι το σχεδιάγραμμα ενεργοποίησης που συνδέεται με αυτήν την λειτουργία περιλαμβάνει την ανώτερη και τη μέση χρονική έλικα, τις κατώτερες

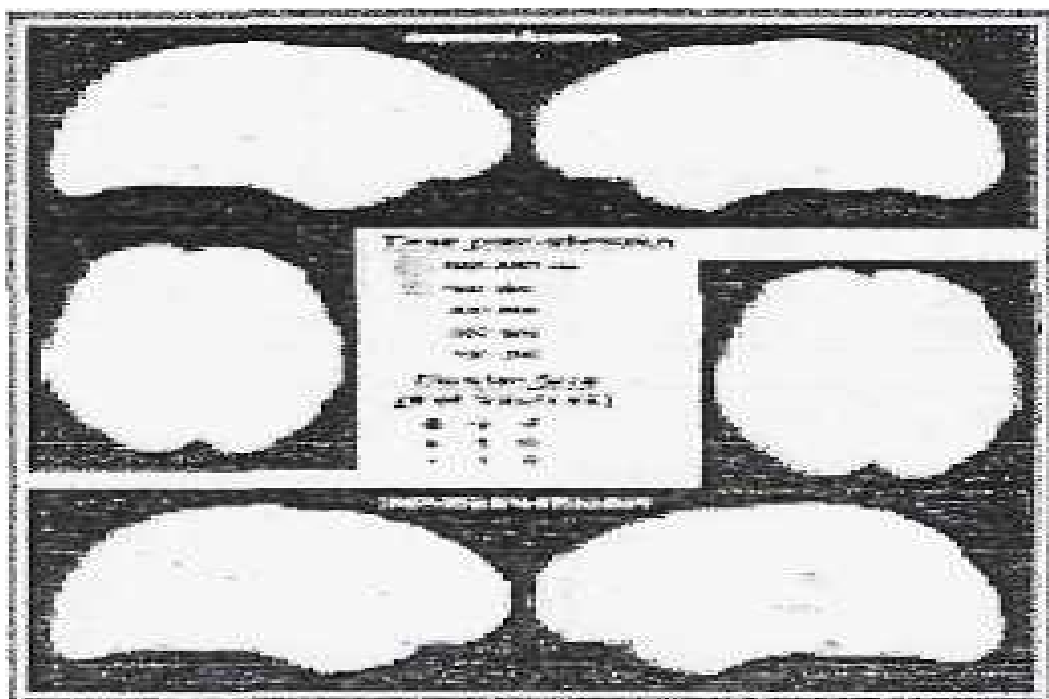
βρεγματικές περιοχές (parietal lobe) (γωνιακή και υπερχειλία έλικα) και ορισμένες οπτικές περιοχές ένωσης και ενδεχομένως την αριστερή κατώτερη μετωπική έλικα (left inferior frontal gyrus). Υπάρχουν στοιχεία μειωμένης ενεργοποίησης αυτών των περιοχών κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης στους ενηλίκους με δυσλεξία. Αυτές οι μελέτες, εντούτοις, στηρίζονται στα μέτρα της ροής του μεταβολισμού του αίματος, τα οποία μπορούν να χρησιμεύσουν ως έμμεσοι δείκτες της περιφερειακής νευροφυσιολογικής δραστηριότητας (Simos et al, 2000).

Οι συστηματικές εμπειρικές έρευνες για την ισχύ και την αξιοπιστία των μεμονωμένων σχεδιαγραμμάτων ενεργοποίησης εγκεφάλου είναι σπάνιες. Στην έρευνά τους έχουν χρησιμοποιήσει το μαγνητοεγκεφαλογράφημα, το οποίο διαφορετικά το ξέρουμε ως μαγνητική απεικόνιση πηγής (MSI), για να ερευνάτε ο ρόλος των φλοιωδών περιοχών τους γλωσσικές λειτουργίες. Έχουν καθιερώσει την ταυτόχρονη ισχύ των πρωτοκόλλων MRI μέσω των εκτενών κλινικών μελετών, όπου τα στοιχεία MRI συγκρίθηκαν άμεσα με τα αποτελέσματα τους εισβολής των λειτουργικών τεχνικών χαρτογράφησης, συμπεριλαμβανομένης της διαδικασίας Wada και της ηλεκτρικής χαρτογράφησης υποκίνησης. Η MRI είναι μοναδική μεταξύ άλλων λειτουργικών τεχνικών απεικόνισης για τη δυνατότητά της να παρέχει τα χωροχρονικά σχεδιαγράμματα ενεργοποίησης εγκεφάλου που απεικονίζουν όχι μόνο τη δραστηριότητα που εμφανίζεται στον εγκέφαλο αλλά και πότε αυτή η δραστηριότητα εμφανίζεται σε σχέση με την εμφάνιση του εξωτερικού ερεθίσματος. Κατ' αυτό τον τρόπο οι πληροφορίες μπορούν να συρθούν αμεσότερα σχετικά με το ποιες περιοχές συμμετέχουν στην ανάγνωση και πώς αυτές οι περιοχές αλληλεπιδράσουν η μια με την άλλη, στον πραγματικό χρόνο, για να επιτρέψουν τέτοιες σύνθετες γνωστικές λειτουργίες. Το τελευταίο είδος πληροφοριών είναι πολύ κρίσιμο προκειμένου να καθοριστούν οι λειτουργικές συνδέσεις μεταξύ των περιοχών του εγκεφάλου που παρουσιάζουν αυξανόμενη ενεργοποίηση στα πλαίσια των στόχων ανάγνωσης στην προσπάθεια να καταγράψει την αναγνώριση λέξης από τους μηχανισμούς του εγκεφάλου (Simos et al, 2000).

Συμμετέχοντες

Δέκα παιδιά (οκτώ αρσενικά, μέση ηλικία 12,6 10-17 ετών) που παρουσίασαν από ήπιες μέχρι σοβαρές δυσκολίες ανάγνωσης και οκτώ φυσιολογικοί αναγνώστες (πέντε αρσενικά, μέση ηλικία 12,9, σειρά 8-16 έτη) εξετάστηκαν. Όλα τα παιδιά είχαν φυσιολογικά όρια του δείκτη νοημοσύνης (WISC III). Στην κανονική σειρά (η ομάδα σημαίνει ότι για τους αδύναμους αναγνώστες ήταν $102,2 \pm 1,6$ και

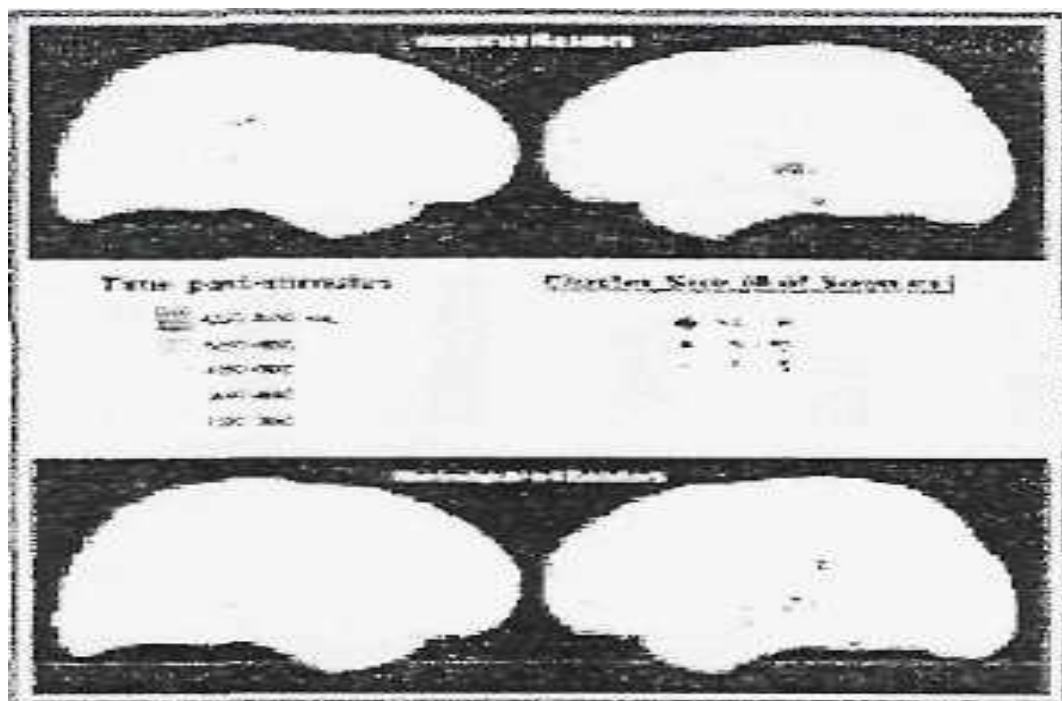
109,8 ± 9,0 για φυσιολογικούς αναγνώστες). Αδύναμοι αναγνώστες που σημειώνονται κάτω από το 30ό εκατοστημόριο στο Word Attack of the Word Battery, προτείνοντας την παρουσία μιας αυστηρής εξασθένησης στις φωνολογικές δεξιότητες αποκωδικοποίησης. Αντίθετα, όλοι οι μη-αδύναμοι αναγνώστες σημείωσαν επάνω από το 80^ο εκατοστημόριο σε αυτήν την δοκιμή. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν δεξιόχειρες, είχαν τα αγγλικά ως αρχική γλώσσα και δεν είχαν κανένα ιστορικό ελλείμματος ακουστικής ή οπτικής εξασθένησης (βλ. εικ. 13).



Εικόνα 13: Περίληψη των θέσεων των ενεργών περιοχών που συντάσσονται από τα μεμονωμένα στοιχεία για την οπτική αναγνώριση της λέξης (Simos et al, 2000).

Μόνο οι πιο πρόσφατες πηγές (μετά από το λύση των συγκεκριμένων απαντήσεων) παρουσιάζονται. Τα σχεδιαγράμματα από τους αδύναμους αναγνώστες παρουσιάζονται στην κορυφαία σειρά των εικόνων (μια πλευρική άποψη του δεξιού ημισφαιρίου είναι στην αριστερή πλευρά του πίνακα και μια άποψη του αριστερού ημισφαιρίου είναι στα δεξιά) και στη μέση αριστερή εικόνα (μια άποψη της βασικής επιφάνειας του εγκεφάλου). Οι αντίστοιχες απόψεις από τους μη-αδύναμους αναγνώστες παρουσιάζονται στη μέση δεξιά εικόνα και στην κατώτατη σειρά των εικόνων. Όλα τα άτομα αντιπροσωπεύονται, αν και μερικά αντιπροσωπεύονται από έναν μεγαλύτερο αριθμό συστάδων από άλλες. Επιπλέον, κάθε πηγή μεμονωμένης

δραστηριότητας παρουσιάζονται σε κάθε μια από τις κύριες περιοχές που παρουσιάζονται στο σχήμα (δηλ. κροταφοβρεγματικός και βασικός βρεγματικός φλοιός) και μπορούν να αντιπροσωπευθούν από περισσότερες από μια συστάδες (clusters) σε μια ιδιαίτερη περιοχή. Κάθε συστάδα αποτελείται από έναν μεταβλητό αριθμό πηγών δραστηριότητας. Ο σχετικός συγχρονισμός της αρχής των συστάδων (clusters) των πηγών δραστηριότητας αντιπροσωπεύεται κατά μήκος μιας συνέχειας χρώματος που ποικίλλει από ελαφρύ κίτρινο, δείχνοντας την προηγούμενη αρχή της δραστηριότητας, στο σκοτεινότερο κόκκινο δείχνοντας την πιο πρόσφατη αρχή της δραστηριότητας.



Εικόνα 14: Περίληψη των θέσεων των ενεργών περιοχών που συντάσσονται από τα μεμονωμένα στοιχεία για την ακουστική αναγνώριση λέξης (Simos et al, 2000).

Το σχεδιάγραμμα, ο συγχρονισμός και το ποσό κλιμάκων δραστηριότητας είναι οι ίδιοι στην εικόνα 10. Φαίνεται ότι οι αδύναμοι αναγνώστες παρουσίασαν δραστηριότητα στους κροταφικοβρεγματικούς φλοιούς (temporarietal cortex) που ήταν μεγαλύτερη στο βαθμό από τους μη αδύναμους αναγνώστες (Simos et al, 2000).

Δύο σύνολα αναλύσεων εκτελέστηκαν. Το πρώτο σύνολο διερευνήθηκε προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι αδύναμοι αναγνώστες θα επεδείκνυαν ελάχιστη ή καμία δραστηριότητα στις αριστερές κροταφικοβρεγματικές περιοχές (temporarietal regions) (STGr, MTGr και SMG) κατά τη διάρκεια της αναγνώρισης τυπωμένης λέξης αλλά θα παρουσίαζαν "κανονικό" σχέδιο της ενεργοποίησης σε αυτήν την περιοχή κατά τη διάρκεια της αναγνώρισης προφορικής λέξης.

Αυτό το σχέδιο ήταν προφανές σε κάθε περίπτωση χωριστά: η αξιόπιστη δραστηριότητα στην αριστερή κροταφικοβρεγματική περιοχή (left temporarietal regions) βρέθηκε μόνο σε ένα δυσλεκτικό παιδί στον οπτικό στόχο που, εν τούτοις, επέδειξε την ουσιαστικά μεγαλύτερη δραστηριότητα στη σωστή ομόλογη περιοχή. Αντίθετα, και τα 10 δυσλεξικά παιδιά επέδειξαν ένα μεγαλύτερο βαθμό ενεργοποίησης στο αριστερό έναντι της δεξιάς κροταφικοβρεγματικής περιοχής (right temporarietal regions) κατά τη διάρκεια του ακουστικού στόχου αναγνώρισης λέξης. Όπως είναι επίσης εμφανές από τα σχήματα 1 και 2511, ο ακουστικός στόχος συνδέθηκε με τη σημαντικά μεγαλύτερη ενεργοποίηση στην αριστερή κροταφικοβρεγματική περιοχή από τον οπτικό στόχο αναγνώρισης λέξης στη δυσλεξική ομάδα μόνο [$t(9) = 10,89$, $p < 0.0001$].

Σαν ομάδα, τα δυσλεξικά παιδιά παρουσίασαν ευδιάκριτες διαφορές ημισφαιρίου στο σχετικό βαθμό ενεργοποίησης στις κροταφικοβρεγματικές περιοχές (left temporarietal regions) στους στόχους: στο αριστερό ημισφαίριο ο ακουστικός στόχος συνδέθηκε με 96,7% περισσότερες πηγές από τον οπτικό στόχο, ενώ το αντίθετο ίσχυε στο δεξιό ημισφαίριο, με 38,3% περισσότερες πηγές στον οπτικό έναντι του ακουστικού στόχου. Αυτές οι τάσεις ήταν προφανείς σε όλους τους αδύναμους αναγνώστες στο αριστερό ημισφαίριο και στο 9/10 περιπτώσεων στο δεξιό ημισφαίριο. Αντίθετα, οι μη-δυσλεξικοί αναγνώστες επέδειξαν μια σχετική αύξηση στο βαθμό ενεργοποίησης στο ακροατήριο έναντι του οπτικού στόχου και στο αριστερό (84%) και στο δεξιό ημισφαίριο (32,5%) (Simos et al, 2000).

Το δεύτερο σύνολο αναλύσεων εξέτασε λεπτομερέστερα το σχεδιάγραμμα ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια του οπτικού στόχου στις δύο ομάδες παιδιών. Δεδομένου ότι τα σημαντικά αποτελέσματα που περιλαμβάνουν την περιοχή δεν βρέθηκαν στο πρώτο σύνολο αναλύσεων, τα στοιχεία από τις τρεις κροταφικοβρεγματικές περιοχές (TMP) (STGr, SMG και MTGr) κατέρρευσαν από κοινού. Λαμβάνοντας υπόψη τη φύση του στόχου (Breier et al, 1998), οι πηγές δραστηριότητας βρέθηκαν στο ANG και στο BTC και στις δύο ομάδες και, επομένως,

τα στοιχεία και από τις δύο περιοχές περιλήφθηκαν επίσης στις αναλύσεις. Τέλος στοιχεία και από τις τέσσερις κροταφοβρεγματικές περιοχές συγκεντρώθηκαν μαζί (Simos et al,2000).

2.3.4. Ποιος είναι ο ρόλος των μεμονωμένων περιοχών του εγκεφάλου στα παιδιά με δυσλεξία

- ◆ Η κυρίως προεξέχουσα διαφορά στα σχεδιαγράμματα ενεργοποίησης μεταξύ των αδύναμων και μη-αδύναμων αναγνώστων ήταν η μειωμένη δραστηριοποίηση στις αριστερές κροταφικοβρεγματικές περιοχές (left temporoparietal regions) και μια αντίστοιχη αύξηση της δραστηριότητας στις ομόλογες περιοχές του δεξιού ημισφαιρίου στα δυσλεκτικά παιδιά.
- ◆ Η έλλειψη δέσμευσης του αριστερού STGr κατά τη διάρκεια της σιωπηλής ανάγνωσης στους αδύναμους αναγνώστες είναι ενδιαφέρουσα δεδομένου ότι αυτή η περιοχή, που είναι μέρος του ακουστικού φλοιού ένωσης, θεωρείται ότι μπορεί να περιληφθεί αυστηρά στη φωνολογική ανάλυση της ομιλίας καθώς επίσης και στη φωνολογική συνάρθρωση.
- ◆ Η δραστηριότητα σε αυτήν την περιοχή (αριστερού STGr) συνδέεται με την ενεργοποίηση στο αριστερό ANG, η οποία δραστηριότητα μειώθηκε εντυπωσιακά στα δυσλεξικά έναντι των μη-δυσλεξικών παιδιών.
- ◆ Συγκεκριμένα, οι σωστές περιοχές TMP στους δυσλεξικούς γίνονται αρχικά ενεργές στο ίδιο σχεδόν χρόνο (κατά μέσον όρο) όπως οι αριστερές περιοχές TMP στα μη αδύναμα παιδιά.

Συντομογραφίες: STGr, μεταγενέστερη ανώτερη βρεγματική έλικα MTGr, μεταγενέστερη μέση βρεγματική έλικα, SMG, supramarginal έλικα ANG, γωνιακή έλικα BTC (βλ. παράρτημα εικ. 1), βασικός βρεγματικός φλοιός (Simos et al, 2000).

2.3.5. Ποιες περιοχές του εγκεφάλου είναι κατεστραμμένες όταν η ανάγνωση είναι αδύναμη;

Μέχρι το 1970/1980 όταν οι *in vivo* τρισδιάστατες δομικές τεχνικές απεικόνισης όπως η αυτοματοποιημένη τομογραφία και η απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης διατέθηκαν, η σκιαγράφηση των μόνιμων (παθοφυσιολογικών ή τραυματικών) οργανικών βλαβών εξαρτήθηκε από τις μεταθανάτιες μελέτες. Οι πρώτες καταγραμμένες μεταθανάτιες μελέτες της επίκτητης δυσλεξίας αναφέρθηκαν από τον Dejerine (1891) ανακάλυψε ότι ένας ασθενής που έπασχε από εξασθένηση της ανάγνωσης και του γραψίματος (δυσλεξία με δυσγραφία) είχε τη δυσλειτουργία στην αριστερή γωνιακή έλικα, ενώ ένας ασθενής που είχε ένα έλλειμμα ανάγνωσης αλλά ήταν ακόμα ικανός να γράψει (δυσλεξία χωρίς δυσγραφία) είχε τη δυσλειτουργία στον αριστερό ινιακό λοβό (left occipital lobe), (βλ. παράρτημα εικ. 5). Η πρώτη εστίαση ήταν ότι οι αριστερές γωνιακές έλικες περιλήφθηκαν και στην ανάγνωση και στο γράψιμο και θα μπορούσαν να είναι μια περιοχή όπου η μνήμη αντιπροσώπευε τις οπτικές μορφές μιας λέξης. Η δεύτερη εστίαση ήταν ότι το αριστερό ινιακό τραύμα έβλαψε τις συνδέσεις από την οπτική εισαγωγή στη μνήμη οπτικών μορφών μιας λέξης στην αριστερή γωνιακή έλικα (Biggio et al,2003).

Εκτός από τα τραύματα στις αριστερές γωνιακές έλικες (gyrus) και στον αριστερό ινιακό λοβό (left occipital lobe), η ζημία σε πολλές άλλες αριστερές περιοχές του ημισφαιρίου έχει συνδεθεί με τα ελλείμματα της ανάγνωσης. Δεδομένου ότι τα περισσότερα ελλείμματα ανάγνωσης συνοδεύονται επίσης από άλλες αντιληπτικές, σημασιολογικές, ή γλωσσικές δυσκολίες, η περιοχή οργανικής βλάβης πρέπει να αφορά τις διαδικασίες που είναι κοινές για την ανάγνωση και άλλων στόχων. Με βάση τα στοιχεία αυτά, το νευρολογικό πρότυπο της ανάγνωσης αναπτύχθηκε για να συμπεριλάβει τις περιοχές και των δύο αναγνωστών και την ακουστική επεξεργασία του λόγου καθώς επίσης και τις περιοχές που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση αλλά στη μη ακουστική επεξεργασία κειμένου.

Πιο συγκεκριμένα, η ροή πληροφοριών για τη γραπτή επεξεργασία κειμένου προτάθηκε για να προχωρήσει από τις μορφές μνήμης οπτικών λέξεων στην αριστερή γωνιακή έλικα στην περιοχή Wernicke και έπειτα μέσω της τοξοειδούς ατράκτου (fusiform), στην περιοχή Broca, με τραύματα σε οποιοσδήποτε από αυτές τις περιοχές με συνέπεια τη δυσλεξία. Αν και αυτό είναι το μόνο νευρολογικό πρότυπο της ανάγνωσης, δε γίνεται αποδεκτό παγκοσμίως επειδή δεν αποτελεί δύο διαφορετικές

διαδρομές ανάγνωσης που έχουν προταθεί βάση των νευροφυσιολογικών μελετών και δεν καλύπτει όλες τις ανατομικές περιοχές που μπορούν να προκαλέσουν ελλείμματα ανάγνωσης.

Το πρόβλημα είναι ότι τα περισσότερα παιδιά με φωνολογικές δυσκολίες ή δυσλεξία τείνουν να έχουν πολύ μεγάλα αριστερά κροταφικά τραύματα λοβών επομένως δεν είναι δυνατό να συναχθεί ποιο μέρος του τραύματος προκαλεί ανωμαλία στην συμπεριφορά της ανάγνωσης. Επιπλέον, αν και πολλές μεταθανάτιες και δομικές μελέτες απεικόνισης έχουν επιβεβαιώσει το περιστατικό της δυσλεξίας χωρίς δυσγραφία καθαρή αλεξία) μετά από την αριστερή ινιακή ζημία, τα τραύματα στην αριστερή γωνιακή έλικα του εγκεφάλου δεν αδυνατούν χαρακτηριστικά στην κατανόηση της ανάγνωσης (Price & Frisian, 2002), (Biggio et al, 2003).

2.3.6. Εγκεφαλικά ημισφαίρια και ανάγνωση – συλλαβισμός

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια διαφέρουν στη δραστηριότητα τους. Έτσι, η φωνητική ανάγνωση δραστηριοποιεί εγκεφαλικούς μηχανισμούς του αριστερού ημισφαιρίου και με εντόπιση προς τα πίσω. Αντίθετα, ο φωνητικός συλλαβισμός, δραστηριοποιεί μηχανισμούς του αριστερού ημισφαιρίου αλλά με εντόπιση προς τα μπροστινά μέρη.

Η γραφημική ανάγνωση γίνεται από το δεξιό ημισφαίριο και από τα πίσω μέρη του και ο γραφημικός συλλαβισμός από ενεργοποίηση των μπροστινών εγκεφαλικών μηχανισμών του δεξιού ημισφαιρίου.

Η περιοχή BROCA επίσης, συμμετέχει στο φωνητικό συλλαβισμό και η δεξιά περιοχή του Wernicke, στη γραφημική ανάγνωση. Η αριστερή περιοχή του Wernicke συμμετέχει, επίσης, στη φωνητική ανάγνωση και η δεξιά περιοχή του BROCA στο γραφημικό συλλαβισμό. Η μη φυσιολογική ασύμμετρη οργάνωση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και ιδιαίτερα των πεδίων BROCA και Wernicke, έχει ως συνέπεια να εμφανίζονται δυσκολίες στον φωνητικό ή γραφημικό συλλαβισμό και αντίστοιχες δυσκολίες εμφανίζονται και στην ανάγνωση (Καρπαθίου, 1994).

2.3.7. Λειτουργικές μελέτες απεικόνισης: ποιες περιοχές εγκεφάλου ανταποκρίνονται κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης;

Υπάρχουν πολυάριθμες δημοσιεύσεις που εκθέτουν τις λειτουργικές μελέτες απεικόνισης της ανάγνωσης. Εδώ, θα αναφέρουμε το νευρικό σύστημα για τη μεγαλόφωνη ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων και (I) τους όρους βασικών γραμμών που ελέγχουν την αισθητικοκινητική επεξεργασία (II) πώς αυτό το σύστημα διαχωρίζει τα σημασιολογικά και φωνολογικά συστατικά (III) οι συνέπειες με το νευρολογικό πρότυπο και (IV) οι περιορισμοί των λειτουργικών μελετών απεικόνισης.

2.3.7.1. Το νευρικό σύστημα για τη μεγαλόφωνη ανάγνωση

μεμονωμένων λέξεων

Όπως προβλέπεται από το νευρολογικό πρότυπο, η ενεργοποίηση για τη μεγαλόφωνη ανάγνωση παρατηρείται στους αριστερούς ινιακούς (left occipital), οπίσθιους ανώτερους κροταφικούς (περιοχή Wernicke), κατώτερους μετωπικούς (περιοχή Broca), και κινητικούς φλοιούς (motor cortex). Σε αντίθεση με το νευρολογικό πρότυπο, (α) η ενεργοποίηση παρατηρείται στον ανώτερο γλωσσικό κροταφικό λοβό (προηγούμενος και κατώτερος από την περιοχή Wernicke), αλλά (β) καμία αριστερή γωνιακή ενεργοποίηση έλικας δεν παρατηρείται. Θα εξετάσουμε κάθε μια από αυτές τις αποκλίσεις ανεξάρτητα. Όσον αφορά την ενεργοποίηση του μισού ανώτερου κροταφικού λοβού, αυτό εμφανίζεται να αφορά στην ακοή του ήχου της προφορικής απάντησης επειδή αυτές οι περιοχές προσδιορίζονται από τη σύγκριση της μεγαλόφωνης ανάγνωσης σχετικά με τη σιωπηλή άρθρωση των ίδιων λέξεων. Όσον αφορά την αριστερή γωνιακή έλικα (βλ. παράρτημα εικ. 1), η απουσία ενεργοποίησης δεν είναι σύμφωνη με αυτήν την περιοχή που είναι η περιοχή των "μνημονικών οπτικών μορφών μιας λέξης." Εντούτοις, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε τη δυνατότητα ότι η αριστερή γωνιακή έλικα περιλαμβάνεται στη σημασιολογική επεξεργασία που είναι εξίσου ενεργή κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης. Παραδείγματος χάριν, έχει διευκρινιστεί ότι στην αριστερή γωνιακή έλικα (και άλλες βρεγματικές και μετωπικές περιοχές) περιλαμβάνονται και οι σημασιολογικές δυσκολίες σχετικά με τις αντιληπτικές ή φωνολογικές δυσκολίες. Η ερμηνεία είναι ότι, τα θέματα είναι ελεύθερα να συμμετέχουν στις σημασιολογικά σχετικές σκέψεις τους. Με άλλα λόγια, η αριστερή γωνιακή έλικα είναι απίθανο να

είναι η περιοχή της μνήμης οπτικών μορφών μιας λέξης αλλά μπορεί να διαδραματίσει έναν ρόλο στη σημασιολογική επεξεργασία (Biggio et al, 2003).

