



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

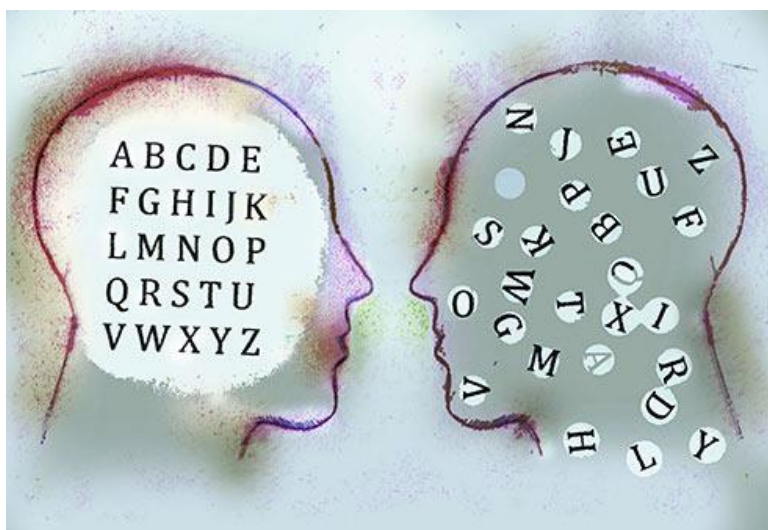
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διάγνωση της δυσλεξίας σε ενήλικες μέσω
νευροαπεικονιστικών μεθόδων/ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.



Γεωργακοπούλου Ελένη, Α.Μ. 16159

Κοκκίνου Αικατερίνη Α.Μ. 16237

Επιβλέπων καθηγητής:

Χριστοδουλίδης Παύλος



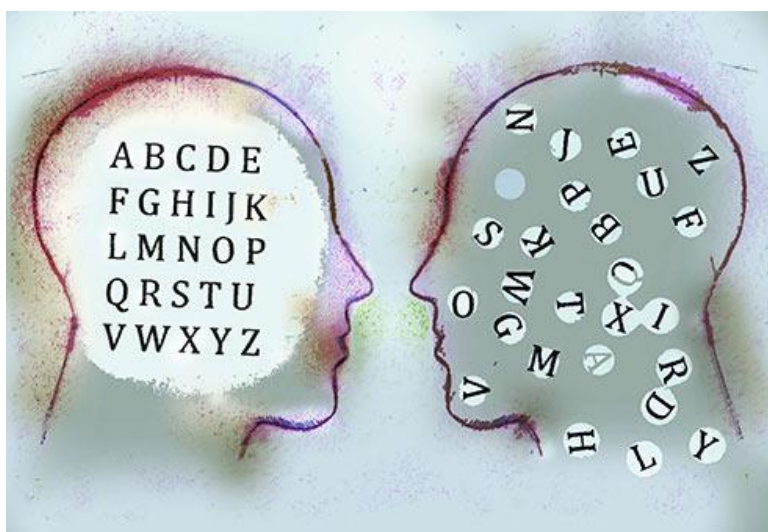
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διάγνωση της δυσλεξίας σε ενήλικες μέσω
νευροαπεικονιστικών μεθόδων/ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.



Γεωργακοπούλου Ελένη, Α.Μ. 16159

Κοκκίνου Αικατερίνη Α.Μ. 16237

Επιβλέπων καθηγητής:

Χριστοδουλίδης Παύλος

Diagnosis of dyslexia in adults by neuroimaging techniques /
electroencephalography.

Περίληψη

Οι ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, *δυσλεξία*, χαρακτηρίζονται από δυσκολίες στην ανάγνωση και το γραπτό λόγο, την επεξεργασία πληροφοριών, τη βραχυπρόθεσμη μνήμη, τις οργανωτικές ικανότητες και την αυτοματοποίηση κατακτημένων δεξιοτήτων. Η δυσλεξία ακολουθεί το άτομο από τα σχολικά του χρόνια και μέχρι την ενήλικη ζωή. Το άτομο μαθαίνει και αναπτύσσει μηχανισμούς αντιμετώπισης καθημερινών δυσκολιών, οι οποίες προκύπτουν λόγω της δικής του δυσκολίας αλλά και της ανεπάρκειας του περιβάλλοντος (σχολικό, εργασιακό, κοινωνικό). Είναι κοινώς γνωστό ότι δεν υπάρχει επαρκής ενημέρωση για την προσφορά των νευροαπεικονιστικών μεθόδων στη διάγνωση των μαθησιακών και αναπτυξιακών διαταραχών, με τη χρήση τους μπορούμε να έχουμε πιο έγκαιρη και ασφαλή διάγνωση των αντίστοιχων διαταραχών, ωστόσο ο τομέας αυτός ολοένα και αναπτύσσεται. Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης, τη συνοπτική αναφορά των αιτιών των ελλειμμάτων στη δυσλεξία και τον τρόπο που αυτά διαγιγνώσκονται και προσεγγίζονται μέσω απεικονιστικών μεθόδων με έμφαση στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.

Λέξεις κλειδιά: δυσλεξία, διάγνωση, νευροαπεικονιστικές μέθοδοι, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG).

Abstract

Special learning difficulties, dyslexia, are characterized by difficulties in reading and writing, information processing, short-term memory, organizational skills, and automation of acquired skills. Dyslexia follows the person from his school years to adulthood. The person learns and develops mechanisms to deal with everyday difficulties that arise due to his own difficulty and the inadequacy of the environment (school, work, social). It is commonly known that there is insufficient information about neuroimaging methods in the diagnosis of learning and developmental disorders, and we can have a more timely and safe diagnosis of the disorder, but this area is growing. The present study aims to summarize the causes of deficits in dyslexia and the way they are diagnosed and approached through imaging methods with an emphasis on electroencephalography.

Key words: dyslexia, diagnosis, neuroimaging techniques, electroencephalography (EEG).

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
A. ΔΥΣΛΕΞΙΑ	3
1.1. Τι είναι η δυσλεξία	4
1.2. Τα χαρακτηριστικά των ατόμων με δυσλεξία.	4
Συμπτωματολογία–γενικά χαρακτηριστικά ατόμων με δυσλεξία	8
1.3. Παθογένεια της δυσλεξίας: Ημισφαιρική Εξειδίκευση	9
1.4. Τα αίτια της δυσλεξίας	12
1.5. Διάγνωση της δυσλεξίας	16
1.6. Δυσλεξία και ενήλικη ζωή	20
B. Νευροαπεικονιστικές μέθοδοι	21
2.1. Μέθοδοι εξέτασης της δομής του εγκεφάλου	22
2.2. Μέθοδοι εξέτασης της λειτουργίας του εγκεφάλου.....	25
2.2.1 Μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου	25
2.2.2 Ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου.....	31
Γ. Σύνδεση δυσλεξίας με νευροαπεικονιστικές μεθόδους	43
Δ. Νευροαπεικονιστικές μελέτες σε ενήλικες	50
Ε. Συμπεράσματα	60
Βιβλιογραφία	63

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η δυσλεξία είναι μια σοβαρή διαταραχή, η οποία συνδέεται με ανωμαλίες στην περιοχή του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνη για τις γλωσσικές λειτουργίες. Τα άτομα με δυσλεξία αδυνατούν να αντιληφθούν την φωνολογική δομή της γλώσσας, γεγονός που τους εμποδίζει να επεξεργαστούν γλωσσικές πληροφορίες και να απομνημονεύσουν τον προφορικό λόγο. Επίσης, παρουσιάζεται δυσκολία στην απόδοση της σωστής αντιστοιχίας γράμματος – φωνήματος, με αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσχερειών στην οικοδόμηση και κατάκτηση του βασικού μηχανισμού ανάγνωσης και γραφής (Αθανασιάδη, 2001).

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.

Για την προσέγγιση των ζητημάτων της ερευνητικής μας προσπάθειας, η συστηματική επισκόπηση της βιβλιογραφίας υπήρξε βασικός άξονας ανεύρεσης πηγών πληροφόρησης για το θέμα. Η εργασία βασίστηκε κυρίως στη μελέτη σύγχρονων συγγραμμάτων και άρθρων. Επίσης διερευνήθηκαν πηγές από το διαδίκτυο όταν αυτές μπορούσαν να προσφέρουν ουσιώδεις πληροφορίες.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο εξηγείται η έννοια της δυσλεξίας, αναφέρονται τα συμπτώματα στους ενήλικες, η παθογένεια της δυσλεξίας, οι αιτίες, και η διάγνωση. Στο δεύτερο μέρος καταγράφονται και αναλύονται οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι. Ειδικότερα εξηγείται το εγκεφαλογράφημα. Στο τρίτο μέρος παρουσιάζεται η σύνδεση της δυσλεξίας με τις απεικονιστικές μεθόδους και έρευνες που αφορούν ενήλικες. Τέλος, διατυπώνονται τα συμπεράσματα της μελέτης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πιο μελετημένη μορφή των μαθησιακών δυσκολιών, όπως εξελίσσεται στην σχολική ηλικία είναι η δυσκολία στην ανάγνωση ή αλλιώς δυσλεξία. Είναι η κατάσταση κατά την οποία το παιδί αποδίδει στην ανάγνωση κάτω από το επίπεδο που αντιστοιχεί στο νοητικό του δυναμικό και στην επίδοσή του στα άλλα μαθήματα (Μαρκοβίτης & Τζουριάδου, 1991).

«Δυσλεξία σημαίνει εξαιρετική δυσκολία στην επεξεργασία του γραπτού λόγου και κατά συνέπεια δυσκολία στην ανάγνωση, δυσανάλογα επίμονη προς την ηλικία και το νοητικό δυναμικό του μαθητή, και επίσης επίμονη αδυναμία στην εκμάθηση της ορθογραφίας των λέξεων και στην αυτοματοποίηση ορθογραφικής ικανότητας» (Μαυρομμάτη, 1995).

Οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι, δίνουν τη δυνατότητα να ερευνηθούν τα συμπτώματα, να αναζητηθούν οι αιτίες και να προσδιοριστούν δραστηριότητες για τη διαχείριση και αντιμετώπιση της δυσλεξίας, τόσο σε πρώιμο επίπεδο όσο και στους ενήλικες.

A. ΔΥΣΛΕΞΙΑ

Δυσλεξία : δυσ (δηλαδή δυσκολία)+ λέξη.

Η δυσλεξία είναι αν όχι, η νούμερο ένα διαταραχή που απασχολεί τους κλάδους πολλών ειδικών, μια από τις πιο συχνές στον πληθυσμό, δημιουργώντας μαθησιακά προβλήματα και συμπεριφορές που σχετίζονται με αυτήν. Είναι μία αρκετά σύνθετη διαταραχή που δεν εκδηλώνεται με τον ίδιο τρόπο σε αυτούς που πάσχουν. Τα σημαντικότερα προβλήματα όμως είναι η ανάγνωση, η γραφή και η ορθογραφία. Η νοημοσύνη των ανθρώπων με δυσλεξία είναι φυσιολογική και δεν τίθενται θέματα όρασης για εκείνους. Πολλές φορές έχουμε ακούσει φράσεις τύπου ‘‘Δεν διαβάζει καλά γιατί βαριέται’’ ή ‘‘βαριέται να γράψει σωστά τις λέξεις’’, ενώ στην πραγματικότητα η τεμπελιά δεν αφορά το κομμάτι της δυσλεξίας.