Αν και υπάρχει μια ευρεία συνέπεια στις περιοχές που έχουν συνδεθεί με την ανάγνωση από τις λειτουργικές μελέτες απεικόνισης των τραυμάτων, οι λειτουργικοί ρόλοι που διαδραματίζονται από αυτές τις περιοχές πρέπει να εξεταστούν με τον προσδιορισμό πώς το σύστημα ανάγνωσης διαχωρίζεται με αλλαγές στο ερώτημα. Παραδείγματος χάριν, εάν υπάρχει απουσία ενεργοποίησης αριστερής γωνιακής έλικας κατά τη διάρκεια μεγάλου διαβάσματος λόγω της σημασιολογικής επεξεργασίας κατά τη διάρκεια της στηριγμένης βασικής γραμμής, κατόπιν θα αναμέναμε να ανιχνεύσουμε ενεργοποίηση στην αριστερή γωνιακή έλικα όταν η ανάγνωση συγκριθεί με μια βασική γραμμή που αποσπά τα θέματα από τις εσωτερικές σκέψεις τους (Biggio et al, 2003).

2.3.7.2. Διαχωρισμός της ανάγνωσης από την αισθητικοκινητική

επεξεργασία

Το σχέδιο ενεργοποίησης για την ανάγνωση όταν ελέγχεται η οπτική επεξεργασία και η άρθρωση παρουσιάζεται στην κορυφαία σειρά (Price et al, 2003). Στη συνθήκη ενεργοποίησης, τα θέματα καθοδηγήθηκαν για να αρθρώσουν σιωπηλά ήχους γραπτών λέξεων χωρίς παραγωγή οποιουδήποτε ήχου (για να αποφύγουν την ακουστική επεξεργασία της προφορικής απάντησης) και στον όρο βασικών γραμμών, καθοδηγήθηκαν για να αρθρώσουν σιωπηλά ψεύτικες σειρές (οπτικά ερεθίσματα που μοιάζουν με γράμματα). Ο ψεύτικος έλεγχος πηγών για την οπτική εισαγωγή, λέγοντας "OK" μερικώς ελέγχει την άρθρωση και μαζί αυτή η βασική γραμμή πρέπει επίσης να μειώσει τη σημασιολογική επεξεργασία επειδή τα θέματα αποσπώνται από τις εσωτερικές σκέψεις τους.

Τα αποτελέσματα αυτής της σύγκρισης αποκάλυψαν ότι η ενεργοποίηση για την ανάγνωση ήταν πλάγια αριστερή (όπως προβλέπεται βάση των μελετών τραυμάτων). Σε αντιδιαστολή με τη αμφοτερόπλευρη ενεργοποίηση παρατηρήθηκε ότι η ανάγνωση ήταν αντίθετη. Αυτό προτείνει ότι η δεξιά ενεργοποίηση ημισφαιρίου αφαιρέθηκε με την εξέταση των ψεύτικων πηγών και το ρητό "OK." Το δεύτερο σημείο που υπογραμμίζει είναι ότι η αριστερή ενεργοποίηση ημισφαιρίου παρατηρήθηκε μόνο σε δύο αριστερές ατρακτοειδή περιοχές (προηγούμενες και μεταγενέστερες) και δύο μετωπικές περιοχές (αριστερός προηγούμενοι πλάγιοι

κοιλιακοί μετωπικοί (left ventrolateral frontal cortex) και προκινητικοί φλοιοί (promoter cortex).

Όσον αφορά τις απεικονιστικές λειτουργίες μπορούμε να αποδώσουμε αυτές τις περιοχές: Η οπίσθια μερίδα του αριστερού ατρακτοειδή έχει χαρακτηριστεί ως πρόσφατη περιοχή οπτικής μορφής μιας λέξης (Dehaene et al, 2002) και είναι κοντά στην περιοχή που είναι κατεστραμμένη στους ασθενείς με "καθαρή" αλεξία. Η ίδια πλάκα (patch) του φλοιού (patch of cortex) περιλαμβάνεται, εντούτοις, σε πολλούς άλλους γνωστικούς στόχους και δεν περιορίζεται σαφώς στην οπτική επεξεργασία μορφής μιας λέξης. Πράγματι, ακόμη και οι ασθενείς με την αποκαλούμενη "καθαρή αλεξία" έχουν οπτικά ελλείμματα που επεκτείνονται πέρα από την ανάγνωση. Η μεταγενέστερη ατρακτοειδή περιοχή (fusiform region) είναι επομένως πιθανότερο να περιληφθεί στην αντιληπτική κατηγοριοποίηση που είναι σημαντική αλλά μη συγκεκριμένη για την ανάγνωση. Επιπλέον, το μεταγενέστερο τμήμα της αριστερής ατράκτου είναι μια ανεξάρτητη μορφή σημασιολογικής περιοχής που αυτό είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στις λέξεις με υψηλό δείκτη πρόγνωσης σχετικά με το χαμηλό αλλά μη συγκεκριμένο για την ανάγνωση. Όσον αφορά τη λειτουργία των μετωπικών περιοχών:

Η αριστερή αισθητικοκινητική ($X \sim -50, Y = 2, \zeta = +34$) περιοχή είναι πιο ενεργή για τις φωνολογικές από ότι για τις σημασιολογικές αποφάσεις και η αριστερή οπίσθια κοιλία και η κατώτερη μετωπική περιοχή ($X = -36, Y = +32, \zeta = +6$) είναι πιο ενεργή για τις σημασιολογικές από ότι για τις φωνολογικές αποφάσεις. Εκπληκτικά, η σιωπηλή άρθρωση των γραπτών λέξεων σχετικά με τη σιωπηλή άρθρωση "OK." Σε απάντηση στα ψεύτικα ερεθίσματα δεν ενεργοποίησε την αριστερή γωνιακή έλικα ή τον αριστερό ανώτερο κροταφικό φλοιό. Αντίθετα, η απουσία αριστερής μεταγενέστερης ανώτερης χρονικής ενεργοποίησης είναι ασυμβίβαστη με αυτήν που παρατηρείται για την ανάγνωση (η ενεργοποίηση παρατηρήθηκε $X = -52, Y = -44, \zeta = +10$ και $X = -54, Y = -46, \zeta = +20$), το οποίο προτείνει ότι αυτές οι περιοχές ενεργοποιούνται επίσης όταν αρθρώνουν σιωπηλά τα θέματα "OK" .

Συνολικά, τα αποτελέσματα διευκρινίζουν ότι το σύστημα ανάγνωσης διαιρεί τακτοποιημένα τις περιοχές που περιλαμβάνονται στη λεκτική παραγωγή και τις περιοχές που περιλαμβάνονται στις λεξικολογικές και σημασιολογικές πτυχές της ανάγνωσης. Οι χώροι λεκτικής παραγωγής περιλαμβάνουν τις ραχιαίες κοιλίες περιοχών των μεταγενέστερων ανώτερων βρεγματικών και πρόσθιων κεντρικών

περιοχών της έλικας, του αισθητικοκινητικού φλοιού, και των οπίσθιων νησίδων του εγκεφάλου (insula). Αντίθετα, οι περιοχές ανάγνωσης περιλαμβάνουν τις μεταγενέστερες και προηγούμενες περιοχές του αριστερού ατρακτοειδή (left fusiform) και της αριστερής κοιλίας κατώτερου μετωπικού φλοιού (left inferior ventrolateral frontal cortex). Αυτό που δεν είναι σαφές από αυτές τις λειτουργικές μελέτες απεικόνισης είναι πώς αυτά τα δύο συστήματα συνδέονται.

Παραδείγματος χάριν, πώς η αριστερή ατρακτοειδή και οι κατώτερες μετωπικές περιοχές ανάγνωσης συνδέονται; Και υπάρχουν ανεξάρτητες συνδέσεις από τα μεταγενέστερα και προηγούμενα ατρακτοειδή μέρη; (Biggio et al, 2003).

2.3.7.3. Διαχωρισμός των υπολεξικών, λεξικολογικών, και σημασιολογικών

διόδων στην ανάγνωση

Αν και οι λειτουργικές μελέτες απεικόνισης έχουν προσδιορίσει τις νευρικές περιοχές που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση μια επαναλαμβανόμενη ερώτηση παραμένει: πώς οι διαφορετικές στρατηγικές ανάγνωσης εφαρμόζονται μέσα σε αυτό το νευρικό σύστημα; Για να χωρίσουν τη λεξικολογική και τη υπογλωσσική φωνολογική επεξεργασία, οι λειτουργικές μελέτες απεικόνισης έχουν συγκρίνει την ενεργοποίηση για τις γνωστές λέξεις ανάγνωσης σχετικά με τις ψευδολέξεις με την προσδοκία ότι οι γνωστές λέξεις ανάγνωσης θα αυξήσουν την ενεργοποίηση στις λεξικολογικές/σημασιολογικές περιοχές, ενώ οι ανάγνωση ψευδολέξεων θα αυξήσει την ενεργοποίηση στις περιοχές που περιλαμβάνονται στην γλωσσική ορθογραφική και φωνολογική μετατροπή. Η συνεπέστερη επίδραση είναι ότι η ανάγνωση ψευδολέξεων σχετικά με τη ανάγνωση γνωστής λέξης αυξάνει την ενεργοποίηση στο μεταγενέστερο μέρος του αριστερού ατρακτοειδή (left fusiform) και του αριστερού μετωπικού βλεφάρου.

Αυτές οι περιοχές δεν είναι συγκεκριμένες για την επιμέρους λεξική ή γλωσσική (sublexical) επεξεργασία επειδή ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια ονομασίας του αντικειμένου και του χρώματος (Price et al, 1996). Εντούτοις, ανακαλύπτεται ότι η αυξανόμενη ενεργοποίηση στις ψευδολέξεις απεικονίζει τις αυξανόμενες απαιτήσεις (η μεταγενέστερη ορθογραφία ψευδολέξεων) στη φωνολογία (στο αριστερό μετωπικό λοβό). Εντούτοις, τα μόνα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί για την αντίστροφη αντίθεση (γνωστή λέξη σχετικά με την ανάγνωση ψευδολέξεων) είναι αδύνατα (όχι ιδιαίτερα σημαντικό) και ασυμβίβαστα

(καμία δευτερολογία πέρα από τις μελέτες). Επομένως, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε τη δυνατότητα ότι, επειδή η ανάγνωση ψευδολέξεων είναι λιγότερο γνωστή, αυξάνει την ενεργοποίηση σε όλο το σύστημα ανάγνωσης ακόμη και στις σημασιολογικές περιοχές (Price et al, 1996).

Μια άλλη προσέγγιση που έχει χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει τις διαφορετικές διόδους ανάγνωσης είναι η σύγκριση των στόχων που στρέφουν την προσοχή των θεμάτων είτε στις σημασιολογικές είτε στις φωνολογικές ενώσεις των λέξεων. Αντίθετα, οι βρεγματικές και οι δεξιές μετωπικές περιοχές που σχηματίζουν τόξο πιο ενεργό για τις φωνολογικές σχετικά με τις σημασιολογικές αποφάσεις δεν ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια των φυσικών στόχων ανάγνωσης και είναι πιθανό να απεικονίσουν τις εκτελεστικές διαδικασίες σχετικές με το φωνολογικό στόχο (π.χ., λειτουργική μνήμη και έλεγχος λαθών). Επιπλέον, αν και η ενεργοποίηση για τη σημασιολογική σχετικά με τη φωνολογική επεξεργασία είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ένα διανεμημένο σύνολο περιοχών συμπεριλαμβανομένης της αριστερής προηγούμενης κοιλίας του μετωπικού φλοιού, και την αριστερή μεταγενέστερη άτρακτο, μόνο η αριστερή μεταγενέστερη μετωπική περιοχή ενεργοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης σχετικά με το ρητό "OK.". Εκτός από αυτήν τη μετωπική περιοχή, δεν υπάρχει καμία επικάλυψη με τις περιοχές που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης. Παραδείγματος χάριν, η αριστερή προηγούμενη άτρακτοειδή (fusiform) ενεργοποίηση ($X = -32$, $Y = -28$, $\zeta = -22$) που φαίνεται για τη σημασιολογική επεξεργασία είναι προηγούμενη σε αυτή που φαίνεται συνήθως κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης ($X = -44$, $Y = -44$, $\zeta = -26$). Κατά συνέπεια, ο αριστερός άτρακτοειδής (left fusiform) και οι ανώτερες κροταφικές περιοχές (temporoparietal regions) που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της προφανούς ανάγνωσης δεν επηρεάζονται διαφορετικά από τους σημασιολογικούς ή φωνολογικούς στόχους.

Αυτό θα μπορούσε είτε να είναι επειδή (α) υπάρχει λίγη ρητή σημασιολογική επεξεργασία που περιλαμβάνεται στην προφανή ανάγνωση των μεμονωμένων λέξεων, (β) η ενεργοποίηση κατά τη διάρκεια της σημασιολογικής απόφασης απεικονίζει πρώτιστα τις εκτελεστικές διαδικασίες που περιλαμβάνονται στην ανάκτηση της σημασιολογίας, ή (γ) η σημασιολογική επεξεργασία εμφανίζεται σιωπηρά ανεξάρτητα από εάν τα θέματα εστίαζαν στις σημασιολογικές ή φωνολογικές ενώσεις. Περιληπτικά, η ανάγνωση των ψευδολέξεων αυξάνει την ενεργοποίηση στο πιο μεταγενέστερο μέρος του αριστερού άτρακτοειδή και του

αριστερού μετωπικού λοβού . Οι λεξικές ή γλωσσικές (sublexical) φωνολογικές αποφάσεις ενεργοποιούν επίσης το αριστερό μετωπικό βλέφαρο ενώ οι σημασιολογικές σχετικά με τις φωνολογικές αποφάσεις ενεργοποιεί την αριστερή κοιλία του μεταγενέστερου μετωπικού φλοιού (left ventrolateral frontal cortex) . Η διαφορετική δίοδος ανάγνωσης επομένως εφαρμόζεται μέσω των διαφορών στην προηγούμενη (σημασιολογική) ή μεταγενέστερη (φωνολογική) μετωπική ενεργοποίηση. Είναι επίσης δυνατό τα τμήματα μέσα στο αριστερό ατρακτοειδή να εμπλέκονται διαφορετικά στις διαφορετικές δόδους ανάγνωσης με πιο προηγούμενες κωδικοποιήσεις (fusiform) που περιλαμβάνεται στη σημασιολογική επεξεργασία και στις πιο μεταγενέστερες ατράκτους (fusiform) που περιλαμβάνεται στην αντιληπτική κατηγοριοποίηση. Πράγματι, οι λειτουργικές μελέτες απεικόνισης της αναγνώρισης αντικειμένου έχουν δείξει μια μεταγενέστερη ιεραρχία στο αριστερό ατρακτοειδή με μια προηγούμενη μετατόπιση στην ενεργοποίηση καθώς τα αντικείμενα γίνονται πιο αναγνωρίσιμα (Bar et al, 2001). Σκεπτόμενοι περαιτέρω ίσως υπάρξουν διαφορετικές διαδρομές από τις μεταγενέστερες και προηγούμενες ατρακτοειδή περιοχές στις μεταγενέστερες και προηγούμενες μετωπικές περιοχές, αντίστοιχα.

2.3.8. Δομικές και λειτουργικές μελέτες απεικόνισης δύο

δυσλεξικών ασθενών

Σε αυτό το τμήμα θα εξετάσουμε τη λειτουργική νευροανατομία δύο δυσλεξικών ασθενών. Ένας ασθενής (CJ) είχε την εκτενή αριστερή κροταφοβρεγματική περιοχή κατεστραμμένη συνεπεία του επικεφαλής τραύματος. Η εξέταση του τραύματός του δείχνει ότι είχε τη ζημία σε όλες τις αριστερές ανώτερες βρεγματικές περιοχές που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της κανονικής ανάγνωσης. Αυτό οδήγησε στο κλασικό μοτίβο των αποτελεσμάτων που είναι χαρακτηριστικά της φωνολογικής ή βαθιάς δυσλεξίας. Αν και ο CJ ήταν σε θέση να διαβάσει μερικές λέξεις υψηλής προγνωστικά, ήταν ανίκανος να διαβάσει οποιεσδήποτε ψευδολέξεις και έκανε σημασιολογικά λάθη διαβάζοντας (π.χ., που διαβάζει το error όπως "wrong"). Εν ολίγης, ο CJ εμφάνισε σημασιολογικές δυσκολίες κατά τη μετάφραση της ορθογραφίας φωνολογικά. Η εφαρμογή του προτύπου τραύμα-ελλείμματος επομένως προτείνει ότι οι περιοχές του αριστερού κροταφικού λοβού που είναι χαλασμένες στον CJ είναι απαραίτητες για την ανάγνωση ελλείπει της σημασιολογίας (π.χ., ψευδολέξεις και λέξεις με χαμηλά προγνωστικά) αλλά δεν είναι απαραίτητες για την ανάγνωση λέξεων με ισχυρές

σημασιολογικές ενώσεις. Εντούτοις, δεν ξέρουμε εάν η σημαντική περιοχή της καταστροφής ήταν οι αριστερές ανώτερες κροταφικές περιοχές που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια της κανονικής ανάγνωσης ή των συνδέσεων που συνδέουν το αριστερό ατρακτοειδή με τις αριστερές κατώτερες μετωπικές περιοχές.

Ο άλλος ασθενής (JH) έπασχε από σημασιολογική άνοια που προκλήθηκε από ατροφία στους προηγούμενους κροταφικούς λοβούς (βλ. παράρτημα εικ. 4). Οι αριστερές ανώτερες κροταφικές περιοχές ανάγνωσης εμφανίστηκαν να είναι άθικτες, αλλά η ζημία επεκτάθηκε οπίσθια κατά μήκος των εσωτερικών βρεγματικών λοβών και μπορεί επομένως να έχει επιπτώσεις στην αριστερή προηγούμενη ατρακτοειδή περιοχή (fusiform region) που έχει συνδεθεί με τη σημασιολογική επεξεργασία. Πράγματι, ο JH αδυνατούσε στις πτυχές της προφορικής ανάγνωσης που έχουν υποστηριχτεί για να απαιτήσουν τη σημασιολογική επεξεργασία. Ήταν σε θέση να διαβάσει πολλές λέξεις που είχαν κανονική ορθογραφία σε σχέση με τον ήχο (96%) και ένα μεγάλο μέρος ψευδολέξεων (96%) αλλά είχε περισσότερες δυσκολίες ανάγνωσης λέξεων με τις ασυμβίβαστες υγιείς σχέσεις με την ορθογραφία (67%). Αυτό το σχέδιο της συμπεριφοράς ανάγνωσης καλείται συχνά "επιφανειακή δυσλεξία". Η εφαρμογή του προτύπου ελλείμματος τραυμάτων προτείνει ότι ένας ή και δύο από τους κατώτερους κροταφικούς λοβούς που καταστράφηκαν στον JH είναι απαραίτητοι για τη σημασιολογική μεσολάβηση της ανάγνωσης.

Δεδομένου ότι οι λειτουργικές έρευνες απεικόνισης για τον CJ και τον JH διεξήχθησαν από διαφορετικούς ανιχνευτές με διαφορετικά παραδείγματα ανάγνωσης, και τα αποτελέσματά τους θα εξεταστούν στη συνέχεια. (Biggio et al, 2003)

2.3.8.1. CJ ασθενής

Τα λειτουργικά στοιχεία απεικόνισης του CJ έχουν αναφερθεί ήδη (Price et al, 1998). Ανιχνεύθηκε κατά τη διάρκεια δύο συνθηκών, που διαβάζει μεγαλοφώνως και που ξεκουράζεται με τα μάτια κλειστά.. Κατά τη διάρκεια συνθηκών ανάγνωσης, ιδιαίτερα των φανταστικών λέξεων ο CJ ήταν σε θέση να διαβάσει ό,τι παρουσιάστηκε σε ένα ποσοστό 1 ανά 3 s με ένα μέσο όρο διάρκειας εκθέσεως των 2500ms. Αυτό αποκάλυψε ένα εντυπωσιακά κανονικό σχέδιο της ενεργοποίησης με εξαίρεση των αριστερών ανώτερων κροταφικών περιοχών που καταστράφηκαν από το ατύχημά του. Αυστηρά, όταν διάβαζε, η δραστηριότητα εμφανίστηκε να είναι

κανονική στις μεταγενέστερες και προηγούμενες περιοχές του αριστερού ατρακτοειδή, των δεξιών ανώτερων χρονικών, και αριστερών μετωπικών φλοιών.

Το σημείο που επιθυμούμε να εστιάσουμε εδώ είναι ότι ο CJ ήταν σε θέση να διαβάσει τις λέξεις που του παρουσιάστηκαν στον ανιχνευτή χωρίς την ενεργοποίηση της αριστερής μεταγενέστερης κροταφικής περιοχής (left temporal lobe) αυτά ενεργοποιήθηκαν και από τα 12 θέματα ελέγχου. Από την αναφορά στις μελέτες που διευκρινίστηκαν, συνδέσαμε αυτές τις περιοχές με τη λεκτική παραγωγή που δεν είναι συγκεκριμένη για την ανάκτηση της φωνολογίας από την ορθογραφία. Τα αποτελέσματα του CJ αναφέρουν ότι η δυνατότητά του να διαβάσει τις λέξεις με την υψηλή δυνατότητα εικόνας δεν εξαρτήθηκε από τις συνδέσεις ή από το κατεστραμμένο αριστερά μεταγενέστερο ανώτερο κροταφικό φλοιό (inferior temporal lobe). Εντούτοις, επίσης ξέρουμε ότι η ανάγνωση του CJ δεν ήταν κανονική και ήταν μη κανονική σε σχέση με τη σημασιολογική μεσολάβηση.

Επομένως, θεωρούμε ότι το σχέδιο ενεργοποίησής του ήταν ικανοποιητικό για τη σημασιολογική (lexical) αλλά όχι για τη λεξική ή γλωσσική (sublexical) ανάγνωση και μπορούμε να εξετάσουμε πώς η άθικτη σημασιολογική ανάγνωσή μπορεί να εξελιχθεί. Μια πιθανότητα είναι ότι υπάρχουν ανεξάρτητες συνδέσεις στις μετωπικές περιοχές από προηγούμενες τις (σημασιολογικές) και τα μεταγενέστερα (αντιληπτικά) μέρη του αριστερού ατρακτοειδή με τη σημασιολογική ανάγνωση που στηρίζεται από τις συνδέσεις από την προηγούμενη ατρακτοειδή και τη μη-θεματική ανάγνωση που αδυνατούν λόγω κατεστραμμένων συνδέσεων από το οπίσθιο ατρακτοειδή (fusiform) τμήμα.

Η εναλλακτική πιθανότητα είναι ότι η σημασιολογική ανάγνωση μπορεί να προχωρήσει από το δεξιό ημισφαίριο. Παραδείγματος χάριν, μπορεί να συμβεί αν οι συνδέσεις μεταξύ της σωστής ατράκτου και της σωστής ανώτερης βρεγματικής περιοχής ήταν σε θέση να στηρίζουν τη σημασιολογική ανάγνωση. Τα μελλοντικά πειράματα απαιτούνται για να εξετάσουν αυτές τις εναλλακτικές εξηγήσεις. Παραδείγματος χάριν, τα στοιχεία για τη σωστή υπόθεση του ημισφαιρίου θα αποδεικνύονταν εάν η ενεργοποίηση του CJ κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης ήταν δεξιά πλάγια όταν η αισθητικοκινητική επεξεργασία ελεγχόταν. Αντίθετα, τα στοιχεία για τις σημασιολογικές και μη-σημασιολογικές διαδρομές από τα προηγούμενα και μεταγενέστερα ατρακτοειδή μέρη μπορεί να διαφωτιστούν χρησιμοποιώντας τις αποτελεσματικές μελέτες συνδετικότητας (Biggio et al, 2003).

Προφανώς, οι περαιτέρω μελέτες απαιτούνται για να συναγάγουν περισσότερα οριστικά συμπεράσματα. Ειδικότερα, θα ήταν ενδιαφέρον να χρησιμοποιηθούν οι τεχνικές που μπορούν να συγκρίνουν τη δομική και λειτουργική συνδεσιμότητα μεταξύ των περιοχών ανάγνωσης στους φυσιολογικούς και στους δυσλεξικούς ασθενείς. Εντούτοις, τα αποτελέσματα του CJ μας δίνουν πληροφορίες με πολλούς τρόπους. Κατ' αρχάς, δείχνουν ότι η αριστερή ανώτερη βρεγματική ενεργοποίηση δεν ήταν απαραίτητη για τον CJ για να διαβάσει λέξεις με υψηλή πρόγνωση. Δεύτερον, η δυνατότητα του CJ για να διαβαστούν οι λέξεις με το υψηλή προγνωστικότητα δεν ήταν μια συνέπεια της στρατολόγησης των νέων περιοχών που δεν ενεργοποιούνται στα κανονικά θέματα. Τρίτον, ο CJ παρουσίασε κανονική ενεργοποίηση αριστερής προηγούμενης ατράκτου, ο οποίος έχει συνδεθεί με τη σημασιολογική επεξεργασία. Επομένως ήμασταν σε θέση να υποθέσουμε ότι υπάρχουν ανεξάρτητες ανατομικές συνδέσεις από τις προηγούμενες και μεταγενέστερες ατρακτοειδή περιοχές (fusiform regions) στις προηγούμενες και μεταγενέστερες μετωπικές περιοχές (temporal regions), με τις συνδέσεις από το μεταγενέστερο ατρακτοειδή που μεσολαβεί η σημασιολογική πρόσβαση στη φωνολογία και τις συνδέσεις από το μεταγενέστερο ατρακτοειδή που μεσολαβεί στις μη-σημασιολογικές συνδέσεις (Biggio et al, 2003).

2.3.8.2. JH ασθενής

Η JH (που είναι 61 ετών) ανιχνεύθηκε ενώ διάβαζε μεγαλοφώνως αλλά με τη JH χρησιμοποιήθηκε ένα παράδειγμα που ήταν διαφορετικό από αυτό που χρησιμοποιήθηκε με τον CJ έτσι ώστε να μπορούμε να ελέγξουμε τουλάχιστον μερικές πτυχές της οπτικής επεξεργασίας, της προσοχής, και της επιλεκτικής απάντησης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε στη JH με τριάδες ερεθισμάτων με ένα ανώτερο και δύο κατώτερα. Με τις συνθήκες ανάγνωσης, η τριάδα αποτελείται από τρεις ταυτόσημες λέξεις (το λεωφορείο, το λεωφορείο, το λεωφορείο) και η JH και η ομάδα την ελέγχουν από 10 ετών. Αυτά καθοδηγήθηκαν για να διαβάσουν μεγαλοφώνως τις λέξεις. Οι λέξεις ήταν όλες υψηλής συχνότητας τριών φωνημάτων με κανονική ορθογραφία όπου ξέρουμε ότι η JH ήταν σε θέση να διαβάσει. Στις συνθήκες ορισμού, και τα τρία ερεθίσματα αποτελούνται από σειρές των τριών και τα θέματα έπρεπε να τα απαντήσουν πιέζοντας με το δάκτυλο για να προσδιορίσουν

ποια από την κατώτερη σειρά ήταν παρόμοια στο μέγεθος με τη ανώτερη σειρά. (Biggio et al, 2003).

Η σύγκριση της ανάγνωσης στην απόφαση μεγέθους σχετικά με το μέγεθος αποκάλυψε ότι η JH, όπως και ο CJ, ενεργοποίησε ένα εντυπωσιακά κανονικό νευρικό σύστημα για την ανάγνωση, συμπεριλαμβανομένου του αριστερού μεταγενέστερου μετωπιαίου, αισθητικοκινητικού, και την αριστερή μεταγενέστερη ατρακτοειδή ενεργοποίηση, καθώς επίσης και διμερείς μέσες ανώτερες βρεγματικές περιοχές συνδέθηκαν με την ακοή του ήχου της προφορικής απάντησης. Εντούτοις, καμία ενεργοποίηση δεν ανιχνεύθηκε στην αριστερή προηγούμενη ατρακτοειδή περιοχή (left fusiform region), η οποία έχει συνδεθεί με τη σημασιολογία ή τον αριστερό μεταγενέστερο κροταφικό φλοιό (left temporal lobe).

Η σύγκριση σε μια ομάδα 10 κανονικών ελέγχων που εκτελεί τους ίδιους όρους αποκάλυψε ότι η αριστερή αισθητικοκινητική ενεργοποίηση ήταν υψηλότερη για την ανάγνωση στην JH από αυτή των κανονικών ελέγχων. Αυτή η περιοχή αντιστοιχεί σε μια από τις περιοχές που φαίνονται για τις φωνολογικές αποφάσεις σχετικά με τις σημασιολογικές αποφάσεις, που προτείνουν ότι η JH ενεργοποιούσε τις φωνολογικές διαδικασίες εντονότερα από τις κανονικές. Με εξαίρεση την αριστερή πλευρική ανώτερη κροταφική αύλακα (temporal cortex), αυτές οι περιοχές αντιστοιχούν σχεδόν ακριβώς σε εκείνους που βρήκαν να είναι πιο ενεργοί για το σημασιολογικό σχετικά με τις φωνολογικές αποφάσεις. Η εξέταση των απαντήσεων ανάγνωσης στα κανονικά θέματα έδειξε ότι τα χαμηλά Z αποτελέσματα που συνδέθηκαν με τη διαφορά μεταξύ της JH και των φυσιολογικών οφείλονται στον υψηλό βαθμό προγνωστικής μεταβλητότητας. Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, εντούτοις, κάθε κανονικό θέμα παρουσίασε ισχυρές απαντήσεις τουλάχιστον σε μια από αυτές τις περιοχές (του αριστερού μεταγενέστερου μετωπιαίου, αισθητικοκινητικού, και η αριστερή μεταγενέστερη ατρακτοειδή περιοχή, καθώς επίσης και οι διμερείς μέσες ανώτερες βρεγματικές περιοχές).

Παραδείγματος χάριν, τα τελευταία δύο θέματα παρουσίασαν ισχυρή ενεργοποίηση στην αριστερή ατρακτοειδή αλλά όχι στην πλευρική προηγούμενη κροταφική περιοχή (temporal region). Αντίθετα, η JH παρουσίασε μια τάση για μειωμένη ενεργοποίηση σε όλες τις σημασιολογικές περιοχές. Αυτή η παρατήρηση είναι συνεπή με τα συμπεριφοριστικά αποτελέσματα, τα οποία έδειξαν ότι η ανάγνωσή της δεν θα μπορούσε να είναι σημασιολογική (Biggio et al, 2003).

Περιληπτικά, η συμπεριφορά ανάγνωσης της JH έδειξε ότι είχε ιδιαίτερες λέξεις ανάγνωσης βάση της σημασιολογίας αν και ήταν σε θέση να διαβάσει τις συλλαβιστές λέξεις κανονικά ακόμα και όταν δεν καταλάβαινε την έννοια τους. Η εφαρμογή του προτύπου ελλείμματος τραυμάτων προτείνει ότι η προηγούμενη βρεγματική ατροφία λοβών της προκαλούσε το σημασιολογικό έλλειμμα. Σε συνδυασμό με τις περιοχές που οι πρότυπες λειτουργικές μελέτες απεικόνισης έχουν συνδέσει με την ανάγνωση, η κρίσιμη περιοχή της ζημίας μπορεί να περιλάβει την εσωτερική μερίδα αριστερής ατρακτοειδής (left fusiform), ο οποίος είναι πιο ενεργός στα σημασιολογικά θέματα σχετικά με τα φωνολογικά θέματα. Αυτή η υπόθεση υποστηρίζεται από μια λειτουργική μελέτη απεικόνισης της ανάγνωσής που επεξήγησε τη μειωμένη αριστερή προηγούμενη ατρακτοειδή (left fusiform) ενεργοποίηση σχετικά με τη φυσιολογική.

Επιπλέον, η σύγκριση της ενεργοποίησης της ανάγνωσης αυτού του κανονικού θέματος της JH έδωσε έμφαση σε δύο άλλες σημασιολογικές περιοχές (αριστερή προηγούμενη χρονική και αριστερή γωνιακή έλικα) όπου υπήρξε μεμονωμένη μεταβλητότητα μέσα στους κανονικούς ελέγχους στο επίπεδο απάντησης. Η ασυνέπεια πέρα από τα θέματα επιτρέπει σε μας να εξηγήσουμε γιατί η ενεργοποίηση στις σημασιολογικές περιοχές κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης μιας μεμονωμένης λέξης είναι δύσκολο να ανιχνευθεί και δίνει έμφαση στη μεμονωμένη μεταβλητότητα των στρατηγικών ανάγνωσης. Τέλος, εκτός από τη μειωμένη ενεργοποίηση στις σημασιολογικές περιοχές, η λειτουργική μελέτη απεικόνισης της JH αποκάλυψε την αυξανόμενη ενεργοποίηση στις περιοχές που συνδέθηκαν με τη φωνολογική επεξεργασία (Biggio et al, 2003).

2.4. Δυσαριθμησία

Το επίπεδο μαθηματικών γνώσεων και η βασική εκπαίδευση διαμορφώνουν τις θεμελιώδεις δεξιότητες που απαιτούνται για τη διαβίωση σε μια κοινωνία βασισμένη στη γνώση. Αυτές οι δεξιότητες είναι βασικές για τα άτομα για να πραγματοποιήσουν τις επιθυμίες τους. Οι φτωχές δεξιότητες επιπέδου μαθηματικών γνώσεων είναι γνωστές ότι θα έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στο να πάρουν μια δουλειά, να κρατήσουν μια δουλειά και να προωθηθούν σε μια δουλειά.

Ενώ η βασική εκπαίδευση εξαρτάται από ένα δίκτυο των νευρικών συστημάτων που εξελίχθηκαν για άλλους λόγους (συμπεριλαμβανομένων εκείνων για την επεξεργασία γλωσσών και την οπτική μνήμη), το επίπεδο μαθηματικών γνώσεων εμφανίζεται να στηρίζεται σε καθορισμένη συγκεκριμένη έμφυτη βάση. Τα νήπια γεννιούνται με τις ικανότητες να προσδιορίζουν τα μικρά numerosities (ο αριθμός αντικειμένων σε μια συλλογή), να υπολογιστούν τα μεγαλύτερα numerosities, και να πραγματοποιούν απλούς διανοητικούς χειρισμούς στα μικρά numerosities. Η ανώμαλη ανάπτυξη εγκεφάλου μπορεί να οδηγήσει τις ατέλειες σε αυτές τις ικανότητες που προκαλούν στη συνέχεια τις συγκεκριμένες μαθησιακές δυσκολίες για τα μαθηματικά, αποκαλούμενα μερικές φορές "δυσαριθμησία". Οι τρέχουσες καλύτερες εκτιμήσεις προτείνουν ότι 3-5% του πληθυσμού (άνθρωποι 1119m στην ΕΕ) μπορεί να πάσχει από δυσαριθμησία. Εκτός από τη μεμονωμένη δυστυχία προκαλεί, επίσης και ένα σημαντικό πρόβλημα για τα εκπαιδευτικά συστήματα.

Δυστυχώς, αυτή η κρυμμένη επιδημία δεν είναι ευρέως αναγνωρισμένη, σίγουρα όχι με την ίδια έκταση όπως η δυσλεξία και άλλες αναπτυξιακές γνωστικές ανωμαλίες, αν και μερικές κυβερνήσεις έχουν εκδώσει τουλάχιστον τις οδηγίες. Αν και είναι πολύ γνωστό τώρα για τα συστήματα εγκεφάλου για τις ενήλικες αριθμητικές διαδικασίες, σχεδόν τίποτα δεν είναι γνωστό για την ανάπτυξη αυτών των συστημάτων από την παιδική ηλικία και μετά. Η κύρια εστίαση αυτού του προγράμματος (Τζουριάδου, 1985), είναι να χαρτογραφηθεί η νευρολογική βάση της αριθμητικής ανάπτυξης, και στην κανονικότητα και στην ανωμαλία

- Δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι το νήπιο χρησιμοποιεί τα ίδια συστήματα εγκεφάλου με τους ενήλικους στους συγκρίσιμους στόχους. Χωρίς αυτές τις πληροφορίες, δεν μπορούμε να είμαστε βέβαιοι ότι μια ατέλεια στο νήπιο θα οδηγήσει στις πιο πρόσφατες μαθησιακές δυσκολίες.

- Ένα έμφυτο σύστημα εγκεφάλου υπονοεί μια γενετική βάση, αλλά δεν έχει υπάρξει καμία μελέτη ή σύνδεσμοι
- Εάν ένα έλλειμμα στην εκτίμηση των numerosities βρίσκεται στη ρίζα της δυσαριθμησίας μπορεί η συγκεκριμένη κατάρτιση με τα numerosities να βοηθήσει το παιδί;
- Πώς οι συγκεκριμένες αριθμητικές ικανότητες αφορούν άλλες γνωστικές δυνατότητες, όπως τη χωρική γνώση, τη γλώσσα, και τη μνήμη;

«Παιδιά με δυσκολίες αυτού του τύπου δυσκολεύονται να αναπτύξουν την αριθμητική σκέψη με αποτέλεσμα να μην τα καταφέρνουν στην αριθμητική (πρόσθεση- αφαίρεση). Δυσκολεύονται επίσης στη σειριοθέτηση, στην ταξινόμηση και κατηγοριοποίηση. Έχουν ακόμη μειωμένη ικανότητα αντιστροφής. Τέλος, επειδή δυσκολεύονται σε έννοιες ποσοτήτων, μεγεθών και σχέσεων στο χώρο δεν τα καταφέρνουν στη γεωμετρία. Η συχνότητα δυσκολιών αυτού του τύπου είναι περιορισμένη» (Τζουριάδου, 1985, σελ. 3).

Η δυσαριθμησία ως αναπτυξιακή διαταραχή και ως ένας ειδικός διακριτός υπότυπος των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών έχει σχετικά πρόσφατες ρίζες. Η λέξη «δυσαριθμησία», αν και κυριολεκτικά σημαίνει δυσκολία με τους αριθμητικούς υπολογισμούς, αναφέρεται σε ευρύτερα προβλήματα των μαθηματικών δεξιοτήτων.

Όσον αφορά το θέμα αν η αναπτυξιακή δυσλεξία και η δυσαριθμησία αλληλεξαρτώνται ή όχι. Έρευνες έχουν δείξει ότι είναι δυο διακριτές δυσκολίες που είναι πιθανόν να εκδηλώνονται ανεξάρτητα, χωρίς η μια να προϋποθέτει την παρουσία της άλλης (Αναστασίου, 1998).

Κάποια χαρακτηριστικά είναι ότι τα παιδιά ξεχνούν ψηφία, κρατούμενα, δυσκολεύονται να λύσουν ένα πρόβλημα και το βασικότερο, μπερδεύουν τα μαθηματικά σύμβολα.

Για παράδειγμα 4 - , 7 - , 9 - .

Σύμφωνα με τους Μεχελουγιάννη – Τζενάκη (1997) για τα μαθηματικά χρειάζεται η αντίληψη του χώρου, η έννοια του χώρου, η έννοια της αλληλουχίας, η σύγκριση, η ταξινόμηση, η αντίληψη «αφηρημένων» εννοιών, οι συνδυασμοί με άλλες πληροφορίες, ο χρόνος, η μνήμη, ο λόγος, η ικανότητα των παραστάσεων, ιδίως των οπτικών, κλπ.

Ακόμα, σημαντική αναφορά κάνει ο Αγαλιώτης (2000) ο οποίος αναφέρεται σε ένα αμερικανικό άρθρο του Cohn (1995) στο οποίο δημοσιεύτηκε το εξής:

Οι δυσκολίες των μαθηματικών εννοιών και δεξιοτήτων που ανεξήγητα εμφανίζουν κάποια παιδιά, μπορεί να οφείλονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (σε κάποια εξελικτική διαταραχή), που έχει παρόμοια αποτελέσματα με τις επίκτητες εγκεφαλικές κακώσεις των ενηλίκων.

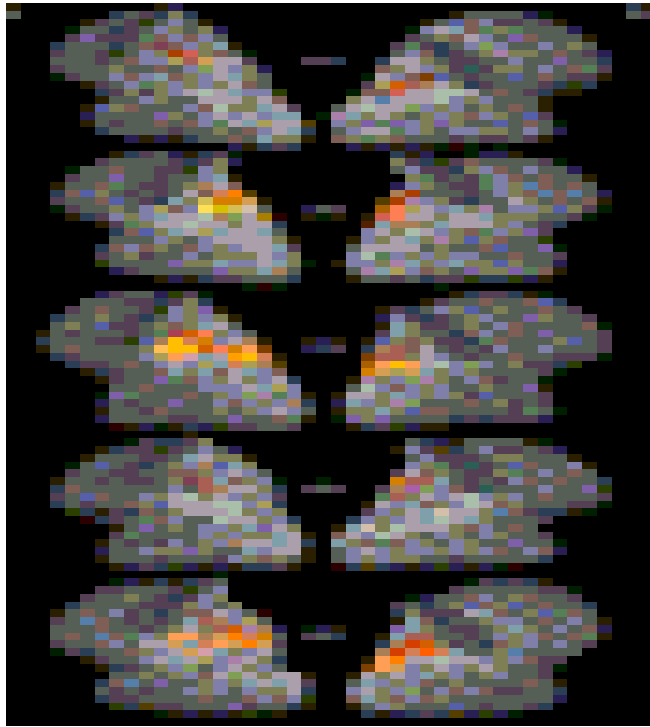
Ο όρος «δυσαριθμήςια» προτάθηκε από τον ίδιο και επίσης υποστηρίζεται ότι το άρθρο αυτό του Cohn (1995) είναι αυτό που σηματοδότησε την αρχή του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για τα παιδιά με δυσκολίες στα μαθηματικά.

2.4.1. Δυσαριθμήςια και λειτουργία εγκεφάλου

Τα τρέχοντα αποτελέσματα (Memon, 2001) ρίχνουν φως στον ουσιαστικό ρόλο των βρεγματικών λοβών (parietals lobes) στην αυτόματη επεξεργασία μεγέθους και προσφέρουν έναν πιθανό ημισφαιρικό γεωμετρικό τόπο για τη δυσαριθμήςια. Με το συνδυασμό της λειτουργικής απεικόνισης μαγνητικής αντήχησης (fMRI) και TMS (Κρανιακή μαγνητική υποκίνηση), καταδείξαμε ότι αν και οι δύο βρεγματικοί λοβοί (temporal lobe) περιλαμβάνονται κατά τη διάρκεια της αυτόματης επεξεργασίας μεγέθους, μόνο μια νευρωνική διάσπαση IPS εξασθενεί σημαντικά την αυτόματη ενεργοποίηση μεγέθους. Για να συγκρίνουμε αυτά τα συμπεράσματα με εκείνα ενός κλινικού πληθυσμού, εξετάσαμε τους συμμετέχοντες που πάσχουν από αναπτυξιακή δυσαριθμήςια και είμαστε σε θέση να δείξουμε ότι η απόδοσή τους αντανάκλασε την απόδοση των υγιών θεμάτων που λαμβάνουν βρεγματική TMS (Κρανιακή μαγνητική υποκίνηση).

Τα συμπεράσματα μιας διμερούς IPS ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια fMRI, και μόνο τα μονομερή συμπεριφοριστικά αποτελέσματα TMS, συμφωνούν με την ιδέα των εκφυλισμένων νευρωνικών συστημάτων. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι το δεξιό, αλλά όχι το αριστερό, το δεξιό IPS είναι λειτουργικά απαραίτητο για την αυτόματη επεξεργασία μεγέθους. Η αριστερή πλάγια δεν έρχεται σε αντίθεση με τα προηγούμενα συμπεράσματα που πρότειναν έναν πιθανό ρόλο για το αριστερό ημισφαίριο στην αριθμητική επεξεργασία.

Μάλλον, προτείνουμε ότι τέτοια συμπεράσματα προέρχονται από την ανεπαρκή επεξεργασία του λεκτικού συστατικού των αριθμών (Kadosh et al, 2007).



Εικόνα 15: Μέγεθος επίδρασης: Μεμονωμένα αποτελέσματα (Kadosh et al, 2007).

Το σχεδιάγραμμα δείχνει (βλ. εικόνα 15) το μέγεθος ενεργοποίησης στο αριστερό και δεξιό ημισφαίριο για κάθε μεμονωμένο συμμετέχοντα. Η άκρη της κόκκινης ακτίνας από τη TMS (Κρανιακή μαγνητική υποκίνηση) (που παρουσιάζεται από μια πλευρική άποψη) δείχνει την περιοχή της μέγιστης υποκίνησης. Το π δείχνει τον αριθμό του συμμετέχοντος.

Προηγούμενες μελέτες έχουν επισημάνει τη σχέση της δυσλειτουργίας μεταξύ των βρεγματικών λοβών (parietal lobe) και των οπτικοχωρικών (visuospatial) αδυναμιών στους ανθρώπους με καθαρή δυσαριθμησία (π.χ., δυσαριθμησία χωρίς άλλες διαταραχές, όπως η δυσλεξία). Ένας μεγάλος αριθμός μελετών (Geary, 1993) έχει τεκμηριώσει τον κρίσιμο ρόλο του δεξιού IPS στις οπτικοχωρικές δυνατότητες. Επιπλέον, στην περιοχή του αριθμού, επίσης έχει αποδειχθεί ότι ένα δεξιό βρεγματικό τραύμα (right temporal trauma) (ή διάσπαση από TMS) έχει επιπτώσεις στην οπτικοχωρική επεξεργασία, η οποία έχει επιπτώσεις στη συνέχεια στην αριθμητική επεξεργασία. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία, ο Walsh πρότεινε "μια θεωρία μεγέθους" (ATOMO) και πρότεινε ότι το δεξιό IPS (intraparietal sulcus) είναι ενεργό για τους διαφορετικούς τύπους μεγεθών, σχετικά με το διάστημα, το χρόνο, και την ποσότητα. Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, όπως προβλέπεται από το ATOMO, η εξασθένιση της αυτόματης επεξεργασίας μεγέθους

και στη μη δυσαριθμησική και δυσαριθμησική ομάδα ήταν ανεξάρτητη από εάν ο στόχος σύγκρισης εκτελέστηκε στην ποσότητα (σύγκριση αριθμού) ή το διάστημα (σύγκριση φυσικός-μεγέθους). Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματά μας υποστηρίζουν την πρόταση ότι το δεξιό IPS επεξεργάζεται τα μεγέθη όπως η αριθμητική αξία ή το φυσικό μέγεθος, γενικά. Εντούτοις, χωρίς ταυτόχρονα να αξιολογήσουμε τις ακριβείς νευρικές συνέπειες εστιακού TMS μας στον εγκέφαλο, δεν μπορούμε να αποκλείσουμε ότι έχουμε τροποποιήσει επίσης τη νευρική δραστηριότητα στις μακρινές και διασυνδεδεμένες περιοχές εγκεφάλου. Επομένως, είναι πιο αρμόζον να ερμηνευθούν τα συμπεράσματά μας ως στοιχεία ότι οι κρίσιμες ικανότητες που απαιτούνται για την αυτόματη επεξεργασία μεγέθους επηρεάζονται από τη διάσπαση στο δεξιό IPS ή/και του συνδεδεμένου νευρικού δικτύου της. Ακόμα η δυνατότητα ότι οι συνδεδεμένες περιοχές του εγκεφάλου έξω από το δεξιό βρεγματικό λοβό έχουν προκαλέσει την τρέχουσα επίδραση είναι απίθανη επειδή καμία περιοχή εγκεφάλου έξω από τους βρεγματικούς λοβούς δεν παρουσιάζει συστημική διαμόρφωση λόγω της γενικής επεξεργασίας μεγέθους (Kadosh et al, 2007).

Το IPS είναι μακρύς, ασυνεχής φλοιός (cortex) και παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία και ανατομικά και λειτουργικά. Παραμένει ασαφές εάν η TMS προκληθείσα διάσπαση παροδικής δραστηριότητας και οι νευρωνικοί μηχανισμοί ή τα παθοφυσιολογικά που κρύβονται κάτω από τα μακράς διάρκειας ελλείμματα της δυσαριθμησίας είναι ίδιοι. Προς το παρόν, δεν μπορούμε επίσης να αξιολογήσουμε μέχρι ποιο σημείο τα συμπεράσματά μας είναι συγκεκριμένα για το ιδιαίτερο παράδειγμα που υιοθετείται στη μελέτη μας. Οι μελλοντικές μελέτες επιτρέπονται έτσι προκειμένου να καθιερώσουν εάν η δυσαριθμησία χαρακτηρίζεται από την εξασθένιση της αυτόματης επεξεργασίας μεγέθους γενικά ή των αριθμητικών μεγεθών ιδιαίτερα και για να καθιερώσει τη δυνατότητα γενίκευσης των συμπερασμάτων μας (Kadosh et al, 2007).

2.5. Δυσγραφία

Η δυσγραφία ή (αγραφία) είναι μια ανεπάρκεια στη δυνατότητα γραφής, ανεξάρτητα από τη δυνατότητα ανάγνωσης, όχι όμως λόγω διανοητικής εξασθένησης. Οι άνθρωποι με δυσγραφία μπορούν συχνά να γράψουν σε κάποιο επίπεδο, αλλά συχνά έχουν έλλειψη συντονισμού. Συχνά δεν έχει επιπτώσεις σε όλες τις λεπτές δεξιότητες μηχανών. Μπορούν επίσης να στερηθούν τις βασικές δεξιότητες ορθογραφίας (έχοντας τις δυσκολίες με το π, το ρ, το β, το δ), και συχνά θα γράψουν λανθασμένη λέξη κατά την προσπάθεια να διατυπωθούν οι σκέψεις τους (σε χαρτί).

Στην παιδική ηλικία, η αναταραχή προκύπτει γενικά όταν εισάγονται για πρώτη φορά στο γράψιμο. Κάνουν άπρεπα ταξινομημένες και χωρισμένες κατά διαστήματα επιστολές, ή γράφουν λανθασμένα ή γραμμένες λανθασμένα λέξεις παρά τη λεπτομερή οδηγία. Τα παιδιά με την αναταραχή μπορούν να έχουν και άλλες μαθησιακές δυσκολίες εντούτοις, δεν έχουν συνήθως κανένα κοινωνικό ή άλλο ακαδημαϊκό πρόβλημα. Οι περιπτώσεις της δυσγραφίας στους ενήλικους εμφανίζονται γενικά μετά από μερικά νευρολογικά τραύματα ή μπορεί να εντοπιστεί σε ένα πρόσωπο με Σύνδρομο Tourette, ή ADHD ή στο φάσμα του αυτισμού όπως Asperger. Το DSM IV προσδιορίζει τη δυσγραφία ως "αναταραχή της γραπτής έκφρασης" όπως "δεξιότητες σύνταξης εγγράφου, τη μετρημένη νοημοσύνη, και την κατάλληλη ηλικία εκπαίδευσης" (Spasenija, 1991). Η Δυσγραφία αναφέρεται σε συγκεκριμένες δυσκολίες γραφής που προέρχονται από μη αναπτυγμένες και μη συντονισμένες γραφοκινητικές κινήσεις του χεριού οι οποίες στο πρόβλημα αυτό του γραφικού χαρακτήρα και όχι του περιεχομένου ή της ορθογραφίας.

Ο Νευρολόγος S. Bojanin (1980) που έχει ασχοληθεί με τη Δυσγραφία παιδιών νεαρής ηλικίας έχει δώσει τον εξής ορισμό:

«Τα δυσγραφικά φαινόμενα στα παιδιά νεαρής σχολικής ηλικίας εκδηλώνονται με κακώς οργανωμένη γραφοκινητική έκφραση στο χώρο, κακό σχηματισμό γραφημάτων που κάνουν τη γραφοκινητική αλυσίδα και τον μη συντονισμό της ψυχοκινητικής οργάνωσης του παιδιού στο σύνολο του».

Η Δυσγραφία οφείλεται σε νευρολογικά τραύματα του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ), σε ψυχολογικούς παράγοντες και σε στρες.

Ο Γάλλος νευροψυχίατρος αναφέρει 4 βασικές ποιότητες που επιτρέπουν την αρμονική εκτέλεση της πράξης της γραφής και αυτές είναι: Ο μυϊκός τόνος, η δύναμη

κατά την εκτέλεση της εργασίας, η δυνατότητα του εντοπισμού (localization) της κίνησης και η ταχύτητα εκτέλεσης αυτής της πράξης. (Spraseniya, 1991, σελ. 56)

2.5.1. Τύποι δυσγραφίας

2.5.1.1. Δυσλεξική δυσγραφία

Με τη δυσλεξική δυσγραφία, το αυθόρμητο γραπτό είναι δυσανάγνωστο, η αντιγραφή είναι αρκετά καλή, και η ορθογραφία είναι κακή. Η ένδειξη του ελλείμματος δεν προέρχεται πιθανώς από παρεγκεφαλιδική ζημία (βλ. παράρτημα εικ. 3). Ένας δυσλεξικός δυσγραφικός δεν έχει απαραίτητως και δυσλεξία. Η δυσλεξία και η δυσγραφία εμφανίζονται να είναι ανεξάρτητες αλλά είναι συχνά συνδεδεμένες (Nakamura, et al 2000).

2.5.1.2. Κινητική δυσγραφία

Η κινητική δυσγραφία οφείλεται σε ανεπάρκεια των μηχανών των λεπτών δεξιοτήτων, είναι φτωχή σε επιδεξιότητα, φτωχή σε μυϊκό τόνο ή/και απροσδιόριστη αδεξιότητα μηχανών. Γενικά, η γραφή μιας εργασίας είναι φτωχή και δυσανάγνωστη, ακόμα κι αν αντιγράφεται από ένα άλλο έγγραφο. Ο σχηματισμός επιστολών μπορεί να είναι αποδεκτός στα πολύ κοντά δείγματα του γραψίματος, αλλά αυτό απαιτεί ακραία προσπάθεια και ένα αδικαιολόγητο χρονικό διάστημα για να την ολοκληρώσει, και δεν μπορεί να στηριχτεί για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα. Το γράψιμο είναι συχνά ασθενές λόγω του ότι δεν μπορεί να κρατήσει ένα στυλό ή ένα μολύβι. Οι δεξιότητες ορθογραφίας δεν είναι εξασθετισμένες.

2.5.1.3. Χωρική δυσγραφία

Η δυσγραφία λόγω μιας ατέλειας στην κατανόηση του διαστήματος έχει τη δυσανάγνωστη αυθόρμητη γραπτή εργασία, τη δυσανάγνωστη αντιγραμμένη εργασία, αλλά την κανονική ορθογραφία και την κανονική ταχύτητα τρυπήματος. Μερικά παιδιά μπορούν να έχουν έναν συνδυασμό και οποιονδήποτε δύο ή τριών από αυτά (Nakamura, et al 2000).

2.5.2. Δυσγραφία και λειτουργία εγκεφάλου

Η λειτουργική νευροανατομία του γραψίματος είναι σχετικά άγνωστη έναντι αυτής των άλλων γλωσσικών διαδικασιών. Αυτή η μελέτη στοχεύει στον προσδιορισμό των περιοχών εγκεφάλου κρίσιμων για τη διαδικασία. Χρησιμοποιώντας τη λειτουργική απεικόνιση μαγνητικής αντήχησης (fMRI), η αιμοδυναμική δραστηριότητα εγκεφάλου εξετάστηκε κατά τη διάρκεια τριών όρων που δέσμευσαν διαφορετικά τις οπτικές, τις γλωσσικές, ή/και τις κινητικές λειτουργίες: (1) γραψίματα των ονομάτων των εικόνων με το σωστό δάχτυλο δεικτών, (2) σιωπηλή ονομασία εικόνων, και (3) οπτικά εισαγμένο ελαφρύ χτύπημα δάχτυλων. Ένα γράψιμο της ονομασίας και ένα ελαφρύ γράψιμο εκτελέστηκαν συγκριτικά, και ανιχνεύθηκαν οι περιοχές του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται συνήθως σε αυτές τις δύο αντιθέσεις.

Η κύρια εύρεσή μας ήταν ότι μια κοινή ενεργοποίηση παρατηρήθηκε στο ανώτερο μέρος του αριστερού βρεγματικού λοβού, στη οπίσθια περιοχή της μέσης και ανώτερης μετωπικής έλικας, και στη δεξιά παρεγκεφαλίδα. Οι βρεγματικές και οι μετωπικές περιοχές που εξετάστηκαν εξυπηρετούν τη διαδικασία χωρίζοντας την ονομασία και το ελαφρύ χτύπημα των δάχτυλων, η οποία είναι σύμφωνη με την κλασσική έννοια που προτείνεται κυρίως από τις μελέτες των εκλεκτικών ελλειμμάτων γραψίματος αποκαλούμενη καθαρή αγραφία. Η δεξιά ενεργοποίηση της παρεγκεφαλίδας (cerebellum), αφ' ετέρου, ερμηνεύθηκε ως αντανάκλαση της εκτέλεσης του ελαφρύ χτυπήματος των δάχτυλων απαραίτητο για το γράψιμο (Katanoda et al, 2000).