Στην πορεία της ζωής του κάποιος δεν σταματάει να είναι δυσλεκτικός. Διαρκεί για όλη του την ζωή και μπορεί να διαγνωστεί από πρώιμη σχολική, σχολική, εφηβική και ενήλικη ζωή ενός ανθρώπου. Με την σωστή διάγνωση και αξιολόγηση και με την κατάλληλη αντιμετώπιση θεραπευτικά ένα άτομο με δυσλεξία μπορεί να αποδίδει σε πολύ ικανοποιητικά επίπεδα. Ο ορισμός της δυσλεξίας είναι δύσκολο στο να διατυπωθεί. Παρακάτω παρατίθενται μερικοί ενδεικτικοί ορισμοί που έχουν διατυπωθεί :

«Δυσλεξία είναι η μαθησιακή δυσκολία στην επεξεργασία του λόγου που εκδηλώνεται κυρίως στην ανάγνωση, στη γραφή και στην ορθογραφία. Είναι μια διαταραχή που παρατηρείται κυρίως σε παιδιά, κατά την οποία, παρόλο που μπορεί να υπάρχει φυσιολογική ευφυΐα, κοινωνικοπολιτιστικό περιβάλλον και καλή εκπαίδευση το παιδί δυσκολεύεται υπερβολικά στην ανάγνωση και γραφή» (Κασσέρης, 2002).

«Ειδική Εξελικτική Δυσλεξία είναι η διαταραχή των παιδιών που εκδηλώνεται ως μια δυσκολία στην απόκτηση της δεξιότητας για διάβασμα, παρά τις νοητικές τους ικανότητες, την κατάλληλη σχολική εκπαίδευση και τη θετική κοινωνικό-πολιτιστική κατάσταση. Η ανωμαλία αυτή οφείλεται σε θεμελιακή υπολειτουργία μαθησιακών μηχανισμών σύμφυτης, και ως ένα βαθμό απροσδιόριστης αιτιολογίας» (Πόρποδας, 1997).

Πάνω από 20 χρόνια αργότερα η Βρετανική Εταιρία Δυσλεξίας (1989) έδινε τον ακόλουθο ορισμό για την δυσλεξία περιγράφοντας την ως: «Μια χαρακτηριστική, ειδική δυσκολία, οργανικής προέλευσης, στην εκμάθηση μιας ή περισσότερων γλωσσικών διεργασιών, όπως η ανάγνωση, η ορθογραφία και η γραπτή γλώσσα, η οποία είναι δυνατόν να συνοδεύεται από δυσκολία σε ότι έχει σχέση με τους αριθμούς (δυσαριθμησία). Συνδέεται ειδικότερα με τη δυνατότητα επεξεργασίας και χρήσης της γραπτής γλώσσας (αλφαβητικής, αριθμητικής και μουσικής, αν και συχνά επηρεάζει σε κάποιο βαθμό και τον προφορικό λόγο» (Λιβανίου, 2004).

Το 1999 και ξανά το 2003, η Βρετανική Ψυχολογική Εταιρία υιοθετεί τον ορισμό στον οποίο κατέληξε, το 1997, το Συμβούλιο Υγείας της Ολλανδίας, σε ότι αφορά έναν περισσότερο «λειτουργικό» ορισμό της δυσλεξίας. Ο λειτουργικός αυτός

ορισμός της δυσλεξίας διατυπώνεται σήμερα από τους Βρετανούς ειδικούς ως εξής: «Η δυσλεξία είναι έκδηλη όταν η σωστή και ευχερής ανάγνωση ή/και η ορθή γραφή των λέξεων (ορθογραφία) αναπτύσσονται πολύ ανεπαρκώς ή με μεγάλη δυσκολία. Εστιάζει στην εκμάθηση ανάγνωσης και γραφής (αλφαριθμητισμός) σε επίπεδο «λέξης» και υποδηλώνει ότι το πρόβλημα είναι σοβαρό και εμμένον, παρά τις προσπάθειες μαθησιακές / μορφωτικές ευκαιρίες. Παρέχει τη βάση για μια σταδιακή αξιολόγηση μέσα από τις διδακτικές διαδικασίες» (Λιβανίου, 2004).

Σύμφωνα με την Ελληνική Εταιρεία Δυσλεξίας, η Δυσλεξία ανήκει στις μαθησιακές δυσκολίες και πρόκειται για δυσκολία στην εκμάθηση της ανάγνωσης και της γραφής σε άτομα τα οποία έχουν όλες τις ικανότητες και δυνατότητες για τις εργασίες αυτές.

1.1. Τι είναι η δυσλεξία

Η πιο κοινή από τις μαθησιακές διαταραχές είναι η δυσλεξία. Η δυσλεξία αφορά παιδιά ή ενήλικες με νοημοσύνη μέσου όρου ή πάνω από το μέσο όρο που παρουσιάζουν δυσκολία σε ένα ή περισσότερα επίπεδα ανάγνωσης, γραφής, ορθογραφίας. Η δυσλεξία είναι ειδική μαθησιακή δυσκολία, έχει βιολογικό υπόβαθρο και αποτελεί διαταραχή. Η σημασία του όρου ειδική σημαίνει ότι δεν εμφανίζεται σε όλα τα μαθησιακά επίπεδα αλλά σε ορισμένα. Η κατάσταση αυτή τη διαφοροποιεί από τη νοητική υστέρηση. Στη δυσλεξία το άτομο παρουσιάζει αντιφατικά στοιχεία στην επίδοση του που δεν μπορούν να ερμηνευτούν. Η πολυμορφία που παρουσιάζει η δυσλεξία ως προς τη συμπτωματολογία της αφήνει περιθώρια για αντίθετες ερμηνείες ως προς τις αιτιολογικές διαστάσεις της (Λιβανίου, 2004).

Η εξελικτική δυσλεξία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία του γραπτού λόγου, που επηρεάζει ένα σημαντικό αριθμό παιδιών και εκφράζεται μέσα από τη δυσκολία εκμάθησης της ανάγνωσης. Το ερώτημα «τι είναι δυσλεξία» παραμένει ανοιχτό πάνω από ένα αιώνα, με τους περισσότερους ορισμούς να αναφέρονται σε ένα σύνολο χαρακτηριστικών δυσκολιών του γραπτού λόγου που συνδέονται με διάφορες διαστάσεις του προφορικού λόγου και της γλώσσας γενικότερα. Τις τελευταίες δεκαετίες έχει αφιερωθεί ένας μεγάλος αριθμός ερευνητικών μελετών στην προσπάθεια να αποσαφηνιστούν τα αίτια της δυσλεξίας, με το μεγαλύτερο κομμάτι της έρευνας να κάνει λόγο για μια νευρολογικής φύσεως γλωσσική διαταραχή με γενετική προέλευση και συμπεριφορικές ενδείξεις που εκτείνονται πολύ πέρα από τα προβλήματα του γραπτού λόγου (Κουφάκη, 2014).

1.2. Τα χαρακτηριστικά των ατόμων με δυσλεξία.

Η ύπαρξη της δυσλεξίας εντοπίζεται κατά κύριο λόγο σε δυσκολίες ανάγνωσης και γραφής. Η δυσλεξία αφορά ένα ευρύ ηλικιακό φάσμα από παιδιά προσχολικής ηλικίας μέχρι ενήλικες. Η δυσκολία έγκειται στη διάγνωση και τον εντοπισμό της. Τα χαρακτηριστικά της δυσλεξίας ποικίλλουν σύμφωνα με τη σοβαρότητα των αδυναμιών

και την ηλικία εμφάνισης της διαταραχής. Στα παιδιά προσχολικής ηλικίας δεν αναμένονται συμπτώματα στην ανάγνωση αφού η μάθηση της ανάγνωσης δεν έχει ακόμη αρχίσει. Τα συμπτώματα που παρατηρούνται αφορούν τη μικρή καθυστέρηση στην έναρξη της ομιλίας και σε δραστηριότητες του λόγου, όμως είναι κανονική ως προς την προφορά. Ακόμη, καθυστέρηση στην κινητική εξέλιξη του παιδιού σε λεπτές δραστηριότητες των χεριών και των δακτύλων. Όσο αφορά το περπάτημα θα περπατήσει σε κανονική ηλικία ή λίγο νωρίτερα όμως το βάδισμα του θα είναι μια αδέξια κινητική εικόνα με στοιχεία προσπάθειας εξισορρόπησης. Το παιδί παρουσιάζει προβλήματα συγχρονισμού- συντονισμού πράξεων και εκτέλεσης αλληλοδιαδοχικών κινήσεων. Η γενική εικόνα που παρουσιάζει το παιδί σε αυτή την ηλικία δεν είναι καθοριστική αλλά μόνο ενδεικτική (Pavlidis, 1990).

Στη διάρκεια της φοίτησης στο δημοτικό (6 - 7 ετών) στην ουσία ξεκινά η επικοινωνία με γραπτό λόγο. Βέβαια το περιβάλλον που καλείται να αντιμετωπίσει το παιδί διαφέρει σημαντικά από το νηπιαγωγείο. Τα δυσλεκτικά παιδιά που προσέρχονται στη πρώτη δημοτικού δεν ξεχωρίζουν σε επιδόσεις από τα μη δυσλεκτικά παιδιά. Δεν παρατηρείται ιδιαίτερη δυσκολία στο δυσλεκτικό παιδί σε σχέση με το μη δυσλεκτικό στο να αρχίσει να αναγνωρίζει τα γράμματα και τις λέξεις. Οι λέξεις συνήθως αφορούν αντικείμενα, ζώα και όχι αφηρημένες έννοιες. Τα παιδιά που βρίσκονται στο δημοτικό θα μάθουν να διαβάζουν με ένα πιο άχαρο τρόπο, χωρίς χρώμα στη φωνή κι αυτό γιατί καταναλώνουν όλη τους την ενέργεια στην αναγνώριση των λεκτικών στοιχείων, των γραμμάτων, για τη σύνθεσή τους σε συλλαβές και μετά σε λέξεις. Πολύ πιθανό να παρατηρηθούν συγχύσεις σε συγκεκριμένα γράμματα που μοιάζουν ηχητικά ή σχηματικά. Πέρα από αυτές τις συγχύσεις υπάρχουν οι αντικαταστάσεις των γραμμάτων δηλαδή η διάταξη των γραμμάτων μέσα στη λέξη δεν είναι η κανονική. Συνήθως οι αντικαταστάσεις αυτές παρατηρούνται στην αρχή ή στο τέλος μιας λέξης σπάνια στη μέση. Εάν χρειαστεί να διαβάσει το συγκεκριμένο παιδί και να μάθει αυτά τα μαθησιακά δεδομένα δηλαδή τα μαθήματα του θα κουραστεί πολύ χωρίς να επιτύχει τη μάθηση, ενώ όταν τα διαβάζει κάποιος άλλος τότε θα τα μάθει ευκολότερα. Όμοια με την παράδοση στο σχολείο όπου προσπαθεί να μάθει από αυτά που ακούει (Pavlidis, 1990). Προβλήματα παρουσιάζονται στη γραφή όπου δεν μπορεί να γράψει στην ευθεία γραμμή του τετραδίου του και παρατηρείται μια δυσορθογραφία. Η κακογραφία αποδίδεται στον οπτικο-κινητικό συγχρονισμό ματιού-χεριού γι' αυτό εμφανίζεται στα πρώτα χρόνια της φοίτησης στο σχολείο. Όσο αφορά την ορθογραφία μία λέξη μπορεί να εμφανιστεί με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους γραφής. Στα μαθηματικά τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν μια ταχύτητα στην εκτέλεση πράξεων όταν τις πραγματοποιούν νοητικά. Παρουσιάζουν πρόβλημα στην αποστήθιση και ιδιαίτερα στην εκμάθηση της προπαίδειας. Από την πρώτη στιγμή το δυσλεκτικό παιδί αντιλαμβάνεται τις αδυναμίες του σε σχέση με τους συμμαθητές του. Η ψυχολογική κατάσταση του δυσλεκτικού παιδιού φαίνεται να επιδεινώνεται καθώς οι συμμαθητές του ανταποκρίνονται καλύτερα στις μαθησιακές τους υποχρεώσεις. Το παιδί αρχίζει να νιώθει συναισθηματική ανασφάλεια και να αποκτά ανεξήγητους φόβους (Pavlidis, 1990).