Το γράψιμο μπορεί να εκτιμηθεί μεταξύ των πιο χρήσιμων εργαλείων επικοινωνίας λόγω της δύναμής του να μεταβιβάσει τις πληροφορίες κατά τη διάρκεια του χρόνου και του διαστήματος. Είναι μια πρόσφατη μαθημένη ικανότητα και φυλογενετικά και οντογενετικά, και μπορεί επομένως να είναι σχετικά ευαίσθητη στον τραυματισμό. Έχουν υπάρξει πολλές εκθέσεις περιγράφοντας τους τις καταστροφές του εγκεφάλου στους ασθενείς που παρουσίασαν διάφορους τύπους ελλειμμάτων στη γραφή (δηλ., αγραφία). Σπάνια, αλλά ενδιαφέρον είναι ένα σύμπτωμα που καλείται καθαρή αγραφία, μια εξασθένιση της γραφής ελλείπει άλλης αφασικής συμπτωματολογίας. Από την πρώτη εμφάνιση αυτού του συμπτώματος στη νευροψυχολογική λογοτεχνία δύο περιοχές του εγκεφάλου είναι οι φλοιώδεις περιοχές που μπορούν να κληθούν “γραφικά κέντρα”: η οπίσθια αριστερή μέσης

μετωπική έλικα (left frontal gyrus) (περιοχή Exner) και ο αριστερός ανώτερος βρεγματικός λοβός (left temporal lobe) (βλ. παράρτημα εικ. 7). Εντούτοις, τα ασυμβίβαστα στοιχεία έχουν παρουσιαστεί, εκθέτοντας τους ασθενείς με την καθαρή αγραφία μετά από τα τραύματα σε άλλες περιοχές (Katanoda et al, 2000).

Οι λειτουργικές νευροανατομικές τεχνικές είναι μεγάλης χρήσης για να συμπληρώσουν αυτά τα συγγεόμενα νευροψυχολογικά στοιχεία. Ο Sugishita et al υιοθέτησαν τη λειτουργική απεικόνιση μαγνητικής αντίληξης (fMRI) και ερεύνησαν τη δραστηριότητα εγκεφάλου κατά τη διάρκεια του διανοητικού γραψίματος. Η ενεργοποίηση παρατηρήθηκε στο αριστερό μετωπικό λοβό (left frontal), και στη διμερή εσωβρεγματική περιοχή. Μεταξύ τους η αριστερή εσωβρεγματική περιοχή ήταν ενεργοποιημένα πιο εκτενέστερα. Αν και αυτή η εύρεση επιβεβαίωσε μέρος της προηγούμενης εργασίας των τραυμάτων, παραμένει να εξακριβωθεί εάν οι ίδιες περιοχές περιλαμβάνονται στο στάδιο του γραψίματος με τις πραγματικές μετακινήσεις χεριών. Όσον αφορά τις μελέτες της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET), έχουν υπάρξει διάφορες σχετικές μελέτες, λίγα από το οποίο εξέτασαν άμεσα τη λειτουργική νευροανατομία της διαδικασίας. Κατά συνέπεια, και στη νευροψυχολογική και νευροανατομική λογοτεχνία, καμία ικανοποιητική εξήγηση δεν έχει γίνει σχετικά με την ύπαρξη ή/και τη θέση της περιοχής του εγκεφάλου αρμόδια για το γράψιμο.

Η παρούσα μελέτη (Katanoda et al, 2000) είχε ως σκοπό να προσδιορίσει τις περιοχές του εγκεφάλου κρίσιμες για τη διαδικασία. Χρησιμοποιώντας fMRI, οι αιμοδυναμικές απαντήσεις εγκεφάλου μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια τριών όρων που δέσμευσαν διαφορετικά οπτικές, γλωσσικές, ή/και κινητικές επεξεργασίες: (1) γραφή των ονομάτων των εικόνων, (2) ονομασία εικόνων σιωπηλά, και (3) οπτικά εισαγμένο tapping δάχτυλων. Οι συγκρίσεις έγιναν μεταξύ τριών όρων, και εκτελέστηκε επίσης και μια κλίση μεταξύ των αποτελεσμάτων αυτών των συγκρίσεων. Αυτές οι αναλύσεις αναμένονταν για να αποκαλύψουν περιοχές εγκεφάλου υποψηφίων για “τα κέντρα. γραφής” (Katanoda et al, 2000).

2.6. Δυσορθογραφία

Γραφή ονομάζεται η διαδικασία εγγραφής της φυσικής γλώσσας με τη μορφή οπτικών συμβόλων ή γραφικών σημείων πάνω σε επιφάνεια υλικού φορέα (Δημητρίου, Σ, 1994). Η επινόηση της αποτελεί σταθμό στην εξέλιξη του πολιτισμού, μια και το γλωσσικό μήνυμα, μέσω αυτής, διατηρείται στο χρόνο και απελευθερώνεται από την εξάρτηση του.

Η Δυσορθογραφία είναι μία από τις τρεις διαταραχές που αποτελούν την ομάδα των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών. Αφορά στη δυσκολία της γραφής τόσο στο επίπεδο της λέξης, όσο και στο επίπεδο της πρότασης και της σύνταξης γραπτής παραγράφου.

Ένας ορισμός που δίνεται είναι ο εξής:

«Δυσορθογραφία είναι η ιδιαίτερη δυσκολία ορθής εκμάθησης της γραφής, που συναντούν μερικά παιδιά με φυσιολογική νοημοσύνη. Στη μάθηση ορθής γραφής συναντάμε επίσης ενίοτε μία ακανόνιστη δυσκολία σαν κληρονομικό παράγοντα, σαν μεμονωμένη διαταραχή» (Δήμου, 1982, σελ.20).

Η Δυσορθογραφία είναι ειδική διαταραχή της μάθησης της ορθογραφίας που συναντάτε σε παιδιά με φυσιολογική νοημοσύνη (Πολομαρκάκη 1989). Η Δυσορθογραφία πολύ συχνά συνοδεύει τη Δυσλεξία (διαταραχή της ανάγνωσης) αλλά μπορεί να υπάρχει και μονή της χωρίς εμφανείς διαταραχές στην ανάγνωση (Snowling et al, 1997).

Τα λάθη μπορεί να οφείλονται σε:

- Διαταραχές της οπτικής και ακουστικής αντίληψης
- Διαταραχές της ανάπτυξης του προφορικού λόγου
- Δυσκολία στην οργάνωση του χώρου και του χρόνου (Borel-Maisony, 1977).

Οι δυσκολίες που μπορεί να εμφανίσουν τα παιδιά με δυσορθογραφία είναι:

1. Δυσκολία στην αναπαραγωγή της ακουστικής μορφής που προσλαμβάνει απαιτεί:

- ◆ α) ακουστική διάκριση των ήχων και της σειράς διαδοχής τους
- ◆ β) οπτική διάκριση των χαρακτηριστικών των γραφημάτων

- ◆ γ) κατανόηση του κώδικα συμβολισμού ενός ήχου από ένα γραφικό σύμβολο

2. Δυσκολία χωρισμού των λέξεων

3. Δυσκολία στην απομνημόνευση του κατάλληλου γραφήματος

4. Δυσκολία στην κατανόηση των γραμματικών χαρακτηριστικών.

Η γραμματική βοηθά στη διαφοροποίηση της γραφής των λέξεων βάσει της "Λογικής Διάκρισης" (φύση της λέξης, γένος, αριθμός κλπ) και των "Λογικών Σχέσεων" ανάμεσα στα μέρη του λόγου (γραμματικοί κανόνες). Αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν κώδικας ο οποίος συμπεριλαμβάνει:

- ◆ α) τη φύση της λέξης,
- ◆ β) το κατάλληλο γραφικό σύμβολο για την αναπαράσταση της φύσης της λέξης και
- ◆ γ) τον γραμματικό κανόνα που διέπει τα δύο προηγούμενα.

Τα παιδιά με δυσορθογραφία μπορεί:

α) να γνωρίζουν το γραφικό σύμβολο για τη σωστή αναπαράσταση μιας λέξης, αλλά να μην γνωρίζουν τη φύση της λέξης, ή

β) να γνωρίζουν τη φύση της λέξης αλλά όχι το γραφικό σύμβολο.

Η δυσκολία αυτή δεν οφείλεται σε άγνοια, αλλά σε ανικανότητα κατανόησης των γραμματικών χαρακτηριστικών. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι δεν μπορούν να κατατάξουν τις λέξεις σε λογικές κατηγορίες σύμφωνα με τη φύση τους. Παράδειγμα: Η λέξη "φακή" είναι θηλυκού γένους (φύση της λέξης). Η κατάληξη -η δηλώνει τα θηλυκά ονόματα (γραφικό σύμβολο). Ο κανόνας λέει ότι "Τα θηλυκά σε (ι) γράφονται με -η" (λογική σχέση).

5. Δυσκολία στη χρήση των "Λογικών Σχέσεων" που διέπουν τις γραμματικές συμφωνίες. Παρόλο που γνωρίζουν τους γραμματικούς κανόνες δεν μπορούν να τους χρησιμοποιήσουν.

6. Δυσκολία με τα γραφικά σύμβολα.

Τα γραφικά σύμβολα μολονότι μπορεί ακουστικά να είναι τα ίδια διαφέρουν ως προς τη μορφή βάσει της λογικής διάκρισης της λέξης. π.χ (επιστημονική, επιστημονικοί) (-η και -οι). Η δυσκολία αυτή αυξάνεται όταν το ίδιο διακριτικό σύμβολο χρησιμοποιείται σε διαφορετικές περιπτώσεις. π.χ η κατάληξη (-εις) στις λέξεις (τρέχεις) και (αποφάσεις) (Campolini, 1988).

2.6.1. Δυσορθογραφία και λειτουργία του εγκεφάλου

Τα ορθογραφικά λάθη που εμφανίζουν οι μαθητές μπορούν να χωριστούν σε λάθη στη δομή της λέξης,(δυσκολία απεικόνισης γραφημάτων, δυσκολία στη φωνολογική ή και φωνοτακτική δομή της λέξης, και δυσκολία στην επιλογή των γραφημάτων σύμφωνα με τους γραμματικούς κανόνες), 2) λάθη στη δομή της πρότασης (διαχωρισμός των λέξεων, γραμματικο-συντακτικά λάθη και δυσκολία επιλογής του κατάλληλου γραφήματος σύμφωνα με το νόημα της λέξης μέσα στη πρόταση), 3) λάθη στη σύνταξη του γραπτού κειμένου (εννοιολογικά ή σημασιολογικά λάθη και περιορισμένο περιεχόμενο).

Τα δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά της οργάνωσης του εγκεφάλου προσδιορίζουν και διαμορφώνουν τα όρια των επιδιώξεων σε κάθε δραστηριότητα γνωστικής διαδικασίας.

Πιο απλά, αφού ο μαθητής με δυσλεξία είναι ένα φυσιολογικό πνευματικά παιδί, όμως γράφει ανορθόγραφα (π.χ. γράφει «τόρα» αντί «τώρα», «καλή» ή «καλί» αντί «καλοί» ...) ή μπερδεύοντας τους φθόγγους (π.χ. γράφει δ αντί θ, χ αντί γ ...), άρα ο δυσλεξικός μαθητής και για τους λόγους που θα δούμε πιο κάτω, όχι μόνο δεν έχει διδαχθεί - μάθει όπως πρέπει (εμπεδώσει, κατανοήσει πλήρως) τους φθόγγους και τα γράμματα, αλλά και τον μηχανισμό και τους κανόνες γραφής, αν και τα έχει διδαχθεί. Δηλαδή δεν έχει μάθει καλά:

- ❁ να αναλύει ή να ξεχωρίζει και να συνδυάζει τους επιμέρους ήχους (φθόγγους) των λέξεων ,
- ❁ ποιοι και πόσοι είναι οι φθόγγοι των λέξεων,
- ❁ ποια και πόσα είναι τα σύμβολα (τα γράμματα) με τα οποία παριστάνουμε στη γραφή τους επιμέρους ήχους (φθόγγους) των λέξεων,
- ❁ την αντιστοιχία φθόγγων – γραμμάτων, δηλαδή να συνδυάσει τους ήχους (τους φθόγγους) με τα αντίστοιχα σύμβολα (τα γράμματα) τους.

✿ τον λόγο (αιτία) και τους κανόνες με τους οποίους χρησιμοποιούμε στη γραφή τα ομόφωνα γράμματα ο & ω, η & ι...., δηλαδή πότε και για ποια αιτία βάζουμε στις λέξεις που γράφουμε και π.χ. το γράμμα ο αντί ω, το γράμμα η αντί ι κ.τ.λ. (Βογινδρούκας, 2003).

Έτσι, όταν πάνε να γράψουν ή να διαβάσουν ένα κείμενο παθαίνουν στρες, ανεβαίνει το αίμα στο κεφάλι τους, κάτι ως αυτό που παθαίνουν και αυτοί με πανικό ή αγοραφοβία, με επακόλουθο τη νευρολογική υπολειτουργία του εγκεφάλου και τον αποσυντονισμό κάπως των αισθήσεών τους, με συνέπεια:

✿ *Να κάνουν άσχημα ή ακανόνιστα γράμματα (τα καλά γίνονται με σταθερό χέρι και ήρεμο χαρακτήρα).*

✿ *Να μην βλέπουν καλά ή να αργούν να συνδυάσουν πληροφορίες ή ερεθίσματα που προέρχονται από δυο ή περισσότερες αισθήσεις ή να τις λαμβάνουν λάθος.*

✿ *Να μην μαθαίνουν εύκολα την αντιστοιχία φθόγγων – γραμμάτων ή να μη μπορούν να προφέρουν άνετα όλους τους φθόγγους ή να τους μπερδεύουν λέγοντας π.χ. "λ" αντί "ρ".....*

✿ *Να τα πιάνει πανικός με τα βιβλία ή τον δάσκαλο και να βάζουν εύκολα τα κλάματα κ.τ.λ.*

✿ *Να κάνουν τον χαζό ή τον μπέμπη, για να δικαιολογήσουν την κατάσταση ή ως αδιέξοδο, μιλώντας "μωρουδιακά": "δώνω" αντί "δίνω", "αφκίντο" αντί "αυτοκίνητο" ή τραυλίζουν..*

✿ *Να είναι αργοί και αδέξιοι, όταν φορούν τα παπούτσια ή τα ρούχα, να μην μπορούν να χρησιμοποιήσουν άνετα το ψαλιδάκι.*

✿ *Να δυσκολεύονται να κουμπωθούν ή φορούν ανάποδα παπούτσι ή ρούχο.*

✿ *Να παραπατούν, σκοντάφτουν, ρίχνουν πράγματα από αδεξιότητα.*

✿ *Να μην δίνουν την απαιτούμενη προσοχή και να ατονεί η παρατηρητικότητα τους (Βογινδρούκας, 2003).*

Εικόνες του εγκεφάλου σε παιδιά με δυσλεξία πριν λάβουν ορθογραφικές οδηγίες απέδειξαν ότι έχουν διαφορετικές συνήθειες νευρωνικών δραστηριοτήτων από ότι κάνουν οι καλοί αναγνώστες όταν κάνουν γλωσσικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την αρθρογραφία. Τα ευρήματα είναι σημαντικά επειδή δείχνουν ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να αλλάξει και να ομαλοποιηθεί όταν σχετίζεται με ορθογραφικές οδηγίες.

Οι περισσότεροι άνθρωποι πιστεύουν ότι η δυσλεξία είναι μια διαταραχή της ανάγνωσης, αλλά είναι επίσης ένα ορθογραφικό και γραπτώς το πρόβλημα, είτε ο

Berninger (2001), που διευθύνει το κέντρο UW μαθησιακών αναπηριών. "Τα αποτελέσματά δείχνουν ότι όλα τα δυσλεξικά παιδιά στο φάσμα μεταξύ 9 - 12 ετών που έχουν ορθογραφικά προβλήματα και τα παιδιά που δεν μπορούν να γράψουν ορθογραφημένα δεν μπορούν να εκφράσουν τις ιδέες τους γραπτώς".

Σε μια νέα μελέτη (Cardon et al, 1994), οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τη λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού, ή fMRI, να εξετάσει την εγκεφαλική δραστηριότητα 18 δυσλεξικών παιδιών (5 αγόρια και 13 κορίτσια) που είχε δυσκολία με την ορθογραφία και 21 παιδιά (8 κορίτσια και 13 αγόρια) που ήταν καλή στην ορθογραφία. Όλα τα παιδιά είχαν φυσιολογική νοημοσύνη (Eckert, 2002).

Και οι δύο ομάδες των παιδιών σαρώθηκαν οι εγκεφαλοι τους από δύο φορές, ενώ έκαναν μια σειρά από γλωσσικές δραστηριότητες. Η καλή αναγνώστες όταν σαρώθηκαν πρόβαλαν μια εικόνα φυσιολογικής εγκεφαλικής δραστηριότητας, ενώ έκαναν τις δραστηριότητες τους. Οι εγκεφαλοι των δυσλεξικών παιδιών ήταν βιντεοσκοπημένη τόσο πριν όσο και μετά τη λήψη 14 ωρών η μία από τα δύο είδη εξειδικευμένης διδασκαλίας ορθογραφίας σε διάστημα τριών εβδομάδων. Τα δυσλεξικά παιδιά επιλέχθηκαν τυχαία για τις δύο θεραπείες ορθογραφίας. Η μία τόνισε τα γράμματα στη γραπτή μορφή των λέξεων, ενώ η άλλη επικεντρώθηκε στα τμήματα λέξεων από εννοιολογικής και γραμματικής άποψης.

Προηγούμενη έρευνα (Leonard et al, 2001) έχει δείξει ότι η ανάπτυξη της ορθογραφίας εξελίσσεται μέσα από τρία στάδια - φωνολογικά, ορθογραφικά και μορφολογικά. Η θεραπεία που ήταν αναπτυξιακά κατάλληλη για τα παιδιά του επιπέδου από τέσσερις μέχρι έξι - ορθογραφικά - ήταν εκείνο που σχετιζόταν με την ομαλοποίηση της ενεργοποίησης του εγκεφάλου. Αφού έλαβε ορθογραφικούς κανόνες τόνισε ότι οι στρατηγικές για την εστίαση και το να θυμόμαστε τα γράμματα σε γραπτές λέξεις, η εγκεφαλική δραστηριότητα των δυσλεξικών παιδιών μοιάζει να άλλαξε σε πιο στενά με την εγκεφαλική δραστηριότητα των καλών αναγνωστών. Η παιδική ορθογραφία σε μια τυποποιημένη δοκιμή επίσης βελτιώθηκε. Τα δυσλεξικά παιδιά που έλαβαν την άλλη θεραπεία, ένα μορφολογικό κείμενο που ήταν πιο αναπτυξιακά προηγμένο, δεν έδειξε ότι ομαλοποιήθηκε η ενεργοποίηση του εγκεφάλου.

Ο Richards (2001) δήλωσε ότι οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυσλεξικών και των καλών αναγνωστών σημειώθηκαν σε ένα μικρό αριθμό περιοχών, γεγονός που υποδηλώνει ότι μερικές περιοχές του εγκεφάλου μπορεί να έχει ανώμαλη λειτουργία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της ορθογραφίας.

Ο Berninger (2001) σημείωσε ότι τρεις λέξεις κώδικες που εμπλέκονται στην ορθογραφία κατά τη διάρκεια της μέσης παιδικής ηλικίας - φωνολογία, μορφολογία και ορθογραφία – ενεργοποιούν κοινές και μοναδικές περιοχές του εγκεφάλου, αλλά οι συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται και συνδέονται με κάθε λέξη κώδικα μπορεί να αλλάξουν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του παιδιού στη μάθηση. Παραδείγματος χάριν, πριν οι αναγνώστες ξεκινήσουν να δημιουργούν ορθογραφικούς κώδικες από τη σχέση των γραμμάτων και της φωνολογίας. Η μορφολογία διαδραματίζει σημαντικότερο ρόλο στη μεγαλύτερη και πιο πολύπλοκες λέξεις μέσα στο σχολείο και στο γυμνάσιο (Eckert, 2002).

2.7. Επιληψία και μαθησιακές δυσκολίες

2.7.1. Τι είναι η επιληψία;

Η επιληψία είναι μία από τις πιο κοινές αλλά και πιο σοβαρές νευρολογικές παθήσεις και το αποτέλεσμα μιας προσωρινής κακής λειτουργίας όλου του εγκεφάλου ή μιας περιοχής του. Τα κύτταρα του εγκεφάλου επικοινωνούν μεταξύ τους με ηλεκτρικά σήματα και χημικές ουσίες. Στη διάρκεια μιας επιληπτικής κρίσης, η ομαλή ροή των ηλεκτρικών σημάτων διαταράσσεται από ανώμαλες ηλεκτρικές κενώσεις.

2.7.2. Είδη επιληψίας

Διεθνής ταξινόμηση των επιληπτικών κρίσεων

Γενικευμένες κρίσεις

- Αφαιρέσεις
- τυπικές αφαιρέσεις
- άτυπες αφαιρέσεις

- ❁ Μυοκλονικές κρίσεις
- ❁ Κλονικές κρίσεις
- ❁ Τονικές κρίσεις
- ❁ Τονικο-κλονικές κρίσεις
- ❁ Ατονικές κρίσεις

Εστιακές κρίσεις

- Απλές εστιακές κρίσεις
 - ☀ με κινητικά σημεία
 - ☀ με σωματοαισθητικά ή αισθητηριακά σημεία
 - ☀ με φυτικά σημεία
 - ☀ με ψυχικά σημεία (Thomas- Arzimanoglou, 1998).

- Σύνθετες εστιακές κρίσεις
 - ☀ απλή εστιακή έναρξη που ακολουθείται από διαταραχές συνείδησης και/ή αυτοματισμούς
 - ☀ με διαταραχές συνείδησης από την αρχή της κρίσης, που συνοδεύονται ή όχι από αυτοματισμούς
 - ☀
- Εστιακές κρίσεις δευτεροπαθής γενικευμένες
 - ☀ απλές εστιακές κρίσεις δευτεροπαθής γενικευμένες
 - ☀ σύνθετες εστιακές κρίσεις δευτεροπαθής γενικευμένες
 - ☀ απλές εστιακές κρίσεις που εξελίσσονται προς μία σύνθετη εστιακή κρίση και στη συνέχεια προς μία δευτεροπαθής γενικευμένη κρίση.

Αταξινόμητες κρίσεις (Thomas- Arzimanoglou, 1998)

2.7.3. Συμπτώματα επιληψίας

Στη γενικευμένη μορφή επιληψίας, οι πάσχοντες μπορεί να βιώσουν μια αίσθηση γνωστή σαν "αύρα", πριν από την εκδήλωση της κρίσης. Το άτομο είναι δυνατόν να χάσει τις αισθήσεις του και να πέσει κάτω, ενώ διακατέχεται από έντονους μυϊκούς σπασμούς. Αυτή η κρίση ονομάζεται μακράς διάρκειας. Σε άλλες περιπτώσεις οι κρίσεις εκδηλώνονται ως απώλεια της συνείδησης και της επαφής με το περιβάλλον. Τα μάτια κοιτούν μπροστά, το βλέμμα είναι απλανές και ο ασθενής σταματά να μιλά. Η κρίση αυτού του τύπου λέγεται εστιασμένη .

Πολλά επιληπτικά παιδιά παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες (Richardson, 1998) τα αίτια των οποίων δεν είναι μονοσήμαντα: διαταραχή των γνωστικών λειτουργιών, έλλειψη προσοχής ή ψυχοκινητική διέγερση λόγω της θεραπείας,

απουσίες λόγω των κρίσεων, διαταραχές του χαρακτήρα και ψυχολογικές δυσκολίες που δημιουργούνται από ένα αίσθημα κατωτερότητας έναντι των μη επιληπτικών παιδιών, υπερπροστασία από τους γονείς, ανεπαρκής εκπαίδευση του προσωπικού του σχολείου.

Τέλος, επιληψία έχουν πολλά άτομα επιφανή και μη σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, τα περισσότερα ζουν και δουλεύουν φυσιολογικά!!

2.7.4. Επιληψία και λειτουργία του εγκεφάλου

2.7.4.1. Που οφείλεται η Επιληψία

Τα αίτια της επιληψίας είναι πολλά και διαφορετικά. Κάθε είδους βλάβη ή δυσλειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου μπορεί να προκαλέσει επιληψία. Ένας απλός τρόπος να ταξινομήσουμε τα κυριότερα και συνηθέστερα αίτια της επιληψίας

A. Συγγενείς (δηλαδή εκ γενετής) ανωμαλίες της διάπλασης του εγκεφάλου: Διάφοροι, γνωστοί ή άγνωστοι, παράγοντες μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ανάπτυξη του εγκεφάλου στη φάση της εμβρυϊκής ζωής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα κάποιας μορφής εγκεφαλική δυσπλασία που μπορεί να προκαλέσει διάφορα νευρολογικά προβλήματα, μεταξύ των οποίων και επιληψία, που θα εμφανιστούν είτε αμέσως μετά τη γέννηση του παιδιού είτε αρκετά αργότερα. Ορισμένα από τα γνωστά αίτια συγγενών ανωμαλιών του εγκεφάλου είναι οι διάφορες χρωμοσωμικές ανωμαλίες (πχ. σύνδρομο Down), άλλα γενετικά αίτια καθώς και συγκεκριμένες λοιμώξεις της μητέρας (ερυθρά, ιλαρά, τοξοπλάσμωση, έρπητας, σύφιλη), (Hauser, 1998).

B. Βλάβες του εγκεφάλου οι οποίες μπορεί να προκληθούν στη φάση του τοκετού ή στη διάρκεια του πρώτου μήνα ζωής του νεογέννητου παιδιού. Συνηθισμένα παραδείγματα τέτοιων βλαβών είναι η σχετική έλλειψη οξυγόνου (περιγεννητική ασφυξία), η εγκεφαλική αιμορραγία, η νεογνική μηνιγγίτιδα και εγκεφαλίτιδα, διαταραχές της στάθμης της γλυκόζης και των ηλεκτρολυτών του αίματος καθώς και κάθε άλλη σοβαρή πάθηση του οργανισμού που μπορεί να επηρεάσει και τον εγκέφαλο. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να εμφανιστούν σε κάθε νεογέννητο είναι όμως συνηθέστερα στα παιδιά που γεννήθηκαν πρόωρα (Hauser, 1998).

Γ. Κάθε είδους σοβαρή βλάβη του εγκεφάλου που μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε περίοδο της ζωής από εξωτερικούς παράγοντες. Συνηθέστεροι παράγοντες είναι οι λοιμώξεις του νευρικού συστήματος – μηνιγγίτιδα και εγκεφαλίτιδα – καθώς και μια βαριά κρανιοεγκεφαλική κάκωση. Να σημειωθεί εδώ ότι οι πολύ συνηθισμένες πτώσεις και χτυπήματα στο κεφάλι που αναφέρονται σε όλα σχεδόν τα παιδιά ποτέ δεν προκαλούν επιληψία (Hauser, 1998).

Απαιτείται ιδιαίτερα σοβαρή κάκωση του εγκεφάλου για να υπάρξει ενδεχόμενο εμφάνισης μετατραυματικής Επιληψίας

Δ. Επιληψία μπορεί να εμφανιστεί στα πλαίσια διάφορων γενικότερων νευρολογικών παθήσεων που εκδηλώνονται είτε στην παιδική ηλικία είτε στην ενήλικη ζωή. Στην παιδική ηλικία οι διάφορες διαταραχές του μεταβολισμού μεταβολικά νοσήματα, οι όγκοι του εγκεφάλου και τα διάφορα εκφυλιστικά νοσήματα του νευρικού συστήματος μπορεί να συνοδεύονται από επιληψία (Hauser, 1998) ενώ στην ενήλικη ζωή τα αγγειακά επεισόδια, η νόσος του Alzheimer, οι όγκοι και άλλα «νοσήματα φθοράς» του γηράσκοντα εγκεφάλου μπορούν να προκαλέσουν Επιληψία. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις μιλάμε για δευτεροπαθή ή συμπτωματική Επιληψία καθώς η πρωταρχική διαταραχή είναι άλλη και η Επιληψία αποτελεί απλώς μια κατάσταση που τη συνοδεύει

Ε. Ιδιοπαθής επιληψία. Σε πολλές περιπτώσεις καμιά από τις αιτίες που προαναφέρθηκαν δεν μπορεί να διαπιστωθεί ακόμα και μετά τον πιο πλήρη εργαστηριακό έλεγχο που μπορεί να γίνει. Σε αυτές τις περιπτώσεις μιλάμε για ιδιοπαθή ή πρωτοπαθή επιληψία. Με απλά λόγια δεν μπορούμε να εντοπίσουμε καμιά αιτία για την επιληψία. Αυτή η αδυναμία «εξήγησης» του προβλήματος δημιουργεί εύλογα μια δυσφορία στον ίδιο τον ασθενή ή τους γονείς του αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι η διαπίστωση ότι η Επιληψία είναι ιδιοπαθής πρέπει να θεωρηθεί μάλλον ευχάριστο νέο καθώς κατά κανόνα (ο οποίος βέβαια έχει και εξαιρέσεις) η πορεία και η εξέλιξη του προβλήματος είναι καλύτερες συγκριτικά με τις περιπτώσεις δευτεροπαθούς επιληψίας (Hauser, 1998).

Σε αρκετές από τις ιδιοπαθείς επιληψίες γνωρίζουμε ή υποπτευόμαστε ότι σημαντικό αιτιολογικό ρόλο παίζουν διάφορα γενετικά αίτια. Το θέμα αυτό είναι πολύ σημαντικό και αναπτύσσεται πιο αναλυτικά αμέσως πιο κάτω (Hauser, 1998).

2.7.5. Επιληψία και απεικονιστικές μέθοδοι

2.7.5.1. Αξονική τομογραφία εγκεφάλου

Στους επιληπτικούς ασθενείς, η αξονική τομογραφία εγκεφάλου είναι φυσιολογική ή δείχνει μη ειδικές ανωμαλίες στο 65% έως 85 % των περιπτώσεων. Μία εστιακή εγκεφαλική ατροφία, μία ημιατροφία ή μία παρεγκεφαλίδα (cerebellum) ανευρίσκονται στο 4 έως 16% των περιπτώσεων. Ένας όγκος ή ένα εγκεφαλικό έμφραγμα ανευρίσκονται σε λιγότερο από το 5% των περιπτώσεων και μία αγγειακή δυσπλασία σε λιγότερο από 2% των περιπτώσεων.

Ωστόσο, στο πλαίσιο των επιληψιών, η αξονική τομογραφία υστερεί λόγω έλλειψης ευαισθησίας. Οι κροταφικοί βόθροι δεν απεικονίζονται καλά εξαιτίας της αφθονίας οστικών παρασίτων. Η αξιολόγηση μικρών ατροφικών αλλοιώσεων (μέση κροταφική σκλήρυνση για παράδειγμα) ή δυσπλαστικών αλλοιώσεων είναι δύσκολη. Τα έμμεσα ακτινολογικά σημεία είναι συχνά ήπιας μορφής και επιβάλλουν σχεδόν πάντα την καταφυγή σε συμπληρωματική MRI. Ορισμένοι ενδοπαρεγκευματικοί όγκοι (αστροκυτώματα χαμηλού βαθμού κακοήθειας κυρίως) μπορεί να εκφραστούν σαν απλό αποτέλεσμα μάζας χωρίς αλλαγή της πυκνότητας. Η εξέταση παραγνωρίζει συνήθως ορισμένες αρτηριοφλεβικές ανωμαλίες (σηραγγώδη αγγειώματα). (Thomas et al, 1998)

Με εξαίρεση στο πλαίσιο της επείγουσας διερεύνησης και τη διερεύνηση αποτιτανωμένων βλαβών, η απουσία ευαισθησίας της αξονικής τομογραφίας εξηγεί γιατί αυτή η εξέταση έχει σχεδόν τελείως υποσκελιστεί από την MRI (Thomas et al, 1998).

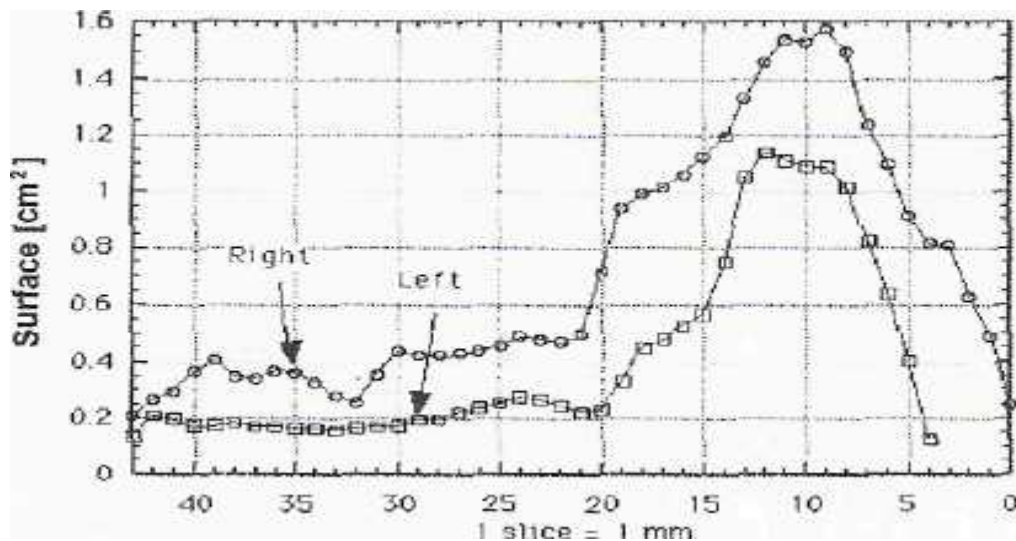
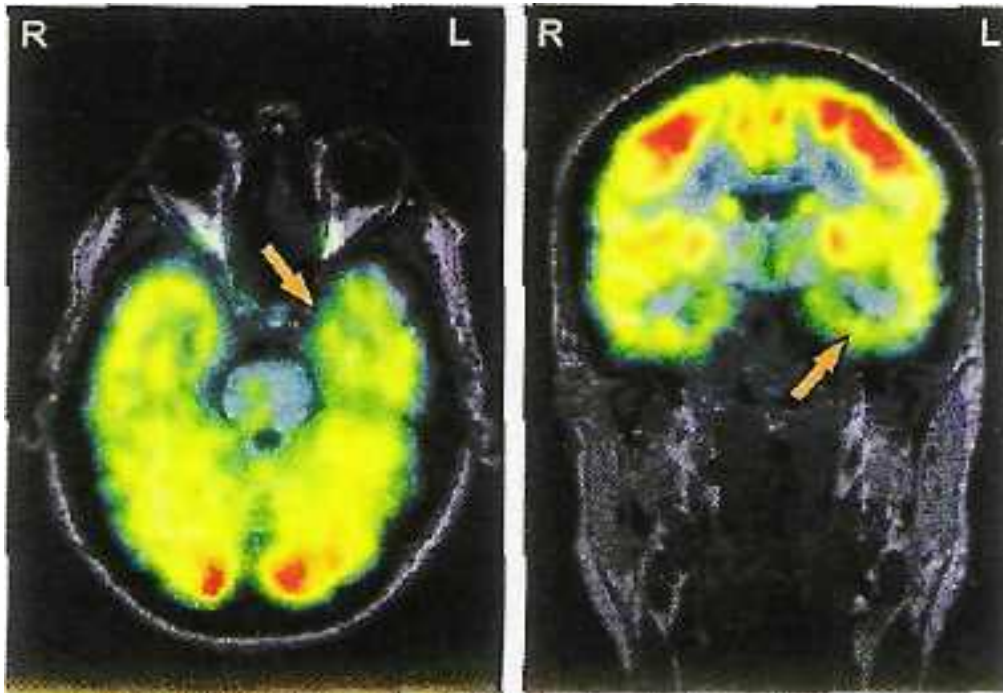
2.7.5.2. Μαγνητική τομογραφία

Η μαγνητική τομογραφία (MRI), αρχικά προοριζόμενη για την προεγχειριστική διερεύνηση των επιληψιών, είδε τις ενδείξεις της να εξαπλώνονται προοδευτικά στη διερεύνηση του συνόλου των μη ιδιοπαθών επιληπτικών συνδρόμων. Η MRI είναι πράγματι σε θέση να αναδείξει μια εστιακή βλάβη στο 75% των εστιακών επιληψιών με φυσιολογική αξονική τομογραφία εγκεφάλου. Με άριστες συνθήκες εξέτασης η ευαισθησία είναι περίπου 95%.

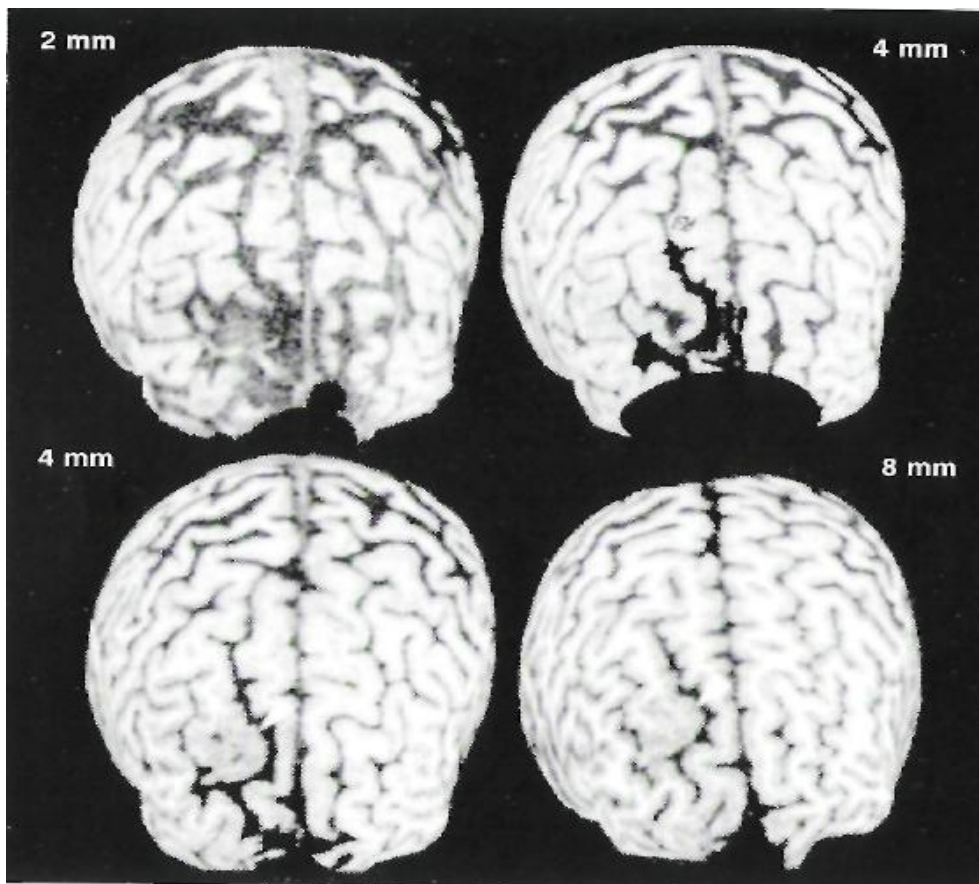
Τα πλεονεκτήματα της MRI είναι πολυάριθμα. Η εξέταση είναι εντελώς αβλαβής εκτός των κλασικών αντενδείξεων (ενδοεγκεφαλικά σιδηρομαγνητικά clips)

άτομα που φέρουν καρδιακό βηματοδότη) Οι εξετάσεις μπορούν να επαναληφθούν κατά βούληση (βλ. εικόνες 16, 17, 18).

Εικόνα 16: Μαγνητική τομογραφία ασθενούς με επιληπτικές κρίσεις (Κεχαγιά – Τσολάκη – Κασάπη, 2002).



Εικόνα 17: Μαγνητική φασματογραφία ασθενούς με επιληπτικές κρίσεις (Κεχαγιά – Τσολάκη – Κασάπη, 2002).



Εικόνα 18: Τρισδιάστατος καμπυλόγραμμα σχηματισμός που ελήφθη από μία MRI echo-gradient πραγματοποιήθηκε σε συναφείς τομές. Επάνω και αριστερά, η τομή, ανακατασκευασμένη στα 2mm από την επιφάνεια δείχνει, στη δεξιά μετωπιαία περιοχή (right frontal region), ένα σήμα ελαττωμένης έντασης συνδεδεμένο με το εγκεφαλονωτιαίο υγρό, που πληρεί την κοιλότητα της φλοιώδους επένδυσης. Οι διαδοχικές τομές στα 4, 6 και 8 mm αναδεικνύουν μια διεύρυνση των αυλακών που περικλείουν τη δεύτερη μετωπιαία έλικα, η οποία έχει ένα ανώμαλο στρογγυλό σχήμα και είναι παχυμένη και ένα φλοιό ανώμαλα παχύ που αντικαθιστά τη λευκή υποφλοιώδη ουσία (κεφαλή βελών). Η δυσπλασία δεν ήταν φανερή στις κλασικές ακολουθίες της MRI (Κεχαγιά – Τσολάκη –Κασάπη, 2002).

Η MRI αναδεικνύει την εξής βλάβη: Σκλήρυνση του ιππόκαμπου (hipocampus), (βλ. παράρτημα εικ. 9). Αυτή η βλάβη φαίνεται να αποτελεί το μέγιστο νευροπαθολογικό υπόστρωμα των επιληψιών της έσω επιφάνειας του κροταφικού λοβού (temporal lobe). Εκφράζει μία νευρωνική απώλεια με γλοίωση των ιππόκαμπειων δομών. Στην MRI η Ι.Σ. εκφράζεται με ένα αυξημένης έντασης σήμα του ιππόκαμπου στις στεφανιαίες T2 ακολουθίες συνδυασμένο με ένα σήμα ελαττωμένης έντασης με απώλεια της δομικής οργάνωσης στις ακολουθίες

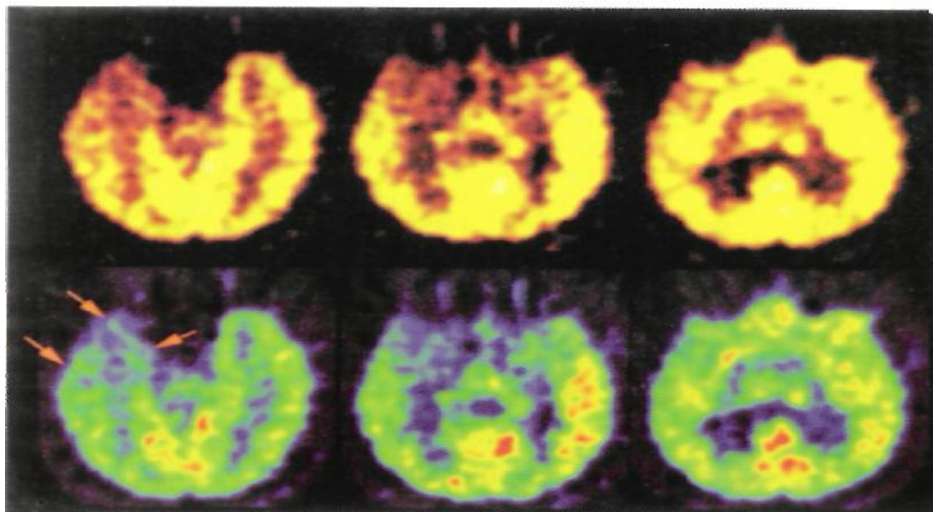
αντιστροφής-ανάκτησης. Μια μετρήσιμη μονόπλευρη ατροφία επιτρέπει την ανίχνευση μίας σημαντικής ασυμμετρίας στο 75 έως 100% των περιπτώσεων. Μία διάταση του ολόπλευρου κροταφικού κέρατος, αν και συχνή, αποτελεί ασταθές εύρημα.

Η MRI μπορεί να αλλάξει τη στρατηγική θεραπείας των επιληψιών. Πράγματι η ανεύρεση μιας δυνητικά εξελικτικής βλάβης (όγκος, σπαραγγώδες αγγείωμα), ακόμη και αν είναι υπεύθυνη για αραιές κρίσεις, μπορεί να οδηγήσει σε νευροχειρουργική αντιμετώπιση.

2.7.5.3. Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET)

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (βλ. εικόνα 19) επιτρέπει απόλυτες μετρήσεις της τοπικής κατανάλωσης γλυκόζης με τη μέθοδο της [18F]. Άλλες μετρήσεις είναι δυνατές: κατανάλωση οξυγόνου (μέθοδος με $H_2^{15}O$), μέτρηση της κατανομής των ενδοεγκεφαλικών υποδοχέων. Η δημιουργία των ισοτόπων απαιτεί ένα επιταχυντή σωματιδίων η εφαρμογή αυτής της τεχνικής είναι δύσκολη και αυτό εξηγεί τη σημερινή μικρή διάδοση της. Για τους ίδιους λόγους η εφαρμογή της πραγματοποιείται κυρίως κατά τα μεσοδιαστήματα των κρίσεων (Thomas et al, 1998).

Η βασική ανωμαλία στις εστιακές επιληψίες είναι η παρουσία μεσοκριτικού υπομεταβολισμού. Η εντοπιστική αξία αυτού του υπομεταβολισμού έναντι της επιληπτογόνου Ζώνης έχει θεμελιωθεί για ορισμένες τοπογραφικές μορφές επιληψίας. Για άλλες συσχετίσεις υστερούν ακόμη σε ακρίβεια και είναι πάντα υπό αξιολόγηση.



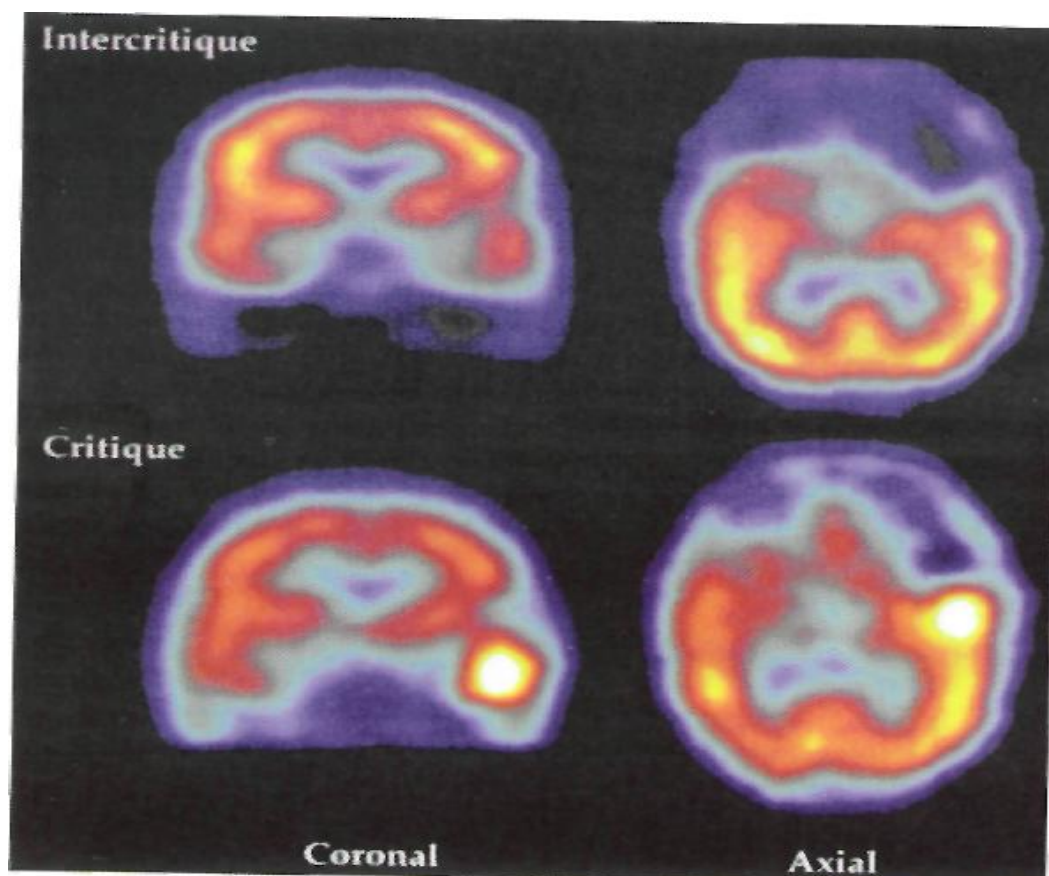
Εικόνα 19: Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίου (PET) με [18 F] φλουοδοεοξυγλυκόζη που πραγματοποιήθηκε σ' έναν ασθενή 26 ετών με επιληψία της αριστερής μέσης κροταφικής περιοχής. Εικόνα του ιππόκαμπου αμφοτερόπλευρα. Δύο διαφορετικές μετρικές κλίμακες χρωμάτων παρέχονται για τις ίδιες τομές: επάνω το κίτρινο αντιστοιχεί στις πιο δραστήριες ζώνες, το κόκκινο στις λιγότερο δραστήριες ζώνες, κάτω το κόκκινο αντιστοιχεί στις πιο δραστήριες ζώνες, το μπλε στις λιγότερο δραστήριες ζώνες. Υπάρχει υπομεταβολισμός εσωτερικά και εξωτερικά στον αριστερό κροταφικό λοβό στο σύνολο του (τόξα), που περιλαμβάνει τον κροταφικό πόλο, τις ανώτερες, μέσες και κατώτερες κροταφικές έλικες της εξωτερικής επιφάνειας, τις ιπποκάμπειες και παραϊπποκάμπειες έλικες της εσωτερικής επιφάνειας (Thomas et al, 1998).

2.7.5.4. Αξονική τομογραφία εκπομπής απλού φωτονίου (SPECT)

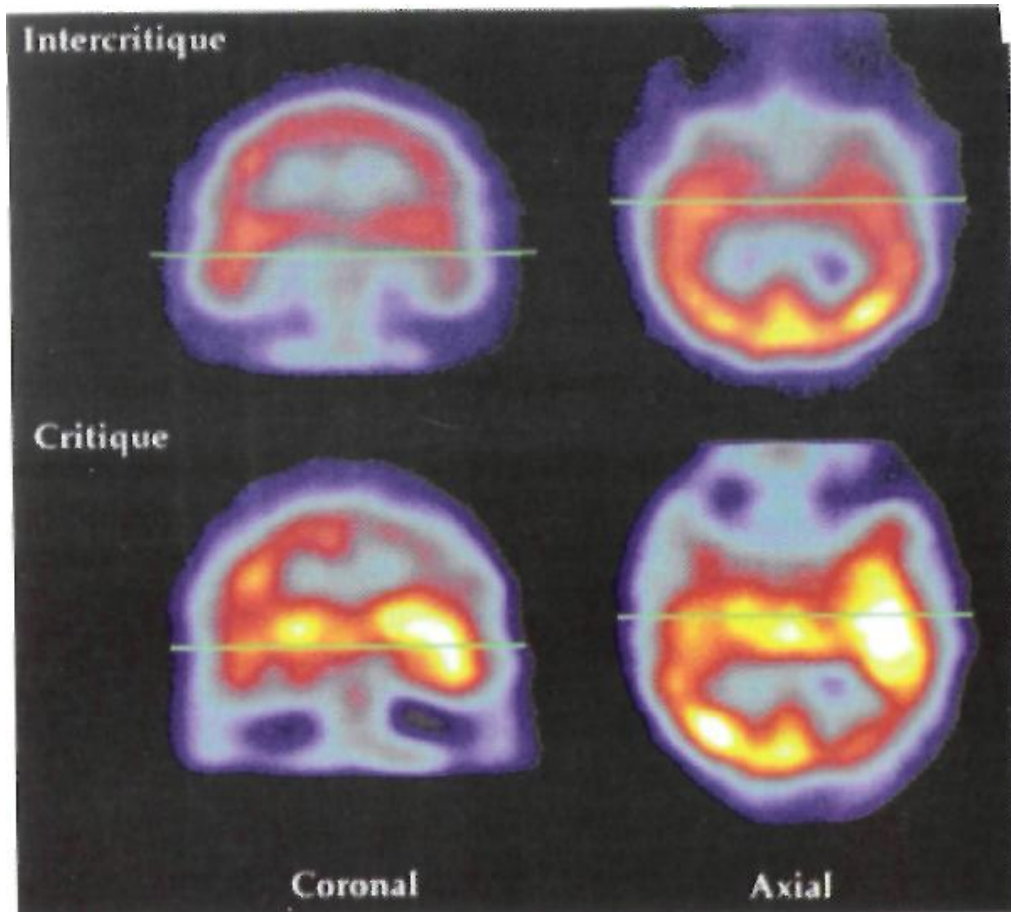
Η αξονική τομογραφία εκπομπής απλού φωτονίου (βλ. εικόνα 20, 21) δεν επέτρεπε, παρά σχετικές μετρήσεις της εγκεφαλικής αιματικής ροή-σε αναλογία με μία αυθαίρετα εκλεγμένη αναφορά.

Το μεγάλο ενδιαφέρον αυτής της τεχνικής είναι η μελέτη της περιόδου της κρίσης που χαρακτηρίζεται από μία σημαντική αύξηση της αιματικής ροής στο επίπεδο της επιληπτογόνου ζώνης. Η λήψη των εικόνων μπορεί να καθυστερήσει για μία ή δύο ώρες. Οι κριτικές ακολουθίες πρέπει να συγκριθούν με τις ακολουθίες στο μεσοκριτικό διάστημα, αν χρειάζεται χρησιμοποιώντας τεχνικές αφαίρεσης και παράλληλης καταγραφής των δεδομένων της MRI. Τα αποτελέσματα πρέπει να

αντιπαραβάλλονται πάντα με τις άλλες παραμέτρους του προεγχειρητικού ελέγχου (Thomas et al, 1998).



Εικόνα 20: Αξονική τομογραφία εκπομπής απλού φωτονίου (SPECTT) μεσοκριτική και κριτική με ECD σε ασθενή 12 ετών που παρουσιάζει φαρμακοανθεκτική επιληψία με σύνθετες εστιακές κρίσεις σε συνδυασμό με Ααραχνοειδή κύστη της αριστερής περιοχής. Στη μεσοκριτική σειρά, σχετικά ελαττωμένη παροχή κροταφικά αριστερά που αντιστοιχεί στην κύστη. Στην κριτική σειρά, αυξημένη παροχή στην εξωτερική και κατώτερη περιοχή ανάλογα προς την κύστη, που αντιστοιχεί στον πόλο και στην εσωτερική κροταφική περιοχή αριστερά. Η χορήγηση του δείκτη έγινε 29 δευτερόλεπτα μετά την έναρξη ενός κριτικού επεισοδίου που είχε διάρκεια 144 δευτερόλεπτα. Η εξαιρετική συνάφεια ανάμεσα στην κλινική εικόνα, το ΗΕΓ, και το κριτικό SPECT επέτρεψε μία εκπομπή φλοιού με αποτέλεσμα την εξαφάνιση των κρίσεων (Thomas et al, 1998).



Εικόνα 21 : Αξονική τομογραφία εκπομπής απλού φωτονίου (SPECT) μεσοκριτική και κριτική με ECD σε μία ασθενή 35 ετών που παρουσιάζει φαρμακοανθεκτική επιληψία με κροταφοσουλόμενες σύνθετες εστιακές κρίσεις αριστερά. Η MRI δείχνει σκλήρυνση του ιππόκαμπου αριστερά. Στη μεσοκριτική σειρά σχετικά ελαττωμένη παροχή αριστερά κροταφικά. Στην κριτική σειρά αυξημένη παροχή εσωτερικά και εξωτερικά αριστερά κροταφικά που συνδυάζεται με ελαττωμένη παροχή στη διασταύρωση και στην αριστερή μετωπιαία περιοχή. Η χορήγηση του δείκτη έγινε 15 δευτερόλεπτα μετά την έναρξη μίας κρίσεως που είχε διάρκεια 70 δευτερόλεπτα. (Thomas et al, 1998.