Στα 8 με 9 έτη οι εκδηλώσεις του παιδιού φανερώνουν τα συμπτώματα των συγχύσεων και αντικαταστάσεων των γραμμάτων και συλλαβών. Όσον αφορά την ανάγνωση υπάρχουν κάποια προβλήματα σε επίπεδο ρυθμού ανάγνωσης ο οποίος είναι

πολύ αργός. Το παιδί δυσκολεύεται να διαβάσει μόνο του τα μαθήματα του. Τα λάθη στη ορθογραφία παρατηρούνται σε λέξεις που θεωρητικά μετά τα διδαχθέντα μαθησιακά πρότυπα δεν δικαιολογούνται. Στα μαθηματικά οι δυσλεκτικοί έχουν καλές επιδόσεις. Η μαθηματικά σκέψη αφορά πράξεις χωρίς τη χρήση λεκτικών στοιχείων. Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν λεκτικά στοιχεία για να αποδοθεί ένα πρόβλημα τα παιδιά αυτά δυσκολεύονται. Τα στοιχεία που κυριαρχούν στον ψυχικό κόσμο του παιδιού είναι νευρική και ανασφάλεια. Στα 10 με 11 έτη το παιδί διαβάζει γρήγορα αλλά με αρκετά λάθη σε γράμματα λέξεων σε σημείο που να αλλάζει η έννοια τους ή ακόμη να μην έχουν έννοια. Σημαντικά στοιχεία αποτελούν η απουσία τονισμού των λέξεων, η απουσία χρωματισμού φωνής, η απουσία στίξης, η απουσία λέξεων ή συλλαβών ακόμη και εννοιολογική αντικατάσταση μιας λέξης με άλλες που μοιάζουν ηχητικά. Σχετικά με τη κακογραφία και την ορθογραφία τα προβλήματα συνεχίζουν να υπάρχουν. Στα μαθηματικά δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα. Τα δυσάρεστα συναισθήματα όπως άγχος και νευρική είναι εμφανή και επιδεινώνονται. Η κατάθλιψη είναι ένα στοιχείο που θα κάνει την εμφάνιση του (Pavlidis, 1990).

Για τα παιδιά που βρίσκονται στο γυμνάσιο δεν παρατηρούνται φαινόμενα συγχύσεων ή αναγραμματισμών ίσως κάποιες παραλλαγές λέξεων μέσα στο κείμενο. Το παιδί σε αυτή την ηλικία φαίνεται ότι διαβάζει καλά αλλά η ανάγνωση κειμένων κουράζει σε μεγάλο βαθμό. Στη γραφή υπάρχει φτωχό λεξιλόγιο, πολλές δυσχέρειες στη στίξη, στο συντακτικό, στην έκφραση εξειδικευμένων εννοιών. Στην ορθογραφία η κατάσταση φαίνεται να έχει σταθεροποιηθεί. Στα μαθηματικά που δεν αποτελεί πλέον ένα μάθημα αλλά περιλαμβάνει τη γεωμετρία, τη τριγωνομετρία, τη φυσική και τη χημεία υπάρχει το στοιχείο των αριθμών και ο μαθητής τα καταφέρνει. Η ψυχολογική κατάσταση δεν φαίνεται βελτιωμένη μάλλον επιβαρυνμένη καθώς οι απαιτήσεις αυξάνονται και το παιδί δυσκολεύεται να ανταποκριθεί. Στη περίοδο της φοίτησης στο λύκειο τα προβλήματα συνεχίζουν να υπάρχουν, η ανάγνωση είναι σε γρήγορο ρυθμό αλλά ακανόνιστη και ο μαθητής συνήθως διαβάζει μια λέξη δύσκολη διαφορετικά από ότι πραγματικά είναι μέσα στο κείμενο. Η ορθογραφία με τη απουσία στίξης παραμένει. Το δυσλεκτικό παιδί φαίνεται να χάνει την εμπιστοσύνη στον εαυτό του, ενώ η αυτοεκτίμηση του είναι πολύ χαμηλή. Μερικές φορές, οι λέξεις στη σελίδα τους φαίνονται να ξεφεύγουν από τις γραμμές, να ενώνονται ή να αποτελούνται από άλλα γράμματα. Τα παιδιά αυτά δυσκολεύονται στην ανάγνωση, να αντιγράψουν κάτι από τον πίνακα ή να παρακολουθήσουν τον εκπαιδευτικό την ώρα που διδάσκει, κρατώντας συγχρόνως σημειώσεις. Ένας άλλος τομέας δυσκολιών είναι τα προβλήματα στη μνήμη. Δυσκολεύονται να θυμηθούν αυτά που διάβασαν για ένα διαγώνισμά ή τα θυμούνται αποσπασματικά. Στο γραπτό λόγο δυσκολεύονται στη μεταφορά των σκέψεων στο χαρτί. Στην καθημερινή ζωή μπορεί να μην κατανοούν τις οδηγίες σε спор, παιχνίδια ή θεατρικές παραστάσεις, να χάσουν τη μέρα, την ώρα και τον τόπο ενός ραντεβού εξαιτίας δυσκολιών στη μνήμη. Μπορεί να μην είναι σε θέση να εκφράσουν αυτό που θέλουν ή να μην τους έρχονται στο μυαλό οι κατάλληλες λέξεις. Καθώς μεγαλώνουν τα παιδιά δεν ξεπερνούν αυτές τις δυσκολίες αλλά μαθαίνουν τρόπους να τις αντισταθμίζουν (Pavlidis, 1990).

Ο δυσλεκτικός μαθητής είναι ένα φυσιολογικό άτομο με φυσιολογική ή πάνω από το μέσο όρο νοημοσύνη. Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες είναι ιδιαίτερα οξυδερκή με φαντασία, δημιουργικότητα, ποικιλία ενδιαφερόντων, ικανότητα σε

μαθηματικά, γεωμετρία, τέχνες, έχουν δυσκολία στην απομνημόνευση, την ορθογραφία και σε διαδοχικές δεξιότητες. Ακόμη μπορεί να συνυπάρχει δυσκολία οργάνωσης και διάσπαση προσοχής γι αυτό τα άτομα αυτά αποτυγχάνουν αρκετές φορές να ολοκληρώσουν κάποια εργασία που τους ανατέθηκε (Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, 2004).

Η έκταση και η διάρκεια της βραχύχρονης μνήμης φαίνεται να είναι μικρή. Στο θέμα της άρθρωσης και της ομιλίας δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα. Το λεξιλόγιό τους είναι ίσως φτωχό, με μονολεκτικές απαντήσεις χωρίς πολλές προτάσεις. Ο συναισθηματικός τους κόσμος είναι πλούσιος, έχουν καλή κριτική ικανότητα και διαμορφώνουν απόψεις και θέσεις για διάφορα κοινωνικά ζητήματα. Σημαντικό χαρακτηριστικό των ατόμων με δυσλεξία αποτελεί η λανθασμένη οφθαλμοκίνηση (Παυλίδης, 2008).

Η πνευματική ανάπτυξη των δυσλεκτικών δεν συνδέεται με την σχολική απόδοση που παρουσιάζουν. Παρά την ανομοιογένεια στην σχολική επίδοση η πνευματική τους ικανότητα είναι ανώτερη (Παυλίδου, 2010).

Η δυσλεξία αποτελεί αναπτυξιακή διαταραχή που επιδρά σε άτομα κάθε ηλικιακού υπόβαθρου ωστόσο τα χαρακτηριστικά που την ακολουθούν διαφοροποιούνται ανά ηλικία. Η δυσλεξία σε μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζεται σε αγόρια από κορίτσια. Η πιθανότητα να κληρονομηθεί από τον πατέρα στους απογόνους αφορά το 50%. Η δυσλεξία γενετικά συνδέεται με τα χρωμοσώματα 1 και 15. Τα άτομα με δυσκολίες ανάγνωσης συχνά εμφανίζουν ψυχοσωματικά προβλήματα (πονοκεφάλους) (Snowling, 1996).

Οι έρευνες που εστιάζουν σε δυσκολίες των δυσλεξικών στην πρώιμη εφηβεία με την μετέπειτα ενήλικη ζωή είναι αντιφατικές. Οι Lamm και Epstein υποστήριξαν την αμφίδρομη συσχέτιση ανάμεσα στα συναισθηματικά προβλήματα και την αναγνωστική ικανότητα. Ειδικότερα, είτε οι συναισθηματικές δυσκολίες αποτελούν αιτιατό παράγοντα εμφάνισης παρατεταμένης αναγνωστικής δυσκολίας είτε οι συναισθηματικές δυσκολίες εμφανίζονται ως απόρροια αυτών των συνθηκών. Οι Fergusson και Lynskey εντόπισαν στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε αναγνωστικές αδυναμίες σε πρώιμη φάση και σε μετέπειτα συμπεριφοριστικά προβλήματα. Οι Huntington και Bender ύστερα από έρευνες βρήκαν ότι τα παιδιά με προβλήματα ανάγνωσης παρουσιάζουν περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης καταθλιπτικών συμπτωμάτων σε σύγκριση με τα παιδιά που δεν έχουν προβλήματα ανάγνωσης. Οι προσδοκίες των γονέων για ακαδημαϊκή επιτυχία συμβάλλουν στη εμφάνιση συναισθηματικών προβλημάτων ιδιαίτερα στα παιδιά με μέτριες αναγνωστικές αδυναμίες. Η χαμηλή αυτοπεποίθηση συχνά συνδέεται με αισθήματα κατάθλιψης, απελπισίας και τάσεις αυτοκτονίας. Οι παράγοντες που επιδρούν στην αυτοεκτίμηση του ατόμου εν μέρει επηρεάζουν τη δυσλεξία. Ενήλικα άτομα με δυσλεξία περιγράφουν τα σχολικά χρόνια γεμάτα συναισθήματα αποτυχίας, εξευτελισμού και έλλειψη κατανόησης. Τα άτομα αυτά παραδέχονται βιώματα πίεσης που συνδέονται με μετέπειτα συναισθηματικά προβλήματα. Τα βιώματα αυτά εκκίνησαν αμυντικούς μηχανισμούς και πρόσθετο χρόνο για να ανασυρθούν από την μνήμη (Undheim, 2003).

Συμπτωματολογία–γενικά χαρακτηριστικά ατόμων με δυσλεξία

1. Δυσχέρεια προσανατολισμού στο χώρο και στο χρόνο (πάνω-κάτω, αριστερά-δεξιά, πίσω- μπροστά, τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα, δυσκολίες στην μάθηση της ώρας, δυσκολία στην μαθηματική σειρά των αριθμών, στις αυθαίρετες σειροδετήσεις όπως: οι μέρες της εβδομάδας, οι μήνες (ποιοι έχουν 30,31 μέρες), το αλφάβητο, η προπαίδεια, τα ρήματα (Χρόνοι-αντικαταστάσεις), οι αριθμοί του τηλεφώνου, οι μουσικές νότες.
2. Αδυναμία ανάγνωσης- κατανόησης κειμένου. Διαβάζει αργά, χάνει το νόημα του κειμένου, τονίζει λανθασμένα, διαβάζει περίπου, βρίσκει δικές του λέξεις κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης και τις ανακοινώνει όπως: μαύρο αντί σκοτάδι.
3. Αδεξιότητες στις κινήσεις. Ορισμένα παιδιά τρέχουν αδέξια, πέφτουν εύκολα, δυσκολεύονται στο κούμπωμα και στο ξεκούμπωμα κ.λ.π.
4. Μη εγκατεστημένη εγκεφαλική κυριαρχία.
5. Αδυναμία οπτικής αντίληψης και μνήμης καθώς και αδυναμία παρατήρησης μορφών. Παρουσιάζουν δυσκολία στους κάτωθι φθόγγους: α-ο-σ / ε-ω-3 / β-φ / β-θ / γ-χ / δ-θ / ζ-ξ / η-ω / γ-γκ / κ-χ / λ-ρ / λ-τ / μ-ν / ξ-ψ / ψ-ω / π-τ / τ-κ / ρ-δ / ρ-9 / κ-γκ / γ-γκ / π-μπ / σπ-στ / στ-τσ / τα-τζ / σβ-σφ / αι-ια / οι-ιο / ει-ιε / Μ-Σ / Κ-Μ / Κ-4 / Μ-Ν / Θ-Φ/.
Δυσκολία στην συγκράτηση της εικόνας των λέξεων που έχουν ομοιότητες: βάρος-βάθος, φάρος-φάρος, γουδί-γουλί-γούρι, κουτί-κόπος-τόπος, δεσμός-θεσμός-θερμός, πεύκο-πέπλο, λευκό-λευκά, θέμα-δέμα, σπάζω-στάζω, προβάλλω-προβολή, προσβάλω-προσβολή, καλάμι-καζάνι, προσφέρω-προφέρω, προκαλώ-πρόκληση, προσκαλώ-πρόσκληση
6. Αδυναμία ακουστικής σύλληψης και διάκρισης φθόγγων. Δυσκολεύονται να ξεχωρίσουν τους φθόγγους που μοιάζουν μεταξύ τους: αα-ο, ο-ου, ε-ι, β-φ, δ-θ, σ-ζ-ξ, βάρος-φάρος, φόβος-βαφή, δάσος-φασόν, ως δεσμός-θεσμός, σώζω-συζήτηση.
7. Δεν ακούνε τη διαφορά τονισμού στα παρώνυμα και σε συνήθειες λέξεις: Φάνης-φανεί, Ζωής -Ζωή, γνωρίζω-χωρίζω-γυρίζω, σύνδεση-σύνεση-σύνθεση, χώρος-χορός, νομός-νόμος, γέλιο-γελοίο, Οξυγόνο-οξυγώνιο, παίρνω-περνώ, πόδια-ποδιά, άλλοτε-άλλωστε.
8. Αναστρέφουν γράμματα που μοιάζουν μορφολογικά μεταξύ τους ή με αριθμούς 6-9, 3-ε, ακολουθούν αντίστροφη πορεία στη γραφή και την ανάγνωση λέξεων και προτάσεων ολόκληρων π.χ ατροπ-πόρτα, αλάσκ-σκάλα, ακολουθούν καθρεφτική ή κατοπτρική γραφή λέξεων και προτάσεων και στην ανάγνωση.
9. Αντιστρέφουν γράμματα μέσα στην λέξη: Την λέξη θρανίο την γράφουν θαρνίο, την λέξη Μάρθα τι γράφουν Μάθρα.
10. Εμφανίζουν πολλά ορθογραφικά λάθη όταν γράφουν καθ' απαγόρευση γραφή. Δε συμβαίνει το ίδιο και στην αντιγραφή λέξεων και προτάσεων.
11. Αντικαθιστούν μια λέξη με μία άλλη με παρόμοια ή με λέξη που έχει την ίδια σημασία κατά την δοκιμασία της ανάγνωσης: πλοίο-καράβι-τρένο-σιδηρόδρομος κτλ.

12. Εμφανίζουν αναγραμματισμό, παραλείπουν άρθρα, δυσανάγνωστη γραφή, σύντμηση λέξεων, δυσορθογραφία, προβλήματα συγκέντρωσης- προσοχής, παραλείπουν τον τονισμό παρατονίζουν, αφήνουν μεγάλες αποστάσεις ανάμεσα στις λέξεις, παραλείπουν σύμφωνα μέσα στις λέξεις, εμφανίζουν κεφαλαία γράμματα ανάμεσα στην λέξη, δεν αρχίζουν την πρόταση με κεφαλαίο γράμμα δε χρησιμοποιούν τα σημεία στίξης.
13. Οι προτάσεις τους δεν έχουν δομή.
14. Το σκέφτομαι και γράφω είναι περιορισμένο σε περιεχόμενο. Έχουν αρκετή φαντασία αλλά δυσκολεύονται να το χειριστούν σωστά, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν φτωχό περιεχόμενο τόσο σε λεξιλόγιο όσο και στην δομή και στο περιεχόμενο και στη διαδοχή των γεγονότων.
15. Δυσκολεύονται στην σωστή διατύπωση της ελεύθερης σκέψης.
16. Δυσκολεύονται στην αφήγηση στην αναδιήγηση των θεωρητικών μαθημάτων καθώς και στην διατύπωση όλων αυτών των πληροφοριών στο χαρτί.
17. Δυσκολεύονται στην ταχύτατη επεξεργασία των πληροφοριών και χρειάζεται πολύ περισσότερο χρόνο για να δομήσουν ολοκληρωμένα μία πρόταση.
18. Εμφανίζουν δυσχέρεια σύνδεσης φωνημάτων σε ολόλεξεις.
19. Εμφανίζουν δυσκαμψία οπτικής αναγνώρισης λέξης.
20. Παρατηρείται σύνδεση των λέξεων όπως της χώρας μου = της χώρασμου, τους φίλους μου = τους φίλουσμου.
21. Μαθαίνουν τα γράμματα χωρίς να μπορούν να τα συνδέσουν μεταξύ τους. Γνωρίζουν τα γράμματα της λέξης γάτα, αλλά δεν μπορούν να τα συνδέσουν για να σχηματίσουν την λέξη στην ανάγνωση και τη γραφή.
22. Χαρακτηριστικό το τελικό «ς» στο τέλος των λέξεων όταν γράφουν αυθόρμητα.

(Μήτσιου, 2008)

1.3. Παθογένεια της δυσλεξίας: Ημισφαιρική Εξειδίκευση

Το δεξί ημισφαίριο είναι υπεύθυνο για το σκεπτόμενο άνθρωπο, ενώ το αριστερό είναι υπεύθυνο για τον εκφραζόμενο άνθρωπο. Το κέντρο BROCA είναι το κινητικό κέντρο λόγου. Η περιοχή Broca είναι μια περιοχή στον μετωπιαίο λοβό του κυρίαρχου ημισφαιρίου (συνήθως αριστερά) του ανθρωποειδούς εγκεφάλου με λειτουργίες που συνδέονται με παραγωγή ομιλίας. Η επεξεργασία γλωσσών συνδέθηκε με την περιοχή της Broca από τότε που ο Pierre Paul Broca ανέφερε δυσλειτουργίες σε δύο ασθενείς. Είχαν χάσει την ικανότητα να μιλούν μετά από τραυματισμό στον οπίσθιο κατώτερο μετωπικό γύρο του εγκεφάλου. Από τότε, η κατά προσέγγιση περιοχή που αναγνώρισε έχει γίνει γνωστή ως περιοχή Broca, και το έλλειμμα στην παραγωγή γλωσσών ως αφασία Broca, που ονομάζεται επίσης εκφραστική αφασία. Μελέτες χρόνιας αφασίας έχουν εμπλέξει έναν ουσιαστικό ρόλο της περιοχής της Broca σε διάφορες λειτουργίες ομιλίας και γλώσσας.

Το κέντρο WERNICKE είναι το αισθητηριακό κέντρο λόγου για την αποθήκευση του γλωσσικού πλούτου. Η Περιοχή Wernicke είναι μέρος του εγκεφάλου που αποτελεί κομμάτι του φλοιού, στον οπίσθιο τομέα της άνω κροταφικής έλικας, η οποία περιβάλλει τον ακουστικό φλοιό, πάνω στη σχισμή του Σύλβιους (το μέρος του

εγκεφάλου όπου ο κροταφικός και ο βρεγματικός λοβός συναντώνται). Η περιοχή Wernicke πήρε το όνομά της από τον Καρλ Wernicke, Γερμανό νευρολόγο και ψυχίατρο, ο οποίος, το 1874, ανακάλυψε ότι βλάβη στην περιοχή αυτή ήταν ικανή να προκαλέσει ένα συγκεκριμένο τύπο αφασίας, γνωστό πλέον ως αφασία του Wernicke ή δεκτική αφασία. Αυτή η κατάσταση οδηγεί σε μείζονα εξασθένηση της γλωσσικής κατανόησης, και σε ομιλία που, ενώ παρουσιάζει φυσικό ρυθμό στην ακοή και σχετικά ομαλή σύνταξη, είναι στο μεγαλύτερο της μέρος άνευ σημασίας. Η περιοχή Wernicke, συνδέεται με την περιοχή του Broca μέσω της τοξοειδούς δέσμης, μία νευρική δίοδος, και με τον οπτικό φλοιό μέσω της γωνιακής έλικας. Το μεσολόβιο συνδέει τα ημισφαίρια.

Στα δυσλεκτικά άτομα συμβαίνει ένα «βραχυκύκλωμα» στο σύστημα αυτό. Πρόκειται για μια στιγμιαία ανωμαλία ροής (glitch) στη νευρολογική καλωδίωση (neurological wiring) του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου τους κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης. Έτσι το διάβασμα γίνεται εξαιρετικά δύσκολο (Τσίκουλας, 2004).