3. Αναπτυξιακές διαταραχές και λειτουργία του εγκεφάλου

3.1. Αναπτυξιακές διαταραχές λόγου

Η ανάπτυξη του λόγου είναι μια πολύπλοκη, προοδευτική διαδικασία που έχει σχέση με τη λειτουργία των φωνητικών οργάνων και την απαρτίωση αυτής της λειτουργίας στον εγκέφαλο, την ικανοποιητική ποιότητα και ποσότητα των λεκτικών ερεθισμάτων που προέρχονται από το περιβάλλον και τη συναισθηματική σταθερότητα. Όταν ένα παιδί γεννηθεί σωματικά υγιές, οι δύο τελευταίοι παράγοντες αποκτούν καθοριστική σημασία για την ανάπτυξη του λόγου. Το βρέφος, επίσης, από τους πρώτους μήνες της ζωής του παράγει ήχους. Τον πέμπτο μήνα οι φωνητικές χορδές του έχουν ωριμάσει και αρχίζει να χρησιμοποιεί δικούς του διαφορετικούς ήχους για να επικοινωνήσει με τον ενήλικο.

Μέχρι να συμπληρώσει τον πρώτο χρόνο ζωής, θα πει πιθανότατα την πρώτη του λέξη· συνήθως, είναι μια απλή λέξη που σχηματίζεται από συγκεκριμένη επανάληψη ήχων, π.χ. "μαμά", "μπαμπά". Από την ηλικία των 15 μηνών και έπειτα το λεξιλόγιο του εμπλουτίζεται πολύ γρήγορα. Γύρω στα δύο έτη μπορεί να χρησιμοποιήσει περίπου 200 λέξεις και να συνδυάζει δύο έως τρεις λέξεις μαζί για να σχηματίσει μια σύντομη φράση. Στη συνέχεια, σε όλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας η ικανότητα του παιδιού να χρησιμοποιεί προτάσεις με όλο και περισσότερες λέξεις και πιο πολύπλοκες σημασίες αυξάνει σταδιακά.

Για να τεθεί διάγνωση καθυστέρησης του λόγου, θα πρέπει να διαφοροποιηθεί σαφώς από τις φυσιολογικές παραλλαγές της ανάπτυξης. Η κατάκτηση των γλωσσικών δεξιοτήτων ποικίλλει χρονολογικά από παιδί σε παιδί και πολλά παιδιά που παρουσιάζουν μικρή καθυστέρηση στο λόγο εξελίσσονται απόλυτα φυσιολογικά. Μελέτες που έχουν διενεργηθεί στο γενικό πληθυσμό (Lavery, 1962) δείχνουν ότι το 4% παιδιών με ηλικία τριών ετών παρουσιάζουν καθυστέρηση στο λόγο. Οι διαταραχές του λόγου παρουσιάζονται συχνότερα στα αγόρια από ότι στα κορίτσια (αναλογία 2:1) και συχνά αναφέρονται παρόμοια προβλήματα στην παιδική ηλικία των γονέων ή των μεγαλύτερων αδελφών (Δημητρίου – Χατζηστεφάνου, 2001).

Το παιδί εκφέρει τους φθόγγους με τρόπο που αντιστοιχεί σε μικρότερη ηλικία από τη δική του, η προφορά είναι λανθασμένη, παρατηρούνται παραλείψεις,

στρεβλώσεις ή υποκαταστάσεις φθόγγων. Επηρεάζεται η διαύγεια και η σαφήνεια της ομιλίας του παιδιού, παρ' όλο που οι εκφραστικές και αντιληπτικές του ικανότητες είναι φυσιολογικές

3.1.1. Διαταραχές άρθρωσης και λειτουργία εγκεφάλου

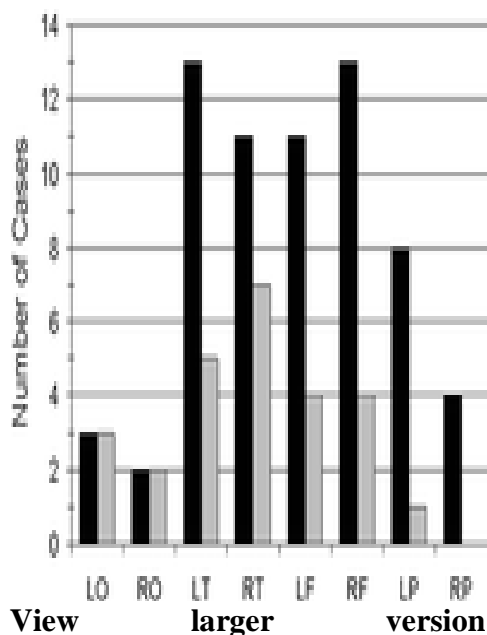
Η ικανότητα να παράγει κανείς ακριβή ομιλία σε ήχους με μεγάλη επιτυχία είναι κάτι που εμείς οι άνθρωποι θεωρούμε δεδομένο. Στην πραγματικότητα, η παραγωγή της ομιλίας είναι μια εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία. Οι σκέψεις πρέπει να μεταφραστούν σε γλωσσικές αναπαραστάσεις έτσι η ομιλία στέλνεται προς τους μηχανισμούς της άρθρωσης όπου συντονίζονται, κινούνται, τροποποιούνται για να παράγουν μια άρθρωση. Μέσα από τη μελέτη των ασθενών με διαταραχές που επηρεάζουν αυτή την πολύπλοκη διαδικασία, έχουμε έρθει για να μάθουμε ότι πολλές περιοχές του εγκεφάλου που αναμειγνύονται στην παραγωγή της ομιλίας επηρεάζονται εύκολα από μια νευρολογική πάθηση και μια δυσλειτουργία (Dronkers, - Jennifer, 2004).

Ο συντονισμός των αρθρωτικών κινήσεων, για την παραγωγή του λόγου, έχει λάβει αυξημένη προσοχή τα τελευταία χρόνια. Για την παραγωγή των ήχων με ακρίβεια, τα χείλη, η γλώσσα, η γνάθος, ο λάρυγγας πρέπει να κάνουν ακριβείς κινήσεις στο σωστό χρόνο. Για παράδειγμα, για να πω την απλή λέξη <<gap>>, τα χείλη, η γλώσσα, η γνάθος, ο λάρυγγας πρέπει να κάνουν συγκεκριμένες κινήσεις. Με δεδομένο τις πολύ ακριβείς κινήσεις που απαιτούνται για την παραγωγή λόγου, δεν είναι να απορεί κανείς ότι η περιοχή του στόματος εκπροσωπείται σε μεγάλο βαθμό από τους πρωτογενείς μηχανοκίνητους εγκεφαλικούς φλοιούς.

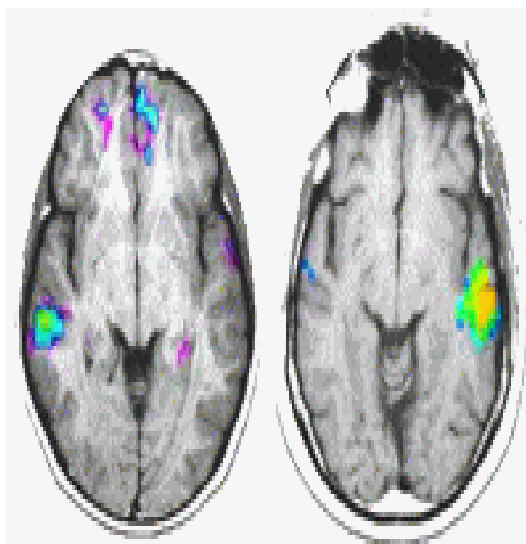
Ασθενείς με ελλείμματα στην ικανότητα συντονισμού των κινήσεων για την ομιλία λέγεται ότι έχουν μια διαταραχή γνωστή ως «απραξία του λόγου». . Οι περιοχές του εγκεφάλου που μπορούν να στηρίξουν αυτή τη λειτουργία τόσο καλά είχε ερευνηθεί (Wertz et al, 1984) με νευροαπεικονιστικές τεχνικές που επιτρέπονται για την *in vivo* έρευνα περιοχών του εγκεφάλου σε ασθενείς που είχαν συνεχείς τραυματισμούς έχοντας ως αποτέλεσμα την απραξία του λόγου. Η μόνη περιοχή επικάλυψης στο 100% των περιπτώσεων που διαπιστώθηκε είναι στην ανώτερη άκρη της πρόσθιας κεντρικής έλικας της νήσου του εγκεφάλου (SPGI). Για το λόγο αυτό, οι βλάβες των 19 ασθενών που ήταν παρόμοιες, αξιολογούνται ότι δε φέρουν τη διάγνωση της απραξίας της ομιλίας και ότι ήταν προσπελάσιμες. Αυτός ο

διαχωρισμός είχε δώσει την εντύπωση ότι η SPGI μπορεί να παίζει κάποιο ρόλο στο συντονισμό των κινήσεων της άρθρωσης. Άλλες μελέτες ασθενών και ορισμένες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης (Wise et al., 1999) εμπλέκουν επίσης τη νήσο του εγκεφάλου στη διαδικασία παραγωγής του λόγου. Σαράντα ασθενείς με και 40 ασθενείς χωρίς αλλοιώσεις και / ή με μειωμένη εξίδρωση στην νήσο του εγκεφάλου επελέγησαν (Wise et al., 1999) και τους δόθηκε αρκετά σύντομη προφορική αποστολή των καθηκόντων από τις οποίες η διάγνωση της απραξίας της ομιλίας ήταν να διεξαχθεί αργότερα.

Οι συντάκτες δε βρήκαν καμία αξιόπιστη σχέση μεταξύ της απραξίας του λόγου και τις διαρθρωτικές αλλαγές ή χαμηλή ροή του αίματος σε περιοχές της νήσου του εγκεφάλου, αλλά αντίθετα διαπιστώθηκε ότι το 84% των ασθενών με απραξία της ομιλίας είχε πολλές αλλαγές στην οπίσθια κατώτερη μετωπική έλικα (βλ. σχήματα 22, 23), (Dronkers et al, 2004).



Σχήμα 22. Το διάγραμμα δείχνει περιοχές ενεργοποίησης σε ασθενείς με κανονική άρθρωση (black bars) και καθυστέρηση του λόγου (gray bars). Αξιοσημείωτη είναι η κυριαρχία της ενεργοποίησης του κροταφικού (temporal lobe) και του μετωπιαίου λοβού (frontal lobe) και οι διαφορές ανάμεσα στους αριστερούς και δεξιούς κροταφικούς λοβούς ανάμεσα στις ομάδες. *LO* = left occipital, *RO* = right occipital, *LT* = left temporal, *RT* = right temporal, *LF* = left frontal, *RF* = right frontal, *LP* = left parietal, *RP* = right parietal. Occipital= ινιακός
Temporal= κροταφικός
Frontal= μετωπιαίος
Parietal= βρεγματικός (Bernal et al,2003)



[View larger version](#)

Σχήμα 23. Auditory passive paradigms σε 5 χρονών παιδί με καθυστέρηση άρθρωσης (αριστερά) και ένα παιδί ηλικίας 5 ετών με φυσιολογικό λόγο (δεξιά).

Colored areas of activation are depicted over transverse T1-weighted MR (300/14) images. Intensity is indicated by colors. Yellow indicates the highest intensity; green, high intensity; blue, low intensity; and purple, lowest intensity.

Η απεικόνιση του ασθενή με καθυστέρηση άρθρωσης η ενεργοποίηση απεικονίζεται στο δεξιό κροταφικό λοβό, ενώ η απεικόνιση του ασθενή με φυσιολογικό λόγο η ενεργοποίηση απεικονίζεται στα δεξιά (**Bernal et al, 2003**)

3.1.2. Γλωσσική διαταραχή και λειτουργία του εγκεφάλου

Μια πρόκληση στους ερευνητές που μελετούν τη νευροψυχολογία της γλωσσικής εξασθένησης είναι η ετερογένεια του φαινομένου. Στο συμπτωματικό επίπεδο, οι αρχικές δυσκολίες των παιδιών μπορούν να κυμανθούν από την εκφραστική σύνταξη ως το δεκτικό λεξιλόγιο.

Η αναζήτηση ενός ελλοχεύοντος ελλείμματος πυρήνων στη γλωσσική διαταραχή έχει οδηγήσει σε τρεις ανταγωνιστικές προτάσεις: η εκτεταμένη προαιρετική απαρεμφατική υπόθεση, η φωνολογική υπόθεση μνήμης, και η ακουστική υπόθεση. Αυτές οι υποθέσεις διαφέρουν σημαντικά στην ιδιομορφία της υπερτεθειμένης εξασθένησης (Peterson et al, 2007).

Τα στοιχεία για αυτήν την υπόθεση είναι ότι παιδιά που έχουν γλωσσική αδυναμία μπορούν να κάνουν χαρακτηριστικά λάθη στη γλωσσική τους έκφραση. Στα αγγλικά, το πιο αξιοσημείωτο είναι ειδικότερα ότι έχουν δυσκολίες με τον αόριστο, αντικαθιστώντας συχνά μια μη χαρακτηρισμένη μορφή σε χαρακτηρισμένη (π.χ., " περπατά εκεί" αντί "αυτός περπάτησε εκεί") αυτό το είδος λάθους γίνεται τυπικά νωρίς στη γλωσσική απόκτηση των παιδιών, αλλά τα παιδιά που έχουν γλωσσική αδυναμία τείνουν να χρησιμοποιήσουν τις μη χαρακτηρισμένες (ή το απαρέμφατο) μορφές.

Η φωνολογική υπόθεση μνήμης της γλωσσικής διαταραχής υποστηρίζει ότι το έλλειμμα βρίσκεται στη δυνατότητα να κρατηθούν οι φωνολογικές μορφές στη

λειτουργική μνήμη. Η φωνολογική μνήμη συχνότερα ελέγχεται με το να ζητήσει από τα παιδιά να επαναλάβουν προφορικά πραγματικές λέξεις, όπως οι αριθμοί (έκταση ψηφίων) ή τις μεμονωμένες ψευδολέξεις (μη - επανάληψη λέξης). Αυτή η πρόταση είναι θεωρητικά ελκυστική επειδή λειτουργεί και σε ενήλικες με κατεστραμμένο εγκέφαλο, δίγλωσσους αρχάριους, και ιδιαίτερα σε αναπτυξιακά παιδιά που συγκλίνουν να δώσουν έμφαση στη φωνολογική μνήμη στην εκμάθηση γλωσσών, και ιδιαίτερα στην απόκτηση λεξιλογίου. Περαιτέρω, ένα πρόσφατο υπολογιστικό πρότυπο κατέδειξε ότι τα φωνολογικά ελλείμματα προκάλεσαν αδυναμία στην εκμάθηση της σύνταξης.

Η φωνολογική εξασθένιση μνήμης φαίνεται να είναι ένα γερό endophenotype για τη γλωσσική διαταραχή που τα φωνολογικά ελλείμματα μνήμης είναι κληρονομήσιμα και συσχετίζονται σημαντικά με το βαθμό γλωσσικής δυσκολίας στα άτομα που έχουν γλωσσική διαταραχή.

Τέλος, η ακουστική υπόθεση της γλωσσικής διαταραχής είναι πιο ελάχιστη ιδιαίτερα επειδή προϋποθέτει ότι μια μη-γλωσσική αισθητήρια εξασθένιση οδηγεί και στις φωνολογικές και ευρύτερες γλωσσικές δυσκολίες της γλωσσικής διαταραχής. Αργότερα μελέτες έχουν δείξει ότι πολλά παιδιά που έχουν γλωσσική διαταραχή δεν έχουν ακουστική ανεπάρκεια (Peterson et al, 2007).

3.1.2.1. Ανατομικά ευρήματα

Τα στοιχεία για τις δομικές ανωμαλίες στους εγκεφάλους των ατόμων που έχουν γλωσσική διαταραχή έχουν προέλθει από τις παλαιότερες μελέτες και MRI. Τα αποτελέσματα της γλωσσικής αδυναμίας είναι περίπλοκα επειδή οι ορισμοί των αναταραχών ποικίλλουν απέναντι στις μελέτες, και πολλές μελέτες δεν έχουν εξετάσει επαρκώς τη νοσηρότητα του θέματος. Μια πρωτοποριακή εργασία του Galaburda και των συναδέλφων του (1994), εξέθεσαν μια σειρά μεταθανάτιων συμπερασμάτων στα άτομα που είχαν σοβαρές γλωσσικές δυσκολίες. Υπήρχαν ανωμαλίες ιδιαίτερα στις perisylvian περιοχές και στα μέρη του θαλάμου. Μια δεύτερη ομάδα μεταθανάτιων συμπερασμάτων αφορούσε τον κροταφικό λοβό (temporal lobe), μια περιοχή του ανώτερου βρεγματικού έλικα (STG) που εμπλέκεται στην ακουστική και γλωσσική επεξεργασία (Peterson et al, 2007).

Μια άλλη περιοχή εγκεφάλου που έχει συγκεντρώσει την προσοχή στη γλωσσική αδυναμία είναι η κατώτερη μετωπική έλικα (IFG – intraparietal gyrus),

που περιλαμβάνει την περιοχή Broca, πολύ γνωστή ως κρίσιμη περιοχή για τη γλωσσική παραγωγή. Αυτή η δομή παρουσιάζει επίσης αριστερή ασυμμετρία στα περισσότερα χαρακτηριστικά αναπτυσσόμενα άτομα, ενώ οι μελέτες έχουν εκθέσει τη μειωμένη ή ασύμμετρη γλωσσική διαταραχή. Επίσης, οι ερευνητές (Fosse et al, 2004) γλωσσικής διαταραχής έχουν αναφέρει διαφορές στις μετωπικές, κροταφικές, βρεγματικές, και υποφλοιώδης περιοχές.

3.1.2.2. Νευροαπεικονιστικά ευρήματα

Λιγότερες μελέτες (Price et al, 2005) έχουν ερευνήσει το λειτουργικό εγκέφαλο σχετικά με τη γλωσσική διαταραχή. Μια μελέτη PET σύγκρισε την ενεργοποίηση του εγκεφάλου σε δύο επηρεασθέντα μέλη της οικογένειας KE με τέσσερις φυσιολογικούς ελέγχους. Η φύση των ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν σήμανε ότι τα αποτελέσματα μπορούν να αφορούν περισσότερο την οικογενειακή γλωσσική εξασθένιση από ότι τις αρθρωτικές δυσκολίες. Τα επηρεασθέντα οικογενειακά μέλη παρουσίασαν παρεκκλίνοντα σχέδια ενεργοποίησης πέρα από ένα ευρέως διανεμημένο σύνολο αριστερών περιοχών ημισφαιρίου, συμπεριλαμβανομένου του IFG, των γωνιακών ελίκων, τη κινητική και προκινητική περιοχή, και τον κερκοφόρο πυρήνα. Δύο πιο πρόσφατες μελέτες (Fosse et al, 2004) έχουν χρησιμοποιήσει τη fMRI για να εξετάσουν τη λειτουργία του εγκεφάλου στα άτομα που έχουν γλωσσική διαταραχή. (Peterson et al, 2007).

Ο Hugdahl και οι συναδελφοί του (2004) χρησιμοποίησαν έναν παθητικό στόχο ακούσματος που ενεργοποίησε τη διμερή ανώτερη χρονική έλικα (STG) και τη μέση χρονική έλικα (MTG) στα θέματα ελέγχου. Η ενεργοποίηση για τα πέντε άτομα που είχαν γλωσσική διαταραχή (όλα από μια φινλανδική οικογένεια) ήταν ίδια με τη φυσιολογική ομάδα, αλλά μικρότερη και πιο αδύνατη, ιδιαίτερα στην περιοχή του ανώτερο κροταφικού λοβού και στη μέση χρονική έλικα MTG. Η χρησιμοποίηση ενός λεκτικού στόχου λειτουργικής μνήμης, από μια άλλη ερευνητική ομάδα (Weiser, 2005) διαπίστωσε ότι τα παιδιά που είχαν γλωσσική αδυναμία έτειναν να έχουν μειωμένη την ενεργοποίηση στις διάφορες αριστερές περιοχές του ημισφαιρίου, συμπεριλαμβανομένου της κατώτερης μετωπικής έλικας IFG, τις βρεγματικές περιοχές (parietal regions), και στον πρόσθιο κεντρικό λοβό. Μια διαφορά έναντι της φυσιολογικής ομάδας, η ομάδα με γλωσσική διαταραχή παρουσίασε λιγότερο ενεργοποίηση μεταξύ ανώτερης χρονικής έλικας STG και

κατώτερης μετωπικής έλικας IFG, αλλά περισσότερες βρεγματο- μετωπικές ενεργοποιήσεις και βρεγματο - ανώτερης χρονικής έλικας STG. (Peterson et al, 2007).

3.2.Αναπτυξιακές διαταραχές κίνησης και απεικονιστικές

μέθοδοι

Το περπάτημα, βασική λειτουργία για τη γνώση και τον έλεγχο του περιβάλλοντος, αναπτύσσεται προοδευτικά με την ωρίμανση του νευρικού συστήματος και την απαρτίωση οπτικών, απτικών και ιδιοδεκτικών αισθητηριακών ερεθισμάτων. Οι κινητικές ικανότητες του παιδιού αποκτώνται στις ακόλουθες ηλικίες:

- ❁ 3 μηνών: μπορεί να κρατήσει το κεφάλι του.
- ❁ 6 μηνών: κάθεται μόνο του χωρίς στήριγμα, απλώνει τα χέρια του και πιάνει αντικείμενα.
- ❁ 9 μηνών: αρχίζει να μπουσουλά και προσπαθεί να σταθεί όρθιο.
- ❁ 12-14 μηνών: ξεκινά το περπάτημα, στην αρχή είναι αβέβαιο και χρειάζεται κάποιο στήριγμα, σιγά σιγά όμως αποκτά εμπιστοσύνη στον εαυτό του και αρχίζει να εξερευνεί το χώρο.
- ❁ 2 ετών: περπατά με σίγουρο βήμα, ανεβοκατεβαίνει τις σκάλες.
- ❁ 3 ετών: χοροπηδά χωρίς να χάνει την ισορροπία του, κάνει συντονισμένες κινήσεις, π.χ., μπορεί να πιάσει την μπάλα, χρησιμοποιεί τους μαρκαδόρους και το ψαλίδι.

Κάθε παιδί ωριμάζει με διαφορετικούς ρυθμούς. Το άγχος και η πίεση εκ μέρους των γονέων πιθανόν να του δημιουργήσουν ψυχολογικά προβλήματα. Οι αναπτυξιακές διαταραχές της κινητικής λειτουργίας περιγράφονται ως "σύνδρομο του αδέξιου παιδιού". Το παιδί καθυστερεί να βαδίζει, να τρέξει, να ανέβει τις σκάλες, συχνά σκοντάφτει και προσκρούει σε εμπόδια. Αργεί επίσης να αναπτύξει δεξιότητες που απαιτούν συντονισμό των κινήσεων, όπως να φάει μόνο του, να ντυθεί, να κουμπωθεί, να δέσει τα κορδόνια του. Συχνά του πέφτουν αντικείμενα από τα χέρια και δυσκολεύεται να κρατήσει το μολύβι, να ζωγραφίσει, να χρησιμοποιήσει το ψαλίδι. Στο σχολείο γράφει άσχημα, δεν έχει επιδόσεις στη χειροτεχνία, ενώ δυσκολεύεται να συμμετάσχει στη γυμναστική και στα αθλητικά παιχνίδια.

Γενικά, το παιδί εκτελεί με αδέξιο τρόπο λεπτές και αδρές κινήσεις και ο συντονισμός είναι κατά πολύ κατώτερος από τον αναμενόμενο για την ηλικία του, με δεδομένη τη φυσιολογική νοημοσύνη.(Τραυλός,1998)

3.2.1.Δυσπραξία και απεικονιστικές μέθοδοι

Ο όρος αναφέρεται σε ειδική διαταραχή της περιοχής της ανάπτυξης των κινητικών δεξιοτήτων. Τα άτομα με δυσπραξία έχουν τη δυσκολία να σχεδιάσουν και να ολοκληρώσουν μια πράξη. Υπολογίζεται ότι περίπου το 6% των παιδιών εμφανίζουν σημάδια δυσπραξίας και το 70% των παιδιών αυτών, που έχουν τη διαταραχή είναι αγόρια. Η δυσπραξία μπορεί να επηρεάσει διαφορετικές περιοχές της λειτουργικότητας που ποικίλει ανάμεσα σε ένα απλό κινητικό έργο, όπως είναι η χειρονομία του χαιρετισμού, σε περισσότερο περίπλοκα έργα, όπως είναι το πλύσιμο των δοντιών.....

Ποιες είναι οι επιπτώσεις της δυσπραξίας;

Η δυσπραξία είναι μια δια βίου διαταραχή που προσβάλλει την κινητική ανάπτυξη του ανθρώπου. Μολονότι πολλές δυσκολίες μπορεί να εμμένουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής, ωστόσο ο τύπος των δυσκολιών που βιώνει το άτομο μπορεί να αλλάξουν (Bakali, 2007).

Συμπτώματα στα πολύ νεαρά παιδιά:

Τα βρέφη με δυσπραξία είναι δυνατό να αποφεύγουν το μπουσούλημα και το κύλισμα, και μπορεί να εναντιώνονται σε έργα που απαιτούνται κινητικές δεξιότητες. Καθώς αυτά τα παιδιά μεγαλώνουν είναι επιρρεπή σε:

- Δυσκολία στην κίνηση των ματιών(δηλ. δε μπορούν να στρέψουν το βλέμμα τους)-κινούν ολόκληρο το κεφάλι αντί μόνο τα μάτια
- Δυσκολία στο να χρησιμοποιούν σκεύη για το φαγητό τους(εννοείτε ότι δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν μαχαιροπίρουνο, τρώνε συνήθως με τα χέρια) και δυσκολεύονται να κρατήσουν μια κούπα καθώς πίνουν κάτι.
- Δυσκολίες στο περπάτημα, στα πηδηματάκια με το ένα πόδι, στα άλματα, στο πιάσιμο και πέταγμα της μπάλας, στη χρήση του ποδηλάτου.
- Καθυστέρηση στη χρήση της ομιλούμενης γλώσσας και ομιλία, η οποία δύσκολα γίνεται κατανοητή.

- Σκοντάφτουν επάνω στα αντικείμενα.
- Καθυστέρηση στην εδραίωση της πλαγίωσης, δηλ. στη χρήση του αριστερού ή δεξιού χεριού.
- Δυσκολία σε έργα που απαιτούν τη λεπτή κινητικότητα, όπως το δέσιμο των κορδονιών και το κούμπωμα των ρούχων.
- Δυσκολία στο κράτημα του μολυβιού.
- Ευαισθησία στο άγγιγμα με την έννοια ότι μπορεί να βρίσκουν πως τα ρούχα τους δεν είναι άνετα και ακόμη μπορεί να βρίσκουν δυσάρεστο το λούσιμο, το κόψιμο των νυχιών, το καθάρισμα των δοντιών.
- Φτωχή αίσθηση του προσανατολισμού.

Στα παιδιά του σχολείου:

- Η δυσπραξία προκαλεί δυσκολία στην ανάπτυξη των κοινωνικών δεξιοτήτων των παιδιών και αυτά μπορεί να έχουν προβλήματα στις σχέσεις με τους συνομηλίκους τους. Μολονότι είναι έξυπνα παιδιά, ωστόσο φαίνονται ανώριμα και μερικά μπορεί να αναπτύξουν φοβίες και ψυχαναγκαστική συμπεριφορά.
- Όλοι οι νέοι άνθρωποι πρέπει να αντιμετωπίζουν τις γρήγορες αλλαγές που συμβαίνουν στο σώμα τους. Όμως πολλοί νέοι με τη διαταραχή της δυσπραξίας, εκτός από τις δυσκολίες λόγου και ακαδημαϊκής προόδου, έχουν και άγχος για την αντιμετώπιση των προβλημάτων συντονισμού.
- Οι δυσκολίες συντονισμού των κινήσεων δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα στο μάθημα της φυσικής αγωγής και σε άλλες αθλητικές δραστηριότητες.
- Οι δυσκολίες στην ομιλία καθώς γίνονται φανερές ακόμα και σε περιστασιακές συζητήσεις, μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στην κοινωνικότητα του ατόμου καθώς το καθιστούν απρόθυμο να συμμετάσχει με θέρμη σε συζητήσεις.
- Οι δυσκολίες στη γραφή, όπως τα κακοσχηματισμένα γράμματα, το άρπαγμα του μολυβιού και το αργό γράψιμο, μπορεί να καταστήσουν τη σχολική εργασία απογοητευτική.