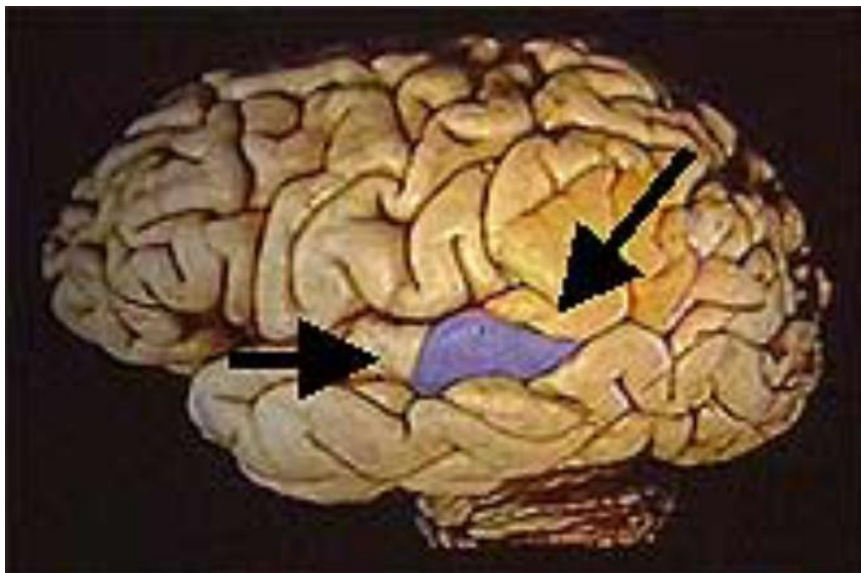
Planum temporale

Σε πολλούς ανθρώπους το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου τους είναι υπεύθυνο για τις γλωσσικές διαδικασίες. Συγκεκριμένες περιοχές μέσα στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου θεωρείται ότι εμπλέκονται στην γλωσσική διαδικασία και είναι τυπικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες περιοχές στο μη γλωσσικό δεξί ημισφαίριο. Μία τέτοια περιοχή είναι το planum temporale. Ο Galaburda και οι συνεργάτες του μέτρησαν το μέγεθος του αριστερού και δεξιού planum temporale αλλά σε μικρό αριθμό δυσλεξικών εγκεφάλων και ανέφεραν ότι έλειπε η συνηθισμένη συμμετρία στο μέγεθος. Πιο πρόσφατες έρευνες υποστηρίζουν τον ισχυρισμό αυτό χρησιμοποιώντας δεδομένα που αποκτήθηκαν με την ανίχνευση χωρίς παραβίασμό των δυσλεξικών εγκεφάλων εν ζωή. Για μία ακόμη φορά τα plana temporales των δυσλεξικών βρέθηκαν να είναι όμοια σε μέγεθος στα δύο ημισφαίρια παρόλο που το ένα στα αριστερά ήταν μεγαλύτερο στους δυσλεξικούς. Το planum temporale αποτελεί μέρος της περιοχής του Wernicke, η οποία είναι γνωστό ότι παίρνει μέρος στην φωνολογική διαδικασία. Ωστόσο υπάρχουν λόγοι που μας υπαγορεύουν να είμαστε προσεκτικοί και να μην προαναγγέλλουμε την ανακάλυψη της «δυσλεξικής περιοχής» τόσο σύντομα. Για αρχή, κάποιος μη δυσλεξικός αποδεικνύεται ότι έχουν συμμετρικά plana temporales. Αν οι αναπτυσσόμενα δυσλεξικοί δεν είναι όλοι όμοιοι, δεν θα πρέπει να αναμένουμε από αυτούς να δείξουν τις ίδιες νευρολογικές ανωμαλίες. Μπορεί επίσης να είναι η περίπτωση ότι η δυσλεξικοί που εμπλέκονται στις μελέτες αυτές, είχαν πιο έντονα προβλήματα γραφής και ανάγνωσης από ότι οι περισσότεροι δυσλεξικοί που αναμείχθηκαν σε λιγότερο παραβιαστικές γνωστικές έρευνες. Τέλος ο Rumsey και συνεργάτες του βρήκανε αύξηση στην κυκλοφορία του αίματος στο αριστερό ημισφαίριο, μιας ομάδας δεξιόχειρών ενηλίκων δυσλεξικών κατά τη διάρκεια των αναγνωστικών καθηκόντων, ενδεικτικών των αυξήσεων στο επίπεδο δραστηριότητας σε αυτό το ημισφαίριο. Αυτό σημαίνει ότι ανάγνωση στους περισσότερους δυσλεκτικούς, όπως και στους περισσότερους φυσιολογικούς ανθρώπους, επιτυγχάνεται από το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου αλλά αυτό το ημισφαίριο λειτουργεί ανεπαρκώς. (Μήτσιου – Δάκτυλα, 2008)



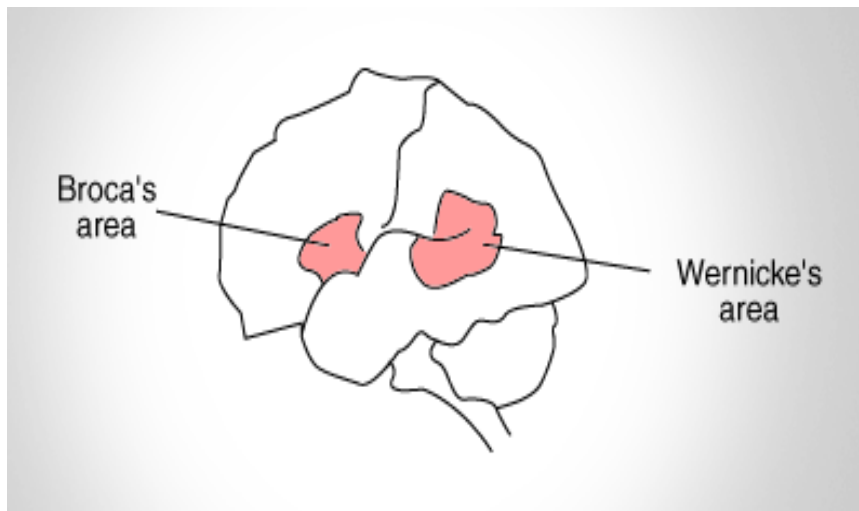
Εικόνα 1.1. Περιοχή του Broca (περιοχή υπεύθυνη για την παραγωγή του λόγου)

Πηγή:http://www.experimentalphysiology.gr/UserFiles/Events/Bafopouleio_2008/8_omilia_24.3.2008/Bafopouleio_8.pdf



Εικόνα 1.2. Περιοχή Wernicke

Πηγή:http://www.experimentalphysiology.gr/UserFiles/Events/Bafopouleio_2008/8_omilia_24.3.2008/Bafopouleio_8.pdf



Εικόνα 1.3. Οι περιοχές Broca και Wernicke

Πηγή: http://www.experimentalphysiology.gr/UserFiles/Events/Bafopouleio_2008/8_omilia_24.3.2008/Bafopouleio_8.pdf

1.4. Τα αίτια της δυσλεξίας.

Εδώ και δεκαετίες οι επιστημονική κοινότητα ασχολείται με την αναζήτηση των αιτιών που προκαλούν τη Δυσλεξία. Ερευνητές πρότειναν, κατά καιρούς, διάφορες απόψεις σχετικά με τα αίτια της δυσλεξίας. Ο Πόρποδας, διακρίνει τις ακόλουθες κατηγορίες αναφορικά με την αναζήτηση των παραγόντων που ευθύνονται για τη δυσλεξία:

Νευρολογικές Υπολειπουργίες:

Πολλοί ερευνητές και κλινικοί ιατροί ισχυρίζονται, ότι η ειδική δυσλεξία προκαλείται κυρίως από δυσλειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Τα συμπτώματα των ελαφρών λειτουργικών ανωμαλιών νευρολογικής φύσεως, που είναι η δυσκολία στην αντίληψη και οργάνωση του χώρου, η διάκριση των αντικειμένων από τον περιβάλλοντα χώρο και η άρθρωση του προφορικού λόγου, παρατηρούνται κυρίως σε παιδιά παρά σε εφήβους. Έτσι διαμορφώθηκαν δύο θεωρίες για τη δυσλεξία. Η πρώτη υποστηρίζει ότι η δυσλεξία είναι αποτέλεσμα μιας αμφίπλευρης ελαττωματικής ανάπτυξης των πίσω περιοχών του εγκεφάλου, η οποία μπορεί να οφείλεται σε ασθένεια ή κληρονομικούς παράγοντες. Η δεύτερη θεωρία υποστηρίζει, ότι η δυσλεξία οφείλεται σε ελαττωματική γενική οργάνωση του εγκεφάλου, και προτάθηκε από τον Orton (Πόρποδας, 1997).

Ελλιπής ημισφαιρική κυριαρχία:

Σε αυτή την κατηγορία υποστηρίζεται ότι η δυσλεξία είναι αποτέλεσμα καθυστερημένης ή και καθόλου εκδήλωσης της εγκεφαλικής κυριαρχίας (Πόρποδας, 1997). Ο όρος «εγκεφαλική κυριαρχία» αναφέρεται στη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου (Στασίνο, 1999).

Όπως είναι γνωστό, οι λειτουργίες του λόγου βασίζονται και στα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια. Ωστόσο, το αριστερό ημισφαίριο είναι το κυρίαρχο για τις γλωσσικές λειτουργίες, κυρίως αυτές που έχουν σχέση με την κατανόηση και παραγωγή του γραπτού λόγου, ενώ ο ρόλος του δεξιού ημισφαιρίου είναι πιο ασαφής. Το δεξί ημισφαίριο έχει ιδιαίτερη βαρύτητα σε λειτουργίες που αφορούν τη δομή του χώρου, σε λεπτομερείς διακρίσεις σχημάτων και σε κλίσεις της μουσικής. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, λοιπόν, στα δυσλεξικά παιδιά η κυριαρχία του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου ήταν ασταθής με συνέπεια τη δυσκολία της κατάκτησης της αναγνωστικής λειτουργίας (Πόρποδας, 1997).

Παράγοντες γενετικών ανωμαλιών:

Στις αρχές των αιώνα μετά από συστηματικές παρατηρήσεις δυσλεξικών περιπτώσεων φάνηκε ότι κληρονομικοί παράγοντες επενεργούσαν τουλάχιστον σε μερικές περιπτώσεις δυσλεξίας. Τα πιο ενισχυτικά αποτελέσματα της γενετικής θεωρίας ήταν εκείνα του Hallgren (1950) που βασίστηκαν σε 276 περιπτώσεις παιδιών δημοτικής και μέσης εκπαίδευσης της Στοκχόλμης, που είχαν μια ιστορία αναγνωστικής δυσκολίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε ποσοστό 88% των οικογενειών των παιδιών αυτών υπήρχαν και άλλα μέλη (εκτός από το παιδί) που είχαν αναγνωστικά προβλήματα. Οι περισσότεροι πειστικές μαρτυρίες για τη σπουδαιότητα του κληρονομικού παράγοντα στην ειδική δυσλεξία βρίσκονται στις μελέτες των μονοζυγοτικών και διζυγοτικών δίδυμων παιδιών, από τα οποία τουλάχιστο το ένα έχει αναγνωστική δυσκολία. Τα αποτελέσματα τέτοιων ερευνών έδειξαν ότι από 12 ζευγάρια μονοζυγοτικών δίδυμων παιδιών που μελετήθηκαν, η περίπτωση να είναι και τα δυο αδέρφια δυσλεξικά παρατηρήθηκε και στα 12. Αντίθετα από 33 ζευγάρια διζυγοτικών δίδυμων παιδιών το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 33%. Τέλος σε αρκετές περιπτώσεις δυσλεξίας παρατηρήθηκε ότι η αναγνωστική δυσκολία των μελών της οικογένειας ήταν εμφανής σε δυο – τρεις προηγούμενες γενιές. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις υποστηρίχτηκε η άποψη ότι η αναγνωστική δυσκολία μπορεί να οφείλεται σε κληρονομικούς παράγοντες που κληρονομούνται σύμφωνα με τους νόμους του Mendel (Πόρποδας, 1997).