Έφηβοι και ενήλικες:

Οι επιπτώσεις της δυσπραξίας στους ενήλικες παρουσιάζονται σε κάθε πτυχή της ενήλικης ζωής. Οι δυσκολίες μπορεί να έχουν επίδραση:

- Στην οδήγηση
- Στην ολοκλήρωση των καθημερινών εργασιών του νοικοκυριού
- Στο μαγείρεμα
- Στην προσωπική περιποίηση και αυτοεξυπηρέτηση
- Στην απαραίτητη επιδεξιότητα των χεριών για γράψιμο και πληκτρολόγηση
- Στον έλεγχο της έντασης της φωνής, του τόνου και της άρθρωσης.
- Σύγχυση της αντίληψης εξαιτίας της ευαισθησίας στο φως, στο άγγιγμα, στον χώρο, στη γεύση και στις οσμές.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως αν ένα πρόσωπο παρουσιάζει τέτοιου είδους δυσκολίες, όπως αυτές που περιγράφονται πιο πάνω, δεν είναι απαραίτητο να έχει δυσπραξία. Αν όμως ένα άτομο εμφανίζει δυσκολίες αυτού του τύπου, για χρονικό διάστημα, επιβάλλεται η εξέτασή του από ειδικό για να διερευνηθεί η πιθανότητα εμφάνισης της δυσπραξίας. (Bakali, 2007)

Τι συμβαίνει μέσα στον εγκέφαλο;

Ο φλοιός του εγκεφάλου αποτελεί το μεγάλο σημαντικό χώρο του εγκεφάλου και διαιρείται σε τέσσερις ξεχωριστές περιοχές: η περιοχή κίνησης, ο μετωπιαίος λοβός, η αισθητήρια περιοχή και ο οπίσθιος φλοιός του εγκεφάλου. Όπως υποδηλώνει το όνομα, ο μετωπιαίος λοβός (frontal lobe) βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του εγκεφάλου. Τόσο η περιοχή κίνησης όσο και η αισθητήρια περιοχή αποτελούν ζώνες, που εκτείνονται κατά μήκος του εγκεφάλου, αμέσως μετά τον μπροστινό λοβό. Πίσω από τον αισθητήριο φλοιό βρίσκεται ο οπίσθιος φλοιός του εγκεφάλου, όπου διατηρούνται βαθιά μέσα στον εγκέφαλο οι ακουστικές και οπτικές περιοχές (Μαρκούλη, 2006). Τα ερεθίσματα από τα αισθητήρια όργανα μεταδίδονται στον φλοιό του εγκεφάλου μέσω ενός δικτύου οδών νευρικών αξόνων.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μάθησης, εγκαθίστανται οι σύνδεσμοι ανάμεσα στα νευρικά κύτταρα (νευρικές οδοί). Ενδυναμώνονται όταν επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα – για παράδειγμα, ένα παιδί μαθαίνει να επεξεργάζεται την πολύπλοκη σειρά κινήσεων που απαιτούνται για να σηκώσει ένα ποτήρι και να πιει από αυτό (Μαρκούλη, 2006). Η συνεχής επανάληψη επιτρέπει το

σχεδιασμό αυτών των ενεργειών να γίνουν σχεδόν αντανακλαστικές. Χρησιμοποιώντας εξωτερικά αισθητήρια δεδομένα, π.χ. οπτικό πεδίο και ήχο, μαζί με αυτά τα "αποκλιθείσα" μοτίβα κίνησης, ο φλοιός του εγκεφάλου μπορεί να κρίνει την καλύτερη πορεία ενέργειας που μπορεί να ακολουθήσει. Μετά στέλνει τα κατάλληλα κινητικά ερεθίσματα. Η δυσπραξία συνδέεται με προβλήματα στην ανάπτυξη των νευρικών οδών. Οι τεχνικές MRI (εγκεφαλική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού) έχουν αναγνωρίσει ανωριμότητες στην ανάπτυξη αυτών των νευρικών οδών σε μερικά άτομα με δυσπραξία. Αν αυτοί οι οδοί δεν αναπτυχθούν, είναι λογικό ο συντονισμός και οι προσπάθειες του παιδιού για ελεγχόμενη κίνηση επίσης να μην αναπτυχθούν.

Ο φλοιός του εγκεφάλου διαιρείται σε δεξί και αριστερό ημισφαίριο, τα οποία έχουν εξειδικευμένες λειτουργίες. Λειτουργούν σχεδόν ξεχωριστά. Πολλές λειτουργίες τις «μοιράζονται», αλλά γενικά κάθε πλευρά μοιάζει να εργάζεται σχεδόν ανεξάρτητα, προσφέροντας μία πληροφορία για να ολοκληρωθεί η «εικόνα» και συνεπώς, να σχηματιστεί ένα σύνολο, π.χ. το αριστερό ημισφαίριο δέχεται τις πληροφορίες ανακατεμένα και ασύνδετα μόνο όταν το δεξί ημισφαίριο εργαστεί αρμονικά με το αριστερό, ερμηνεύονται εικόνες και ενέργειες με τη σωστή σειρά οι πληροφορίες κατανοούνται ως ένα ολοκληρωμένο κομμάτι ή αντικείμενο. Στα άτομα με δυσπραξία φαίνεται ότι τα δύο ημισφαίρια δεν ανταποκρίνονται ταυτόχρονα και συντονισμένα.

Επίσης, είναι η ανάπτυξη των δύο ημισφαιρίων που αποφασίζει κατά πόσο ένα άτομο είναι δεξιόχειρας ή αριστερόχειρας, αλλά και πάλι αυτή η βασική ανάπτυξη μοιάζει ουσιαστικά μειωμένη και επομένως, το παιδί μπορεί να χρησιμοποιεί και τα δύο χέρια χωρίς προτίμηση για κάποιο χρονικό διάστημα, μειώνοντας έτσι ακόμα περισσότερο την ανάπτυξη ικανοτήτων γραφής.

Επίσης, ο φλοιός περιβάλλει δομές γνωστές ως ο «θάλαμος», «υποθάλαμος» και «υπόφυση». Αυτή η περιοχή είναι γνωστή ως στεφανιαίο μεταιχμιακό σύστημα εγκεφάλου. Αυτό το σύστημα είναι υπεύθυνο για τις «ενστικτώδεις» και αυτόματες αντιδράσεις εντός του σώματος. Επίσης, είναι στενά συνδεδεμένο με τη συναισθηματική συμπεριφορά. Καθώς ο φλοιός ωριμάζει, δρα ως προς τη «μετρίαση» των επιδράσεων της συναισθηματικής παραγωγής του στεφανιαίου μεταιχμιακού συστήματος σχετικά με αντιδράσεις σε ερεθίσματα. Αν δεν ήταν έτσι, το άτομο θα ήταν υπερενθουσιώδες, υπερευαίσθητο και υπερβολικά ευαίσθητο σε εξωτερικά ερεθίσματα. (Tanaka et al, 1996).

3.2.2. Σύνδρομο ελλειμματικής προσοχής - Υπερκινητικότητα

Το όνομα ADHD προέρχεται από το ακρωνύμιο Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (μεταφράζεται "Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής - Υπερκινητικότητα"). Τρεις φορές πιο συχνό στα αγόρια από όσο στα κορίτσια, το οικογενειακό σύνδρομο ADHD προσβάλλει 1 στα 100 παιδιά κάτω των 11 ετών. Συχνά το σύνδρομο σχετίζεται με αρνητικές επιδόσεις στο σχολείο, καθυστέρηση μάθησης και επικοινωνίας. Η διαταραχή ADHD συμπεριφορικά μεταφράζεται ως ανικανότητα ρύθμισης της συμπεριφοράς.

Αιτιολογία: Δυστυχώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τις ακριβείς αιτίες που προκαλούν την ADHD, όμως οι γενετικοί παράγοντες φαίνεται να παίζουν μεγάλο ρόλο. Η ADHD είναι κυρίως οικογενής νόσος. Εάν υπάρχουν άλλα οικογενειακά προβλήματα, δεν είναι ξεκάθαρο αν αυτά συνεισφέρουν στην ADHD ή αν η οικογένεια αντιμετωπίζει αυτά τα προβλήματα επειδή είναι δύσκολο να συμβιώνεις με παιδιά με ADHD. Το γεγονός ότι πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι στα παιδιά με ADHD, μέρη του εγκεφάλου (μετωπιαίος και βρεγματικός λοβός, και μέρος του μέσο εγκεφάλου) δυσλειτουργούν, δεν μπορεί να θεωρηθεί απαραίτητα και ως αιτιολογικός παράγοντας της νόσου.

Δυσκολίες στη διάγνωση: Υπάρχουν διαφορετικές αντιλήψεις για την ADHD ανά τον κόσμο και η διάγνωση και η θεραπεία αλλάζουν με ταχύτητα. Σε μερικές χώρες, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, η διάγνωση περιλαμβάνει ένα περιορισμένο εύρος συμπεριφορών και έτσι τα παιδιά διαγιγνώσκονται με ευκολία και αντιμετωπίζονται με φάρμακα. Στον υπόλοιπο κόσμο, το ADHD δεν αναγνωριζόταν εύκολα, μέχρι πριν από λίγα χρόνια. Πολύ συχνά μπορεί να συγχυστεί με εναντιωματικά προβλήματα (επιθετική συμπεριφορά) ή μεμονωμένες δυσκολίες οι οποίες είναι μέρος της φυσιολογικής ανάπτυξης και δεν απαιτούν αντιμετώπιση. Για αυτούς τους λόγους και προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση των γονέων, είναι σημαντικό τα παιδιά να αξιολογηθούν σωστά και, εφόσον είναι αναγκαίο, να αντιμετωπιστούν βάσει αυστηρών κλινικών οδηγιών (Κάκουρος – Μανιαδάκη, 2000).

Τα συμπτώματα ή οι αιτιάσεις πρέπει να είναι παρόντα για τουλάχιστον 6 μήνες, και συνήθως ξεκινούν στην προσχολική ηλικία. Τα παιδιά αυτά έχουν επίσης συχνά γλωσσικές δυσκολίες ή ειδικές μαθησιακές ανάγκες.

3.2.2.1. Σύνδρομο ελλειμματικής προσοχής - Υπερκινητικότητα και απεικονιστικές μέθοδοι

Την πρώτη περιγραφή συμπτωμάτων παρόμοιων με εκείνα της ΔΕΠ-Υ από τον Still (1902) περιλάμβανε η υπόθεση ότι η διαταραχή αυτή είναι αποτέλεσμα της επίδρασης κληρονομικών παραγόντων ή κάποιας εγκεφαλικής βλάβης. Οι σύγχρονες έρευνες εξακολουθούν να ασχολούνται με αυτούς τους δύο πιθανούς αιτιολογικούς παράγοντες, για τους οποίους μάλιστα έχει συγκεντρωθεί ο μεγαλύτερος αριθμός αποδείξεων στις έρευνες που διεξάγονται για τη ΔΕΠ-Υ. Στη διάρκεια του 20ού αιώνα ερευνητές εντόπισαν πολλές ομοιότητες ανάμεσα στα συμπτώματα ατόμων με ΔΕΠ-Υ και ατόμων που είχαν υποστεί κάποια βλάβη ή τραυματισμό στο μετωπιαίο λοβό (frontal lobe) και, ειδικότερα, στον προμετωπιαίο φλοιό του εγκεφάλου. Τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες που έχουν υποστεί βλάβη στο προμετωπιαίο τμήμα του φλοιού του εγκεφάλου παρουσιάζουν ελλείμματα στη συντηρούμενη προσοχή, τον ανασταλτικό έλεγχο, τη ρύθμιση του συναισθήματος και των κινήτρων, καθώς επίσης στην ικανότητα για διαχρονική οργάνωση της συμπεριφοράς.

Η νευρολογική βάση της ΔΕΠ-Υ υποστηρίζεται και από πολλές άλλες ενδείξεις. Η πρόωπη εμφάνιση των συμπτωμάτων της ΔΕΠ-Υ και η σχετική επιμονή τους στο χρόνο, καθώς και η σχέση τους με άλλες αναπτυξιακές διαταραχές (π.χ. μαθησιακές δυσκολίες, διαταραχές λόγου, κινητικές δυσκολίες) πιστεύεται ότι σχετίζονται με νευρολογικές βλάβες. Επίσης, η σημαντική βελτίωση που διαπιστώνεται συχνά σε άτομα με ΔΕΠ-Υ στα οποία έχουν χορηγηθεί διεγερτικά φάρμακα έχει στρέψει τους ερευνητές στην αναζήτηση αιτιών που σχετίζονται με νευροαναπτυξιακούς παράγοντες. (Κάκουρος – Μανιαδάκη, 2000).

Τα τελευταία χρόνια έχουν συγκεντρωθεί ερευνητικά δεδομένα τα οποία στηρίζουν πιο άμεσα τις εκτιμήσεις για τη νευροαναπτυξιακή βάση αυτής της διαταραχής. Μελέτες οι οποίες βασίζονται σε νευροφυσιολογικές μετρήσεις έχουν δείξει χαμηλότερα επίπεδα διέγερσης σε άτομα με ΔΕΠ-Υ, ενώ από τη χρήση δοκιμασιών επαγρύπνησης διαπιστώθηκε ότι τα άτομα με ΔΕΠ-Υ έχουν χαμηλότερες επιδόσεις. Παράλληλα, βρέθηκε ότι οι επιδόσεις των ατόμων με ΔΕΠ-Υ στα τεστ επαγρύπνησης βελτιώνονται μετά τη χορήγηση διεγερτικών φαρμάκων .

Σε αρκετές μελέτες διερευνήθηκε επίσης η εγκεφαλική αιματική ροή σε παιδιά με ΔΕΠ-Υ και σε «φυσιολογικά» παιδιά. Κλασική είναι η έρευνα του Zametkin και των συνεργατών του (1990), οι οποίοι με τη μέθοδο της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων

(PET) μελέτησαν τη μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου σε 25 ενήλικες με ΔΕΠ-Υ που είχαν παιδιά με ΔΕΠ-Υ. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα άτομα αυτά παρουσίαζαν σε σημαντικό βαθμό μειωμένη μεταβολική δραστηριότητα γλυκόζης, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, κυρίως στις μετωπιαίες περιοχές (frontal regions) του εγκεφάλου. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώναν παλαιότερες νευρολογικές έρευνες που έδειχναν μειωμένη εγκεφαλική αιματική ροή στις μετωπιαίες περιοχές του εγκεφάλου παιδιών με ΔΕΠ-Υ .

Τα τελευταία χρόνια, επίσης, η λεπτομερής ανάλυση της δομής του εγκεφάλου με τη χρήση μαγνητικής τομογραφίας (MRI) υψηλής ανάλυσης έδειξε ότι υπάρχουν δομικές διαφορές σε ορισμένες περιοχές του εγκεφάλου των ατόμων με ΔΕΠ-Υ σε σύγκριση με τα άτομα της ομάδας ελέγχου. Στις εν λόγω μελέτες εξετάστηκαν αρχικά οι περιοχές των αριστερών και δεξιών κροταφικών λοβών οι οποίες σχετίζονται με την ακουστική διάκριση και ανάλυση σε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες καθώς και σε «φυσιολογικά» παιδιά.

Για ένα χρονικό διάστημα οι ερευνητές οι οποίοι μελετούσαν τις δυσκολίες ανάγνωσης επικέντρωσαν το ενδιαφέρον τους σε αυτές τις περιοχές του εγκεφάλου, επειδή η σχέση τους με την ανάλυση των ήχων της ομιλίας θεωρείται δεδομένη. Στις συγκεκριμένες έρευνες βρέθηκε ότι το μέγεθος ορισμένων περιοχών των κροταφικών λοβών (temporal lobes) τόσο στα παιδιά με ΔΕΠ-Υ όσο και σε αυτά με τις μαθησιακές δυσκολίες είναι μικρότερο. Διαφορές στο μέγεθος ορισμένων περιοχών του εγκεφάλου των παιδιών με ΔΕΠ-Υ διαπιστώθηκαν και σε άλλες πρόσφατες έρευνες (Κάκουρος – Μανιαδάκη, 2000).

Φαίνεται λοιπόν ότι η ΔΕΠ-Υ σχετίζεται πράγματι με ανωμαλίες στην ανάπτυξη του εγκεφάλου, κυρίως στις προμετωπιαίες περιοχές, και ότι αυτές οι ανωμαλίες πρέπει να προέκυψαν κατά την εμβρυϊκή περίοδο. Άλλωστε, το πρόσθιο μέρος του εγκεφάλου είναι το τμήμα εκείνο όπου «πραγματοποιούνται ο σχεδιασμός της ακολουθίας των πράξεων, ο έλεγχος των παρορμήσεων, η εκτίμηση του χρόνου, αλλά και πολύπλοκες σύνθετες σκέψεις που ανατρέχουν στα περιεχόμενα της μνήμης πριν την εκτέλεση κάποιας ενέργειας. Αν αυτή η περιοχή έχει υποστεί βλάβη, ο εγκέφαλος δεν μπορεί να σταματήσει τις "αυθόρμητες" αντιδράσεις στα προσλαμβανόμενα ερεθίσματα». Επομένως, τα ευρήματα της νευροψυχολογίας συμφωνούν με τις σύγχρονες απόψεις ότι η ουσιαστική δυσκολία των ατόμων με ΔΕΠ-Υ βρίσκεται στη ρύθμιση της συμπεριφοράς με βάση κανόνες και στην αναστολή των παρορμητικών αντιδράσεων.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειώσουμε ότι τα εν λόγω ερευνητικά δεδομένα δεν αποτελούν για την ώρα αποδείξεις και ότι τα συμπεράσματα τους

μπορούν να γενικευθούν δύσκολα, επειδή το μέγεθος του δείγματος το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν μικρό. Αξίζει επίσης να παρατηρήσουμε ότι σε καμιά από τις πρόσφατες μελέτες που στηρίχθηκαν σε νευροαπεικονιστικές τεχνικές δεν διαπιστώθηκε βλάβη στη δομή του εγκεφάλου των ατόμων με ΔΕΠ-Υ διαπιστώθηκε μόνο ότι οι περιοχές που έχουν βρεθεί να σχετίζονται με τη ΔΕΠ-Υ έχουν μικρότερο μέγεθος από το κανονικό. Τα ευρήματα αυτά φαίνεται να συμφωνούν με παλαιότερες διαπιστώσεις, σύμφωνα με τις οποίες η εγκεφαλική βλάβη είναι πιθανό να ευθύνεται για το 5% περίπου των περιπτώσεων υπερκινητικότητας

Οι διαφορές που εντοπίστηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις στη δομή του εγκεφάλου αποδίδονται σε ανωμαλίες της ανάπτυξης στις συγκεκριμένες περιοχές. Τα αίτια αυτών των ανωμαλιών δεν είναι γνωστά, φαίνεται όμως ότι υπόκεινται σε γενετικό έλεγχο. Σύμφωνα λοιπόν με τα ευρήματα που έχουμε στη διάθεση μας μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι τα γονίδια ελέγχουν κατά ένα μεγάλο μέρος την αναπτυξιακή δομή του εγκεφάλου. (Κάκουρος – Μανιαδάκη, 2000).

Συμπεράσματα

Με την παραπάνω εργασία επιχειρήσαμε να αναφέρουμε τις ωφέλειες των απεικονιστικών μεθόδων στη διάγνωση των μαθησιακών και αναπτυξιακών διαταραχών.

Πριν από μία περίπου δεκαετία, ειδικοί εργαζόμενοι πάνω στη θεραπεία των μαθησιακών και αναπτυξιακών διαταραχών σε παιδιά μικρών ηλικιών κυρίως, βρεθήκαν αντιμέτωποι με κάποιες περιπτώσεις, οι οποίες είχαν μεν τη κλινική εικόνα του παιδιού με μαθησιακές δυσκολίες ή αναπτυξιακές διαταραχές, αλλά μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, δεν μπορούσαν να προχωρήσουν στα κανονικά και φυσιολογικά θα λέγαμε πλαίσια.

Σκεφθήκαμε λοιπόν ότι αφού ο εγκέφαλος είναι αυτός που δίνει όλες τις εντολές για το ότι κάνουμε ίσως παίζει και κάποιο ρόλο και στις μαθησιακές και αναπτυξιακές διαταραχές. Έτσι, αρχίσαμε την διερεύνηση και τα αποτελέσματα είναι σε αυτήν την εργασία αναφέροντας συμπερασματικά ότι με την βοήθεια των απεικονιστικών μεθόδων (αφού μόνο μέσω αυτών μπορούμε να εξετάσουμε τον εγκέφαλο) η διάγνωση γίνεται ασφαλέστερη και πιο αποτελεσματική και θα πρέπει οι ειδικοί να τις ζητάνε από τους ασθενείς τους για την περαιτέρω διερεύνηση και αντιμετώπιση αυτών των διαταραχών καθώς βρέθηκαν ευρήματα στον εγκέφαλο που εξηγούν την διαταραχή του κάθε παιδιού ή ενήλικα που δεν υπάρχουν σε κάποιο "φυσιολογικό" θα λέγαμε άτομο.

Επειδή, η ανάπτυξη του λόγου είναι μια πολύπλοκη, προοδευτική διαδικασία που έχει σχέση με τη λειτουργία των φωνητικών οργάνων και την απαρτίωση αυτής της λειτουργίας στον εγκέφαλο η χρήση των μεθόδων απεικόνισης θα βοηθήσει για την περαιτέρω ανάλυση και αντιμετώπισή τους.

Τέλος, με περισσότερη έρευνα, οι επιστήμονες ελπίζουν να μάθουν ακριβώς πώς οι διαφορές στις δομές και τις διαδικασίες του εγκεφάλου συμβάλλουν στις μαθησιακές δυσκολίες και αναπτυξιακές διαταραχές, και πώς αυτές οι διαφορές μπορούν να αντιμετωπιστούν ή να αποτραπούν (Pierangelo, 2006).

Βιβλιογραφία

- Αγαλιώτης, Ι. (2000). *Μαθησιακές Δυσκολίες στα μαθηματικά, Αιτιολογία Αξιολόγηση – Αντιμετώπιση*. Χ.Τ.: Ελληνικά γράμματα..
- Αναστασίου, Δ. (1990). *Δυσλεξία: θεωρία και έρευνα. Όψεις πρακτικής*. Τόμος 1 Αθήνα: Ατραπός
- Βογινδρούκας, Γ. (2003). *Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες - Δυσορθογραφία.. Θέματα ειδικής αγωγής, 10: 1- 5*
- Δημητρίου, Σ. (1994). *Λεξικό όρων γλωσσολογίας*. Αθήνα: Καστανιώτη
- Δήμου, Δ.Δ. (1982). *Η Δυσορθογραφία. Οι κοινωνικές και ψυχολογικές της απόψεις*. Αθήνα: χ.ε.
- Δημητρίου- Χατζηστεφάνου, Λ. (2001). *Τα 6 πρώτα χρόνια της ζωής*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Ζακοπούλου. Β, (2003). *Τεστ πρώιμης ανίχνευσης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Θωμάς, Ρ. & Αρζιμανόγλου, Α. (1998). *Επιληψίες*. Αθήνα: Παρισιάνου
- Κάκουρος, Ε. & Μανιαδάκη, Κ. (2000). *Διαταραχή ελλειμματικής προσοχής Υπερκινητικότητα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Καραπέτσας, Α.Β. (1997). *Η δυσλεξία στο παιδί. διάγνωση και θεραπεία*. Αθήνα Ελληνικά Γράμματα
- Καρπαθίου, Χ. (1994). *Δυσλεξία*. Αθήνα: ελλήν
- Κεχαγιά, Ε., Κασάπη, Ε., & Τσολάκη, Μ.(2002). *Εισαγωγή στην νευρο ψυχολογία*. Θεσσαλονίκη: University studio press
- Κουτσούρης, Δ., Νικήτα, Κ. & Παυλόπουλος, Σ. (2004). *Ιατρικά απεικονιστικά συστήματα*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα
- Λογοθέτη, Ι. & Μυλωνάς, Ι, (1996). *Νευρολογία*. Θεσσαλονίκη: University studio press
- Μακρουλή. Ε, (2006). *Δυσπραξία: τι συμβαίνει μέσα στον εγκέφαλο*. *Dyspraxia foundation uk, elle.*
- Μαρκοβίτης, Μ. & Τζουριάδου, Μ. (1991). *Μαθησιακές Δυσκολίες θεωρία*

και πράξη. Θεσσαλονίκη: Προμηθεύς

- Μεχελουγιάννης, Ι. & Τζενάκη, Μ. (1997). *Μαθησιακές δυσκολίες*.
Εκδόσεις: Γρηγόρης
- Παρασκευόπουλος, Ι.Ν. (1999). *ΑθηνάΤεστ*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Πήτα, Ρ. & Κιοσέογλου, Σ. (2004). *Νευροεπιστήμη της γλώσσας*.
Θεσσαλονίκη: University studio press
- Πολομαρκάκη, Ε. (1989). *Δυσορθρογραφία*. Παιδαγωγική Ψυχολογική
Εγκυκλοπαίδεια. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Σακκάς, Β. (2002). *Μαθησιακές Δυσκολίες και οικογένεια, Παιδαγωγική και
κοινωνιοψυχολογική προσέγγιση*. χ.τ: Ατραπός.
- Τζουριάδου, Μ. (1985). *Ένα θεραπευτικό πρόγραμμα για τις μαθησιακές
δυσκολίες*. Θεσσαλονίκη: χ.ε
- Τραυλός, Α. (1998). *Ψυχοκινητική ανάπτυξη παιδιών ηλικίας 2-7 χρονών*.
Αθήνα: Σαββάλας
- Bar, M., Tootell, D.L., Schacter, D.N. & Greve, B. (2001). Cortical
Mechanisms specific to explicit visual object recognition.
Neuron, 29, pp. 529 – 535
- Barinaga, M. (1997). What makes brain neurons run?. *Science*, 25:276
- Berrniger, V. (2001). Understanding the lexia in dyslexia. *Ann Dyslexia*, 51:
23 – 48 Bernal, B. & Altman, N. (2003). Speech delay in
children: A functional MR Imaging study. *Pediatric
Imaging*, 229, page: 651-658
- Biggio, N., Mechelli, A., Patterson, K. & Noppeney, U. (2003). Normal and
pathological reading: converging data from lesion and imaging
studies, *Neuroimage* 20, page: S30 – S41
- Borel, S. & Maisony, S. (1997). Lecture et dyslexie. In Bull. *D'audio
phonologie*, 2
- Blakemore & Frith, U. (2003). *The learning brain*. Blackwell Publish: ISBN
- Brent, AV., Deedak, ND. & Douglas, LD. (1987). Cingulate cortex of the
rhesus monkey: Cytoarchitecture and thalamic. *The Journal of
Neurology*, 262: 256 – 270
- Brerer, GL., Simow, PG., Zouridakis, G. & Papanikolaou, AC. (1998).