Λειτουργικές ανωμαλίες στην αντιληπτική και γνωστική επεξεργασία:

Η τέταρτη και τελευταία κατηγορία αναφέρεται στην ψυχολογική προσέγγιση του αιτιολογικού ζητήματος της δυσλεξίας, όπου κύριο σημείο αυτής της προσέγγισης είναι η αναζήτηση ενός συνδυασμού αιτιολογικών παραγόντων του φαινομένου: Αντιληπτικές και κινητικές ανεπάρκειες του παιδιού, ανεπάρκεια στην εργαζόμενη μνήμη, τις δυσκολίες του παιδιού με επίκεντρο τον φωνολογικό κώδικα κ.α. (Στασίνογ, 2003).

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν την βιολογική, κληρονομική και γενετική βάση της δυσλεξίας. Ο Geschwind υποστήριξε ως αιτία ορμονικές ανωμαλίες. Ο Pennington υποστήριξε την γενετική βάση και την κληρονομικότητα. Άλλοι υποστηρίζουν την σχέση βλάβης του εγκεφάλου και μαθησιακών δυσκολιών (Χρηστάκης, 2006).

Σύγχρονες υποθέσεις στο χώρο των αιτιών.

Ταχεία ονομασία ερεθισμάτων

Η Ταχεία Ονομασία Ερεθισμάτων αναφέρεται στην ικανότητα της γρήγορης ονομασίας οπτικών ερεθισμάτων όπως εικόνων, χρωμάτων, αριθμών και γραμμμάτων. Όσο πιο γρήγορα μπορεί να ονομάζει τα ερεθίσματα αυτά ένα άτομο, τόσο καλύτερα αναμένεται να μπορεί να διαβάζει. Σχετικές έρευνες, δείχνουν ότι πράγματι η Ταχεία Ονομασία Ερεθισμάτων, αποτελεί παράγοντα διάκρισης ικανών και φτωχών αναγνωστών κατά την παιδική ηλικία αλλά και την ενήλικη ζωή. Επίσης φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη του επίπεδο ανάγνωσης ακόμα και ύστερα από την στατιστική «αφαίρεση» της επίδρασης της νοημοσύνης, της αναγνωστικής εμπειρίας και του ρυθμού λόγου, της ταχύτητας επεξεργασίας, της γνώσης των γραμμμάτων και κυρίως της φωνολογικής επίγνωσης. Οι Wolf και Bowers, προτείνουν μία εναλλακτική πρόταση για την ερμηνεία των αναγνωστικών δυσκολιών, την υπόθεση του διπλού συνδρόμου. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, τέσσερις ομάδες αναγνωστών αναμένεται ότι εντοπίζονται στο γενικό πληθυσμό, μία ομάδα παιδιών με προβλήματα στην ταχεία ονομασία ερεθισμάτων, μία ομάδα παιδιών με αδυναμίες στην φωνολογική επίγνωση, μία ομάδα παιδιών που παρουσιάζει προβλήματα και στις δύο περιοχές, η ομάδα του διπλού συνδρόμου, καθώς και η ομάδα των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών. Η σχετική έρευνα δείχνει ότι ομάδα του διπλού συνδρόμου παρουσιάζει τις σοβαρότερες δυσκολίες στην ανάγνωση σε σχέση, τόσο με την ακρίβεια όσο και με την ευχέρεια στην ανάγνωση λέξεων αλλά και στην κατανόηση κείμενου. Τα ίδια ευρήματα έχουν επιβεβαιωθεί και σε ομάδες ενηλίκων και παιδιών, σε γλώσσες άλλες πέραν της αγγλικής (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011).

Υπόθεση της λειτουργίας της παρεγκεφαλίδας.

Δύο σχετικά καινοτόμες υποθέσεις έχουν προταθεί ως εναλλακτικές προτάσεις για τη φύση της δυσλεξίας ως επέκταση των αδυναμιών που σχετίζονται με την Ταχεία ονομασία ερεθισμάτων: υπόθεση της Αδυναμίας της Αυτοματοποίησης και η υπόθεση της Λειτουργίας της Παρεγκεφαλίδας. Η πρώτη, εισηγείται ότι η δυσλεξία εμποδίζει το άτομο να γίνει γρήγορος σε οποιαδήποτε ικανότητα (συμπεριλαμβανομένων των αναγνωστικών), ενώ η δεύτερη αποδίδει τα προβλήματα στην ανάγνωση και στην αυτοματοποίηση, στην άτυπη λειτουργία της παρεγκεφαλίδας, προσφέροντας μία περισσότερο νευροψυχολογική ερμηνεία της δυσλεξίας. Προβλήματα για παράδειγμα στο επίπεδο παραγωγής ήχων που σχετίζονται με τον ανθρώπινο λόγο, αποδίδονται σε δυσλειτουργία της παρεγκεφαλίδας. Αυτού του είδους οι ικανότητες θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό κινητικές και δομούνται χρόνια πριν αναπτυχθούν στο επίπεδο της αυτοματοποίησης. Η αδυναμία επομένως να ελεγχθούν και να συντονιστούν χιλιάδες νευρομυϊκές κινήσεις που γίνονται ανά δευτερόλεπτο, οι οποίες «μετατρέπουν» τις αφηρημένες φωνολογικές αναπαραστάσεις, σε ένα κώδικα για το κινητικό σύστημα, αποδίδεται στην δυσλειτουργία της παρεγκεφαλίδας. Αυτό το φαινόμενο ουσιαστικά, η τρέχουσα βιβλιογραφία ονομάζει ως πρόβλημα ταχεία ονομασίας ερεθισμάτων, κατά τους Nickolson και Fawcett. Μία επιπρόσθετη εκδήλωση των δομικών προβλημάτων

στην παρεγκεφαλίδα, η οποία επίσης σχετίζεται με το έργο της ανάγνωσης, είναι οι δυνάμεις που εκδηλώνονται στο επίπεδο της ισορροπίας και το συγχρονισμό των κινήσεων ιδιαίτερα σε σχέση με τις λεπτές κινητικές δεξιότητες. Αυτές οι δυνάμεις παρατηρούνται κυρίως στα έργα γραφής και ορθογραφίας ανάμεσα σε άτομα με δυσλεξία. Αν και καινοτόμες, αυτές οι υποθέσεις γίνονται δεκτές με σκεπτικισμό από την σχετική έρευνα. Οι Rochelle και Talcott, σε ανασκόπηση 17 ερευνών που συνέκριναν τις δεξιότητες ισορροπίας και συγχρονισμού κινήσεων παιδιών με δυσλεξία και ομάδων ελέγχου, καταλήγουν ότι, οι όποιες αδυναμίες στο επίπεδο αυτό είναι επακόλουθες περισσότερο προβλημάτων προσοχής και υπερκινητικότητας - μπορεί να συνδυάζονται και με χαμηλή νοημοσύνη- πάρα προβλημάτων στην ανάγνωση.

Απεικονιστικές έρευνες παρέχουν επίσης δεδομένα σχετικά με την συγκεκριμένη υπόθεση για την δυσλειτουργία στην παρεγκεφαλίδα. Συγκεκριμένα, έχουν αναφερθεί μεταβολικές ανωμαλίες, μειωμένη πυκνότητα φαιάς ουσίας, ασυμμετρία στην νευρική μορφολογία και μειωμένη ενεργοποίηση στην παρεγκεφαλίδα, κατά την εκτέλεση διαδοχής των κινητικών έργων. Τα αποτελέσματα αυτά, στο σύνολό τους, τονίζουν ιδιαίτερα το γεγονός ότι η παρεγκεφαλίδα είναι λειτουργικά συνδεδεμένη με εύρος διαφορετικών γνωστικών λειτουργιών, μεταξύ των οποίων είναι και αυτοματοποίηση ικανοτήτων, η πρόσληψη και παραγωγή του λόγου. Όμως, πως και σε τί ποσοστό αυτές οι δυσκολίες σχετίζονται με την δυσλεξία, δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο. Ίσως αρκεί να δεχτούμε προς το παρόν, ότι η ερμηνεία που προσφέρουν για την κατανόηση της λέξης είναι ακόμα περιορισμένη (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011).

Μελέτη ύπαρξης των θεωριών ελλειμμάτων σε ενήλικες με δυσλεξία.

Υπάρχουν 3 θεωρίες στο χώρο της αναπτυξιακής δυσλεξίας σχετικά με την πηγή των ελλειμμάτων. Η θεωρία του φωνολογικού ελλείματος, η μεγαλοκυτταρική θεωρία(ταχείας επεξεργασίας ερεθισμάτων) και η υπόθεση δυσλειτουργίας της παρεγκεφαλίδας. Οι Ramus et al. (2003) στην έρευνα τους εξέτασαν αυτές τις θεωρίες σε ενήλικες για να δουν κατά πόσο αυτές ισχύουν. Για την σκοπό αυτό συμμετείχαν 16 ενήλικες με δυσλεξία και 16 ακόμα ενήλικες που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου και ήταν φοιτητές. Δόθηκαν ψυχομετρικά, φωνολογικά, οπτικοακουστικά και κινητικά τεστ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και οι 16 από την ομάδα των ατόμων με δυσλεξία είχαν φωνολογικό έλλειμμα, 10 από αυτούς συνδυάζαν ακουστικό έλλειμμα, τέσσερις κινητικό έλλειμμα και δύο οπτικό έλλειμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το φωνολογικό έλλειμμα εμφανίζεται σε όλα τα άτομα από την ομάδα των ενηλίκων με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το φωνολογικό έλλειμμα μπορεί να εμφανιστεί απουσία οποιασδήποτε αισθητικής ή κινητική διαταραχής και αρκεί για να προκαλέσει εξασθένηση γραμματισμού. Τα δεδομένα αυτά υποστηρίζουν τη φωνολογική θεωρία ενώ αναγνωρίζουν την παρουσία επιπρόσθετων αισθητηριακών κινητικών διαταραχών σε κάποια άτομα.

1.5. Διάγνωση της δυσλεξίας.

Είναι καταρχήν απαραίτητη η όσο το δυνατό πιο έγκαιρη διάγνωση της δυσλεξίας και ακόμη καλύτερα, η πρόγνωση της κατά την προσχολική ηλικία, π.χ. με το αντικειμενικό Παυλίδης Τεστ, γνωστό διεθνώς ως Τεστ Παυλίδη. Το κλειδί της επιτυχίας είναι η πρόγνωση της δυσλεξίας, που είναι απαραίτητο να γίνεται από ειδικούς όσο το δυνατόν νωρίτερα. Αν η διάγνωση γίνει στις δύο πρώτες τάξεις του δημοτικού, το ποσοστό επιτυχίας της αντιμετώπισης είναι εξαιρετικά υψηλό, ενώ, όσο περνά ο καιρός τόσο μειώνεται η αποτελεσματικότητά της. Όμως, ποτέ δεν είναι αργά αφού το σήμερα είναι προτιμότερο από το αύριο. Φυσικά, η προσχολική διάγνωση είναι η πλέον επιθυμητή και αποτελεσματική. Επιπρόσθετα η ακριβής διάγνωση καθορίζει την αποτελεσματικότητα της αντιμετώπισης. Η έγκαιρη αντιμετώπιση θα βελτιώσει σημαντικά και τη σχολική επίδοση αλλά και θα αποτρέψει τα ψυχολογικά προβλήματα των δυσλεξικών, που είναι το αποτέλεσμα της καθημερινής, προσωπικής ταπεινωτικής τους αποτυχίας στο σχολείο (Παυλίδης, 2000).

Διεθνώς, η διάγνωση της δυσλεξίας βασίζεται σε σταθμισμένα ψυχοεκπαιδευτικά τεστ και απαιτείται το παιδί να υστερεί στην ανάγνωση (και στην ορθογραφία) τουλάχιστον 1,5 - 2 χρόνια σε σχέση με τους συνομηλίκους του. Άρα, το νωρίτερο μπορεί να γίνει με ασφάλεια είναι στη δευτέρα τάξη. Τα δύο πλέον απαραίτητα σταθμισμένα τεστ είναι της ανάγνωσης και της ορθογραφίας. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν στα ελληνικά σταθμισμένα τεστ ανάγνωσης και ορθογραφίας, γι' αυτό η διάγνωση της δυσλεξίας στα ελληνόπουλα γίνεται κατά προσέγγιση και ξεφεύγει λίγο από την σφαίρα της αυστηρής επιστήμης. Συνεπώς, αποτελεί αναγκαία προτεραιότητα η στάθμιση ελληνικών τεστ ανάγνωσης, ορθογραφίας και μαθηματικών. Παραλλήλως είναι απαραίτητο να καθορισθούν αυστηρά διαγνωστικά κριτήρια, όσο γίνεται πιο αντικειμενικά, για την διάγνωση της δυσλεξίας. Μόνο έτσι θα αποφευχθεί η επικρατούσα σύγχυση. Για τη διάγνωση της δυσλεξίας είναι απαραίτητο αρχικά να δοθεί τεστ ευφυΐας για να είμαστε βέβαιοι ότι το μαθησιακό πρόβλημα δεν οφείλεται σε χαμηλή ευφυΐα. Όπως τα φάρμακα δίνονται μόνο από γιατρούς, έτσι τα τεστ ευφυΐας δίνονται μόνο από εξειδικευμένους ψυχολόγους. Τα τεστ ευφυΐας στα χέρια μη εξειδικευμένων ψυχολόγων είναι τόσο επικίνδυνα όσο και τα όπλα στα χέρια άπειρων παιδιών. Άρα, η παρουσία των ειδικών ψυχολόγων στη διαγνωστική ομάδα είναι απαραίτητη. Τα αποτελέσματα των τεστ ευφυΐας πρέπει να ερμηνεύονται με ιδιαίτερη προσοχή από ειδικούς με πλούσια κλινική εμπειρία με δυσλεξικούς. Συχνά το δυσλεξικό παιδί με χαμηλή αυτοπεποίθηση και διάσπαση προσοχής παρουσιάζει στα τεστ ευφυΐας πολύ χαμηλότερες επιδόσεις από τις πραγματικές του δυνατότητες, λόγω άγχους. Συνεπώς, τα τεστ ευφυΐας στα χέρια μη-ειδικών εμπεριέχουν τον κίνδυνο της λάθος διάγνωσης, δηλαδή από έξυπνος δυσλεκτικός κινδυνεύει να διαγνωσθεί ως νοητικά καθυστερημένος. Αυτό είναι εγκληματικό λάθος άγνοιας. Δυστυχώς, έχουν υπάρξει αρκετά τέτοια επαγγελματικά λάθη διάγνωσης. Στο εγγύς μέλλον η πρόγνωση της δυσλεξίας στην προσχολική ηλικία θα καταστεί εφικτή με βιολογικές - αντικειμενικές μεθόδους όπως είναι η μέθοδος της οφθαλμοκίνησης (Τεστ Παυλίδη), που ήδη εφαρμόζεται σε πολλά σχολεία της Τσεχίας. Βεβαίως, η διάγνωση της δυσλεξίας γίνεται με τη με την χρήση πολλών ψυχο-εκπαιδευτικών τεστ καθώς και με τη μοναδική συνδρομή της οφθαλμοκίνησης. Έτσι,

θα αποφευχθούν οι σοβαρές ψυχολογικές συνέπειες που πληγώνουν δια βίου τις ευαίσθητες ψυχές των δυσλεξικών (Παυλίδης, 2000).

Διαγνωστικές κατηγορίες σε ενήλικες

Υποκλίμακα Γραπτής Έκφρασης – Κλίμακες Προφορικής και Γραπτής Γλώσσας (ΚΠΓΓ- Oral and Written Language Scales- Carrow- Woolfolk, 1996)

Οι ΚΠΓΓ συνιστούν μια εκτίμηση της πρόσληψης και έκφρασης και γραπτού λόγου. Μπορούν να χορηγηθούν σε παιδιά και ενήλικες έως την ηλικία των 21 ετών. Η συστοιχία αποτελείται από τρεις κύριες κλίμακες: την Ακουστική Κατανόηση, την Προφορική Έκφραση και την Γραπτή Έκφραση. Η κλίμακα γραπτής έκφρασης, μπορεί να χορηγηθεί ατομικά ή ομαδικά και εξετάζει τους εξής τομείς: τη χρήση συμβατικών λειτουργιών (γραφή, ορθογραφία, στίξη), την χρήση συντακτικών μορφών (τροποποιητές δομές της πρότασης) και την ικανότητα για επικοινωνία νοήματος (σχετικότητα, συνοχή, οργάνωση). Τα ερεθίσματα παρουσιάζονται προφορικά, γραπτά ή με τη μορφή εικόνων και εξεταζόμενος καταγράφει όλες τις απαντήσεις τους ένα βιβλιαράκι. Η χορήγηση διαρκεί από 15 έως 25 λεπτά. Οι συντελεστές αξιοπιστίας της υπό κλίμακας είναι υψηλοί: εσωτερικής συνέπειας 0,87, χορήγησης- επαναχορήγησης 0,87 – 0,88, μεταξύ βαθμολογητών 0,95. Παρέχονται σταθμισμένες τιμές βάσει της ηλικίας και της τάξης του σχολείου, εκατοστιαίες τιμές και τιμές βάσει της κανονικής κατανομής. Διατίθενται νόρμες βάσει ηλικίας, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εκτιμήσεις παιδιών για μαθησιακές δυσκολίες. Οι κατασκευαστές αναφέρουν ότι κατά την κατασκευή των κλιμάκων, έγιναν τροποποιήσεις ώστε οι κλίμακες να είναι κατάλληλες και για πληθυσμούς Αφροαμερικάνων, Αμερικάνων ισπανικής καταγωγής, Ασιατών και αυτοχθόνων Αμερικάνων. Αυτή η πληροφορία αποτελεί μία καλή ένδειξη για τη χρήση των κλιμάκων και σε πληθυσμούς με διαφορετική κουλτούρα από την αγγλοσαξονική. Σαφώς για χρήση στην ελληνική γλώσσα μια απλή μετάφραση δεν αρκεί απαιτείται προσαρμογή και σταθμίσει τις δοκιμασίες για να είναι κατάλληλο για χρήση.

Δοκιμασία Γλώσσας για Εφήβους και Ενήλικες (ΔΓΕΕ, Test of Adolescent and Adult Language – 4η έκδοση – Hammill, Brown, Larsen, & Wiederholt, 2007)

Η δοκιμασία σχεδιάστηκε για να εκτιμά τις προφορικές και γραπτές ικανότητες στη γλώσσα εφήβων και νεαρών ενήλικων ατόμων. Οι ηλικίες που καλύπτει ξεκινούν από τα 12 έτη και φτάνουν μέχρι τα 24 έτη και 11 μήνες. Η δοκιμασία αποτελείται από έξι υποδοκιμασίες: 1) στην υποδοκιμασία «Αντίθετες Λέξεις» ζητείται από τον εξεταζόμενο να πει το αντίθετο νόημα από την δοθείσα λέξη. 2) στην υποδοκιμασία «Παράγωγες Λέξεις» ζητείται από τον εξεταζόμενο να συμπληρώσει την λέξη που λείπει στο τέλος μιας πρότασης, αφού προηγουμένως του έχει δοθεί μια λέξη- κλειδί και μια πρόταση που παρέχει ένα κοινό εννοιολογικό πλαίσιο με την πρόταση που πρέπει να συμπληρωθεί, για παράδειγμα: «Διαβάζω. Το βιβλίο ήταν πολύ μεγάλο. Έπρεπε να αφιερώσει πολύ χρόνο για διάβασμα.», 3) στην υποδοκιμασία «Προφορικές Αναλογίες», ζητείται από τον εξεταζόμενο να συμπληρώσει μια πρόταση ώστε να προκύπτει μια αναλογία με μια πρόταση που του δόθηκε προηγουμένως, για παράδειγμα «Τα ψάρια κολυμπάνε, τα άλογα τρέχουν.», 4) στην υποδοκιμασία

«Ομοιότητες Λέξεων» ζητείται από τον εξεταζόμενο να γράψει ένα συνώνυμο για μια δοθείσα τυπωμένη λέξη, 5)στην υποδοκιμασία «Συνδυασμός Προτάσεων» ζητείται από τον εξεταζόμενο να παράγει μια γραμματικά σωστή πρόταση από δύο ή περισσότερες δοθείσες προτάσεις, για παράδειγμα οι προτάσεις «Πηγαίναμε στο σπίτι.» και «Εκείνη την ώρα ξεκίνησε να βρέχει .» μπορούν να παραγάγουν «Πηγαίναμε στο σπίτι όταν ξεκίνησε να βρέχει.», και 6)στην υποδοκιμασία «Χρήση Ορθογραφίας» ζητείται στον εξεταζόμενο να γράψει προτάσεις που του δίνονται προφορικά με την σωστή ορθογραφία και τα σωστά σημεία στίξης. Η χορήγηση διαρκεί 60 περίπου λεπτά το λιγότερο .

Οι κατασκευαστές δίνουν την δυνατότητα μετατροπής των βαθμολογιών σε σταθμισμένες βαθμολογίες και παρέχουν και εκατοστιαίες τιμές επίδοσης βάσει της κανονικής κατανομής. Οι βαθμολογίες των επιμέρους υποδοκιμασιών συνδυάζονται και προκύπτουν τρεις σύνθετες βαθμολογίες, η Προφορική Γλώσσα, η Γραπτή Γλώσσα και η Γενική Γλώσσα.

Δοκιμασία Ψυχολinguιστικών Ικανοτήτων του Ιλλινόι (ΔΨΠ Illinois Test of Psycholinguistic Abilities- 3η έκδοση Hammill, Mather, & Roberts, 2001)

Αυτή η δοκιμασία αποτελεί ένα αποτελεσματικό μέσο μέτρησης ποικίλων πτυχών της προφορικής και γραπτής γλώσσας σε παιδιά. Η μέτρηση που παρέχει μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στον καθορισμό των ελλειμμάτων ενός παιδιού στις επιμέρους γλωσσικές λειτουργίες. Τα αποτελέσματα που έχει μια παρέμβαση που σχεδιάζεται για τα επιμέρους ελλείμματα ενός παιδιού αλλά και στο διαχωρισμό παιδιών με ανεπάρκεια στην φωνολογική κωδικοποίηση από αυτά με ανεπάρκεια στην ορθογραφική κωδικοποίηση. Η δοκιμασία αποτελείται από 12 υπό δοκιμασίες τις οποίες οι μισές μόνο αφορούν το γραπτό λόγο.