Relative timing of cortical activation during a word recognition task. *Neuropsychology*, 20: 782 – 790

- Cardon, I., Smith, S.D., Fulker, D.W., Kimberling, W.L., Pennington,
- Campolini, C. (1988). *Etude du langage écrit*. Notes de cours: I.L.M.H.
- Cohen, J. (1980). *Cerebral evoked potentials in dyslexic children*.
Washington, D.C.
- Culham, J.C. & Valyear, K.E. (1996). Human parietal cortex in action. *Curr Opin Neurobiol*, 16:205- 212
- DeFries, J.C. (1994). Quantitative trait locus for reading disability on chromosome 2. *Science*, 266: 276 – 279
- Dehaene, S., Poline, J.P., Bihan, D.L. & Cohen, L. (2002). The visual word form area: a prelexical representation of visual words in the left fusiform gyrus. *Neuroreport*, 13, pp.321- 325.
- Droukers, N. & Ogar, J. (2004). Brain areas involved in speech production. *July, Guarantor of brain*, 7, page: 1461-146
- Eckert, M., Leonard, C., Richard, T., Elizabeth, H., Thomson, J. & Berninger, D. (2002). Anatomical correlates of dyslexia : frontal and cerebellum findings. *Brain*, 125, 482 – 494
- Eichnbaum, H. & Cohen, N.J. (1993). Memory, amnesia and the hippocampal system. *Nature*, 362: 184 – 188
- Fosse, D., Hodge, S.M. & Makris, N. (2004). Language association cortex asymmetry in autism and specific language impairment. *Ann Neurol*, 56: 757 - 66
- Fried, I. (1981). Developmental dyslexia: electrophysiological evidence of clinical subgroups. *Brain and Language*, 12: 14 - 22
- Galaburda, A.M., Menard, M.T. & Rosen, G.D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proc Natl Acad U S A*, 91: 8010-3
- Geary, D.G. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychol Bull*, 114: 345 – 362

- Gevins, A., Martin, N.K., Brickett, P., Desmond, J. & Reutter, B. (1994). EEG – 124- channel recording, spatial deblurring and MRI intergration methods. *Journal of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 90, 337-58
- Hamalainen, V., Hari, R., Iimoniemi, R., Knuutila, J.& Lounasmaa, O.V. (1993). Magnetoencephalography – theory, instrumentation, and applications to non-invasive studies of the working human brain. *Reviews of Modern Physics*, 65: 413- 97.
- Herholz, K., Erani, D., Fazekas, H., Baumgartner, R. W. & Baroc, C. (2001). A survey of neuroimaging research in European neurological departments. *European Journal of Neurology*, 8: 111-117
- Hugdahl, K., Gundersen, H. & Brekke, C. (2004). FMRI activation in a Finish family with specific language impairment compared with normal control group. *J Speech Lang Hear Res*, 47: 162 – 7
- Johnsin, J. (1984). Regional brain activity in dyslexic and control children during tasks: Visual probe event related potentials. *Brain and Language*, 21: 233 – 254
- Kadosh, C., Kadosh, K., Schuhmann, T., Kass, A., Goebel, R., Henic, A. & Sack, A. (2007). Virtual Dyscalculia induce by parental lobe TMS impairs automatic Magnitude Processing. *Current Biology*, 17: 1-5
- Katanoda, K., Yoshikawa, K. & Sugishita, M. (2000). A functional MRI study onthe neural substrates forwriting. *PubMed*, 18:34-42
- Kimderg, DY. & Farah, MJ. (1993). A unified account of cognitive impairments following frontal lobe damage. The role of working memory in complex, organized behavior. *J. Exp. Psychol. Gen*, 122:411- 28
- Kimihiro, N., Manabu, H., Tomohisa, O., Takashi, H., Keiichiro, T., Hidenao, F., Junji, K. & Hiroshi, S. (2000). Participation of the left posterior inferior temporal cortex in writing and mental recall of kanji orthography. *Brain*, 5, 954-967.
- Lavery, JJ. (1962). Retention of simple motor skills as a function of type of knowledge of results. *Canadian Journal of Psychology*, 16: 300-311.

- Leonard, CM., EcKert, MA., Lombardino, LJ. (2001). Anatomical risk factor for phonological dyslexia. *Cereb Cortex*, 11: 148 – 157
- Menon, V. & Desmond, J. E. (2001). Left superior parietal cortex involvement in writing: integrating fMRI with lesion evidence. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 66, 233–23
- Muller, F. & Rahilly, R. (1990). The human brain at stages 21-23, with particular reference to the cerebral plate and to the development of the cerebellum. *Anat Embryol*, 184:375-400
- Pierangeto, R. & Giuliani, G.(2006). A practical approach to foundation assessment, diagnosis, and teaching. Pearson education: Inc
- Peterson, R., McGrath, L., Smith, S. & Pennington, B. (2007). Neurophysiology and Genetics of Speech, Language, and Literacy Disorders. *Pediatric Clinic*,54:543 – 561
- Price, CJ. & McCrory, E. (2005). Functional brain imaging studies of skilled reading and developmental dyslexia. Blackwell Publishing
- Price, C., Winterburn, D., Moore, C.J. & Noppeney, U. (2003). Cortical localization of the visual and auditory word form areas: a reconsideration of the evidence. *Brain Lang*, 84:120 – 133
- Prof. dr Spasenija Vladislavljevic. (1991). *Disleksija i Disgrafija*. beograd: zavod za udzbenike i nastavna sredstva.
- Raichle, M.E. (1987). Circulatory and metabolic correlates of brain function in Norma humans. *In Handbook of physiology: thenervous system*. Baltimore: American Physiological Society
- Richardson, MP. (2003). Epilepsy and surgical mapping. *British Medical Bulletin*, 65:179-192.
- Richardson, MP., Koepp, MJ. & Brooks, DJ. (1998). Cerebral activation in malformations of cortical development. *Brain*, 121:1295-304
- Rosati, G., & Bastiani, P. (1979): Pure agraphia: a discrete form of aphasia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 42: 266-269
- Shucard, D.W. (1984). Event – related brain potentials differentiate Norman and disabled readers. *Brain and Language*, 21: 318 – 334

- Simos, P.G., Breier, J.I., Fletcher, J.M. & Bergman, E. – Papanicolaou, A.C. (2000). Cerebral Mechanisms involved in word reading in dyslexic children: a Magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex* 10:809-816
- Snowling, M. & Stackhouse, J.(1997). *Dyslexia Speech and Language A practitioner's Handbook*. Whurr Publishers: London
- Temple, E., Deutsch, G., Poldrack, R., Miller, S., Tallal, P., Merzenich, M.& Gabrieli, E. (2003).Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by Behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *The National Academy of Sciences*,100: 2860-2865
- Weismer, SE., Plante, E. & Jones, M. (2005). A functional magnetic resonance imaging investigation of verbal working memory in adolescents with specific language impairment. *J Speech Lang Hear*, 48 : 405 – 25
- Wertz, RT., LaPointe, LL. & Rosenbek JC. (1984). *Apraxia of speech: the disorder and its management*. New York:Grune and Stratton
- Wise, RJ., Green, J., Buchel, C, & Scott, SK. (1999) Brain regions involved in articulation. *Lancet*, 353: 1057–61.

Χρήσιμα internet sites

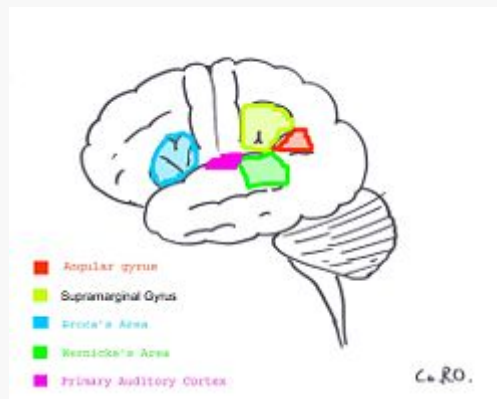
- www.Science direct.com
- www.Scienceguide.nl
- www.neuro.org
- www.specialeducation.gr
- www.radiologyinfo.org
- www.wikipedia.org
- www.e-psychology.gr
- www.noesi.gr
- www.iatreion.gr
- www.in.gr.health
- www.dyspraxiafoundation.org
- www.neurology.gr
- www.neuroimaging.com
- www.health.in.gr
-

Παράρτημα Εικόνα 1

Γωνιακή έλικα

(Blakemore – Frith, 2003)

Brain: Angular gyrus



Το σχήμα ένα επεξηγεί τους σημαντικούς γλωσσικούς τομείς του εγκεφάλου. Η περιοχή 39 Brodmann τονίζεται με κόκκινο.



Σχέδιο ενός απορρίμματος για να επεξηγήσει τις σχέσεις του εγκεφάλου με το κρανίο. (Γωνιακό gyrus που παρουσιάζεται στο ανώτερο αριστερό, στο κίτρινο τμήμα.)

Εικόνα 2 Περιοχή Brodmann 40

(Brent et al, 1987)

Brain: Brodmann area 40



Brodmann area 40



Σχέδιο απεικόνισης για να επεξηγήσει τις σχέσεις του εγκεφάλου με το κρανίο. (Υπερχείλιο έλικα που παρουσιάζεται στο ανώτερο αριστερό, στο κίτρινο τμήμα.),

Εικόνα 3

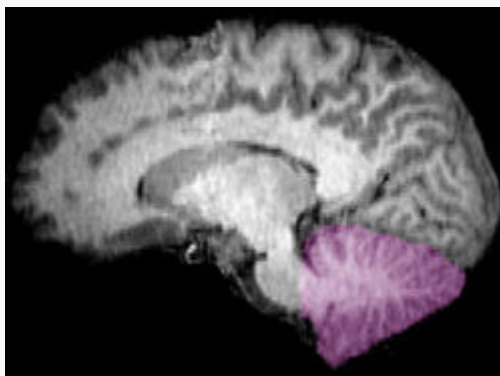
Παρεγκεφαλίδα

(Muller et al, 1990).

Brain: παρεγκεφαλίδα

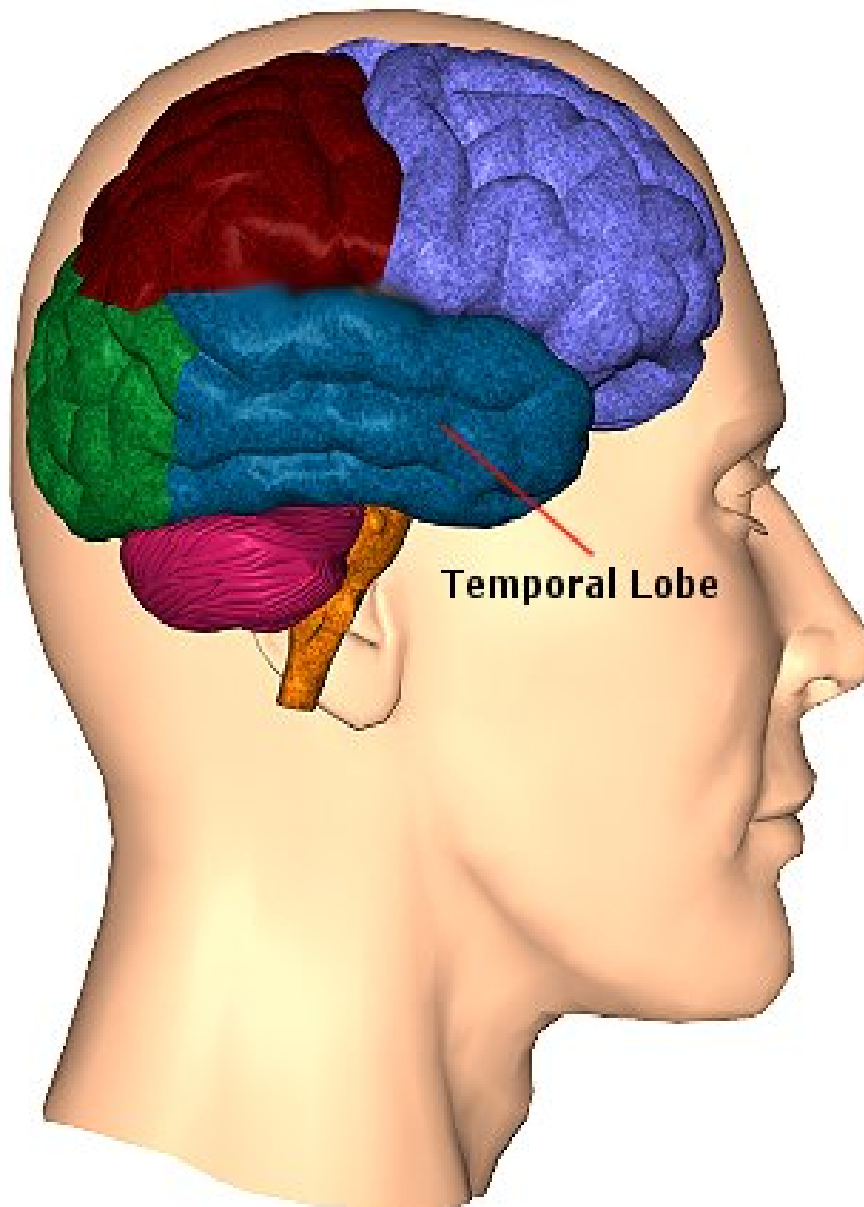


Αριθμός 1a: Α [ανθρώπινος εγκέφαλος](#), με την παρεγκεφαλίδα στην πορφύρα.

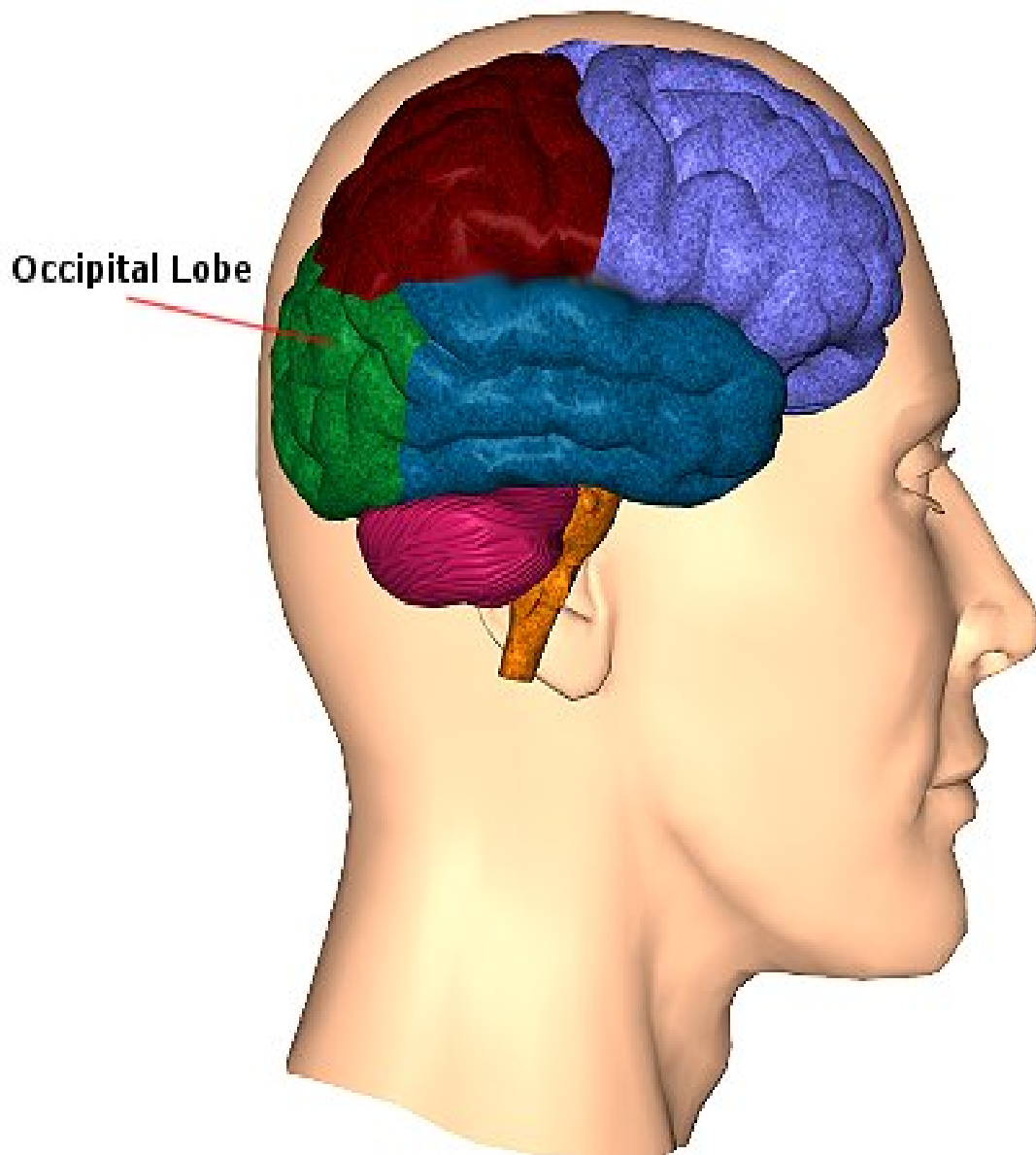


Αριθμός 1b: Εικόνα [MRI](#) που παρουσιάζει έναν μέσο - [βελονοειδής](#) παρουσίαση του ανθρώπινου εγκέφαλου, με την παρεγκεφαλίδα στην πορφύρα.

Εικόνα 4
Κροταφικός λοβός
(Blakemore – Frith, 2003)



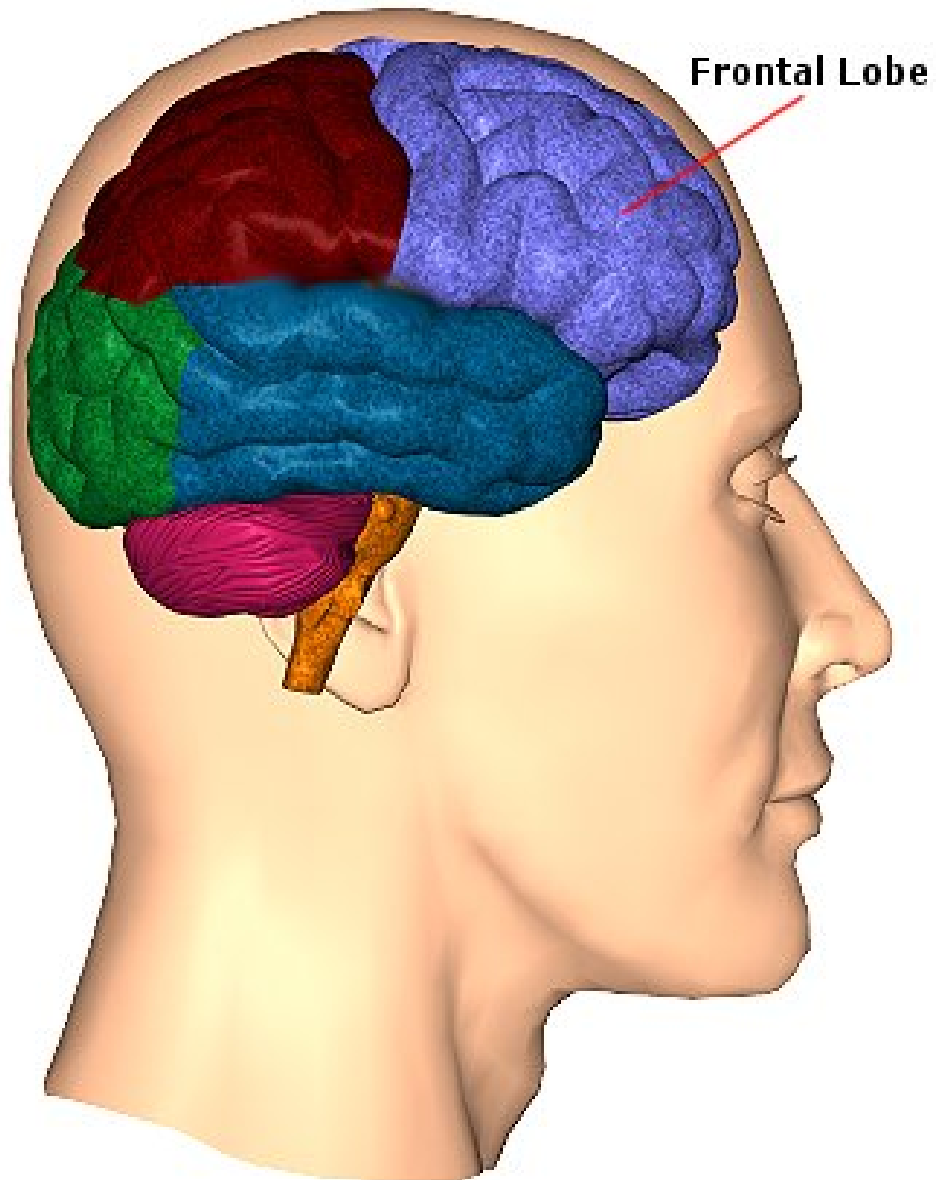
Εικόνα 5
Ινιακός λοβός
(Blakemore – Frith, 2003)



Εικόνα 6

Μετωπιαίος λοβός

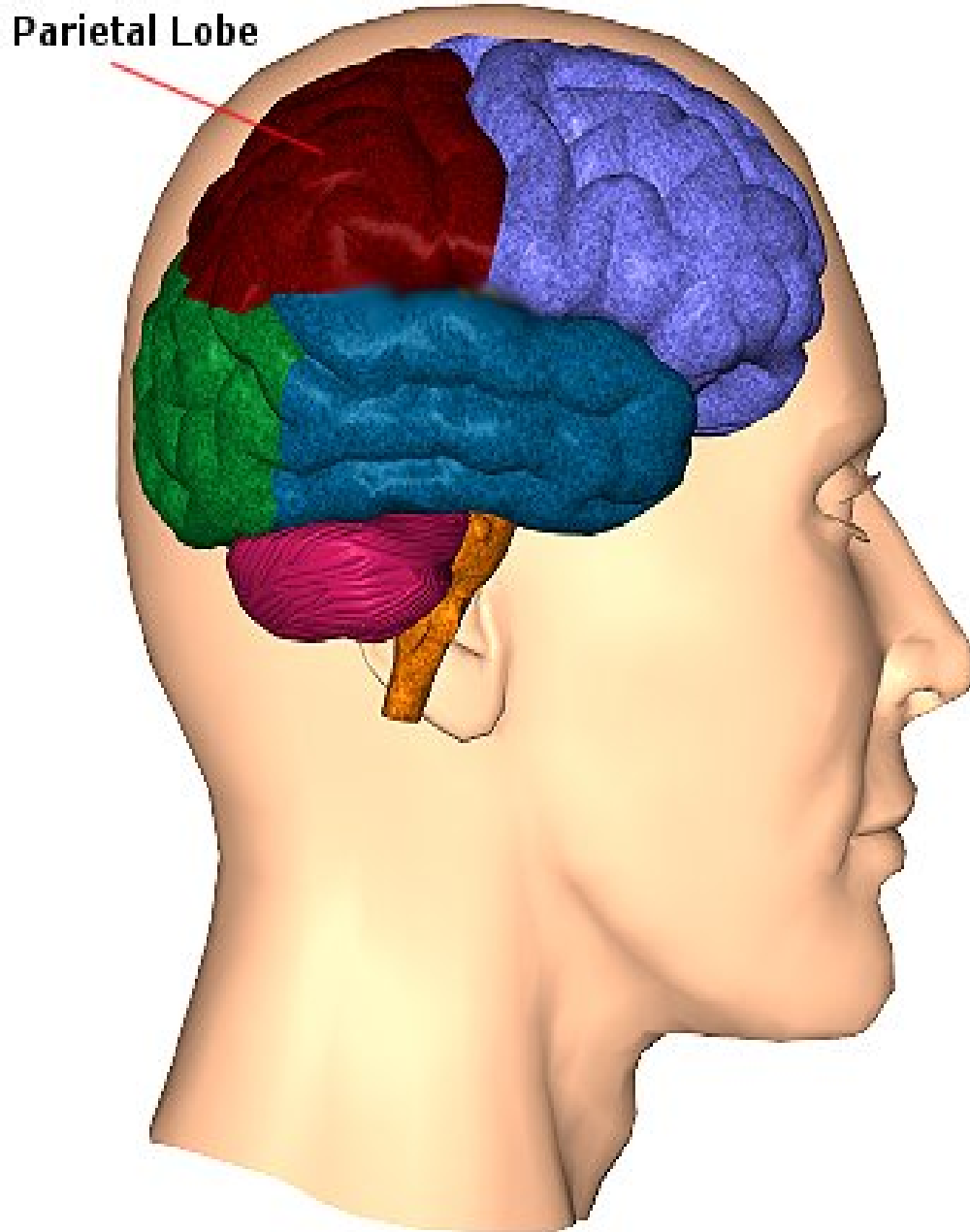
(Kimberg et al, 1993)



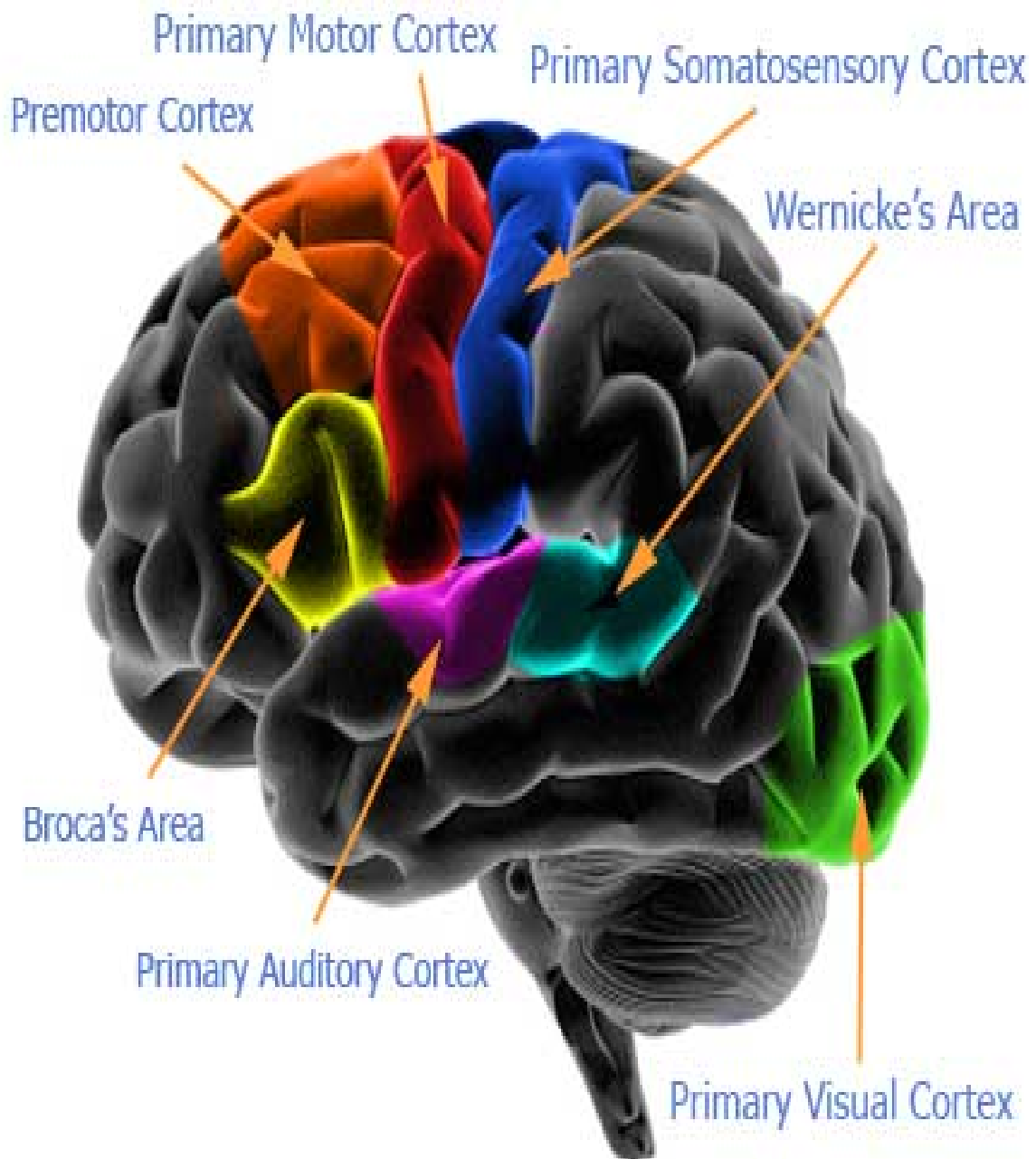
Εικόνα 7

Βρεγματικός λοβός

(Culham et al, 1996)



Εικόνα 8
Φλοιοί εγκεφάλου
(Blakemore – Frith, 2003)



www.BrainHealthandPuzzles.com

Εικόνα 9
Ιππόκαμπος
(Eichnbaum et al,1993)