Κατηγορία Γραπτής Γλώσσας- Δοκιμασία Επίτευξης των Woodcock- Johnson (DGWJ Woodcock- Johnson Tests of Achievement- III Woodcock, McGrew, & Mather, 2001)

Η συγκεκριμένη συστοιχία δημιουργήθηκε για να καλύψει ένα ευρύ ηλικιακό φάσμα από δύο έως 90 ετών. Οι επιμέρους δοκιμασίες χωρίζονται σε δύο συστοιχίες, την Τυπική, η οποία περιλαμβάνει τις δοκιμασίες 1 έως 12 και περιέχει μία γενική εκτίμηση των δεξιοτήτων και η Εκτεταμένη, η οποία περιλαμβάνει 10 επιπλέον δοκιμασίες που εστιάζουν σε συγκεκριμένες ακαδημαϊκές δεξιότητες σχετικά με την γραπτή γλώσσα. Οι δοκιμασίες που περιλαμβάνονται και στις δύο συστοιχίες είναι συνολικά 6, αναλυτικά: 1)η δοκιμασία «Ορθογραφία» περιλαμβάνει γράφη υπαγορευμένων γραμμάτων και λέξεων 2) η δοκιμασία «Γραπτή Ευχέρεια» περιλαμβάνει συγγραφή απλών προτάσεων που θα περιγράφει μία εικόνα χρησιμοποιώντας τρεις δοθείσες λέξεις για κάθε ερέθισμα μέσα σε χρονικό διάστημα 7 λεπτών. 3) η δοκιμασία «Δείγματα Γραφής» περιλαμβάνει συγγραφή προτάσεων σύμφωνα με κάποιες οδηγίες που μπορεί να περιλαμβάνουν και εικόνες χωρίς να παίζει ρόλο αριθμός των ορθογραφικών λαθών 4) η δοκιμασία «Προσαρμογή» περιλαμβάνει προφορική διόρθωση ευκρινών λαθών γραπτών προτάσεων 5) η δοκιμασία «Ορθογραφία Ήχων» περιλαμβάνει γράφη υπαγορευμένων ψευδό-λέξεων όπου απαιτείται σωστή ορθογραφία και τέλος 6) δοκιμασία «Στίξη και Χρήση Κεφαλαίων Γραμμάτων» περιλαμβάνει την συγγραφή κειμένου όπου αξιολογούνται αυτές οι

δεξιότητες. Σε ανάλυση των παραπάνω δοκιμασιών σε ομάδες, η ομάδα γραπτής έκφρασης βρέθηκε να περικλείει τις δοκιμασίες «Γραπτή Ευχέρεια» και «Δείγματα Γραφής». Αυτό σημαίνει ότι αυτές οι δοκιμασίες αποτελούν καλούς και αξιόπιστους δείκτες για την δεξιότητα της γραπτής έκφρασης, χωρίς ωστόσο να υποτιμούνται πληροφορίες που προσφέρονται από τις υπόλοιπες δοκιμασίες, ιδίως με τα άτομα ΜΔΓΕ, που παρουσιάζουν πιο γενικευμένες εκπτώσεις στο γραπτό λόγο. Ένα θετικό χαρακτηριστικό αυτής της συστοιχίας, είναι ότι αν μία νευροψυχολογική εκτίμηση εγείρει ερωτήματα που αφορούν την ακαδημαϊκή επίδοση κάποιου, υπάρχει δυνατότητα χορήγησης της δοκιμασίας Γνωστικών Ικανοτήτων των τις Woodcock-Johnson, της οποίας τα επίπεδα επίδοσης είναι άμεσα συσχετισμένα με τις δοκιμασίες της ΔΚWJ . Ο χρόνος χορήγησης ποικίλει αλλά κατά μέσο όρο χρειάζονται 5 λεπτά για την κάθε δοκιμασία. Η χορήγηση της σταθμισμένης συστοιχίας διαρκεί από 55 έως 65 λεπτά .

Δοκιμασία Ατομικής Επίτευξης του Wechsler- III (Wechsler Individual Achievement Test- III, WIAT-III, 2009)

Αυτή η δοκιμασία σχεδιάστηκε για να εξετάσει την ακαδημαϊκή επίδοση ατόμων από 4 έως 85 ετών. Μπορεί κανείς να την χορηγήσει ολόκληρη ή να εξετάσει μόνο μια δεξιότητα με επιμέρους υποδοκιμασία. Περιλαμβάνει 4 βασικές κλίμακες, την Ανάγνωση, τα Μαθηματικά, την Ικανότητα Γραφής και την Προφορική Γλώσσα. Η κλίμακα της Ικανότητας Γραφής αποτελείται από δύο υποδοκιμασίες 1) την «Ορθογραφία», η οποία διαθέτει 50 ερεθίσματα, εκ των οποίων τα πρώτα 6 απαιτούν γραφή υπαγορευμένων γραμμάτων και τα υπόλοιπα γραφή υπαγορευμένων λέξεων, 2) τη «Γραπτή Έκφραση», η οποία χορηγείται μόνο σε παιδιά από την Τρίτη τάξη του δημοτικού μέχρι το τέλος του λυκείου και είναι η μόνη χρονομετρούμενη υποδοκιμασία. Σε αυτήν, κατόπιν παρουσίασης ενός ερεθίσματος , ο εξεταζόμενος καλείται να συνθέσει ένα σχετικό κείμενο μέσα σε 15 λεπτά. Αυτό το κείμενο βαθμολογείται συνολικά σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια και μπορεί να φτάσει τη μέγιστη βαθμολογία των 24 ακατέργαστων βαθμών. Ένα μειονέκτημα αυτής της υποδοκιμασίας είναι ότι σε ορισμένες περιπτώσεις τείνει να βαθμολογείται υποκειμενικά. Οι συντελεστές αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας κυμαίνονται μεταξύ 0,80 και 0,98 και οι συντελεστές χορήγησης- επαναχορήγησης μεταξύ 0,85- 0,90 για όλες τις δοκιμασίες.

Υποδοκιμασία Ορθογραφίας- Σύντομη Δοκιμασία του Wechsler (Wechsler Quicktest, Wechsler, 1996 προσαρμογή στα ελληνικά Vrachimi-Souroulla, Panayiotou, Kokkinos, & Lammprinou, 2011)

Η Σύντομη Δοκιμασία του Wechsler αποτελείται από τρεις από τις δοκιμασίες του WIAT-III και εξυπηρετεί έναν ταχύ διαγνωστικό έλεγχο για τις ακαδημαϊκές δεξιότητες ενός παιδιού. Η υποδοκιμασία «Ορθογραφία» απαιτεί από το παιδί να γράψει λέξεις, ήχους ή γράμματα καθ' υπαγόρευση. Οι κατασκευαστές της δοκιμασίας εξασφάλισαν την εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής μέσω συσχετίσεων με τους δείκτες νοημοσύνης (Συνολικός, Λεκτικός, Πρακτικός) του WISC-III. Η έκδοση της δοκιμασίας στα ελληνικά διαθέτει εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής και εξωτερικού κριτηρίου και μπορεί να διαχωρίσει επιτυχώς παιδιά με κάποια μαθησιακή

δυσκολία από υγιή παιδιά. Αυτό το εύρημα επιβεβαιώνεται και από την παρατήρηση των εκπαιδευτικών, των οποίων η κρίση για την παρουσία δυσκολιών σε κάποια ακαδημαϊκή δεξιότητα συνοδεύεται και από χαμηλή επίδοση στη Σύντομη Διαδικασία.

(Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011)

1.6. Δυσλεξία και ενήλικη ζωή.

Ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι ανακαλύπτουν ότι έχουν δυσλεξία κατά την ενήλικη ζωή. Η δυσλεξία στην ενήλικη ζωή δεν αποτελεί καινούργια διαπίστωση. Υπάρχουν άτομα που ταλαιπωρούνται από την νευρολογική αυτή διαταραχή για χρόνια. Η δυσλεξία αφορά μια δια βίου κατάσταση που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου για μάθηση. Τα χαρακτηριστικά αφορούν την κακή μνήμη, την αδυναμία συγκράτησης πληροφοριών, την διαχείριση χρόνου, την δυσκολία να κρατήσουν σημειώσεις, τον κακό γραφικό χαρακτήρα, δυσκολία συγκέντρωσης και επίπεδα ανησυχίας. Υπάρχουν αρκετές παρανοήσεις για την δυσλεξία στην ενήλικη ζωή. Τις περισσότερες των περιπτώσεων οι άνθρωποι δεν κατανοούν το πραγματικό πρόβλημα και θεωρούν το δυσλεξικό άτομο ανεύθυνο ή οκνηρό. Οι αντιδράσεις αυτές μειώνουν την αυτοπεποίθηση του δυσλεξικού ατόμου με αποτέλεσμα να νιώθει απόρριψη και απομόνωση. Η δυσλεξία δεν μειώνει την δημιουργικότητα καθώς τα άτομα αυτά σκέφτονται με εικόνες και μπορούν να εκφραστούν καλύτερα με αυτές. Το δυνατό τους σημείο είναι η ζωντή φαντασία και αν τους δοθεί η κατάλληλη υποστήριξη και ενθάρρυνση είναι σε θέση να επιτύχουν πολλά (Παυλίδου, 2010).

Η δυσλεξία στην ενήλικη ζωή εκδηλώνεται με διάφορους τρόπους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα προβλήματα περιλαμβάνουν δυσκολίες σε ορθογραφία, ανάγνωση, γραφή, μαθηματικούς υπολογισμούς κ.α. Οι δυσκολίες αυτές εντοπίζονται σε πολλαπλά επίπεδα και η ένταση του προβλήματος ποικίλλει. Τα άτομα που ταλαιπωρούνται με δυσλεξία συνήθως δεν αποδίδουν στη δουλειά με αποτέλεσμα να θεωρούνται οκνηρά και απρόσεκτα. Η εκτέλεση των εργασιακών καθηκόντων εξαρτάται από την σοβαρότητα των αδυναμιών. Στις περισσότερες περιπτώσεις διαφορετικά συμπτώματα συνυπάρχουν σε διαφορετικούς συνδυασμούς. Στον εργασιακό χώρο δεν πρέπει να υποτιμάται η θέση του ψυχολόγου. Ο ψυχολόγος αποτελεί το άτομο που θα ανιχνεύσει τις αδυναμίες και θα ενισχύσει τα δυνατά σημεία των δυσλεξικών ατόμων προκειμένου να διατηρηθεί η παραγωγικότητα σε ικανοποιητικά επίπεδα (Stoner, Farrel & Guyer, 1996).

Ωστόσο η δυσλεξία στην ενήλικη ζωή δεν αποτελεί τροχοπέδη στην εργασιακή απασχόληση. Σε κάθε εταιρεία ή οργανισμό πρέπει να αναπτυχθούν συγκεκριμένες στρατηγικές προκειμένου να δοθεί ώθηση στα δυσλεξικά άτομα για να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στα εργασιακά καθήκοντα (Παυλίδου, 2010).

B. Νευροαπεικονιστικές μέθοδοι

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με τις σημαντικότερες μεθόδους απεικόνισης του εγκεφάλου. Θα παρουσιάσουμε τις μεθόδους χωρίζοντας τες σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με την μέθοδο εξέτασης του. Η πρώτη κατηγορία αφορά την εξέταση της δομής του εγκεφάλου, οι μέθοδοι αυτοί βασίζονται στην απεικόνιση της ροής του αίματος ή στην ανακατασκευή της εικόνας του εγκεφάλου βάσει της πυκνότητας των ιστών του (Κοσμίδου, 2008). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η υπολογιστική αξονική τομογραφία και η μαγνητική τομογραφία. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μέθοδοι εξέτασης της λειτουργίας του εγκεφάλου. Αυτές ανάλογα το αν εξετάζουν την ηλεκτρική του δραστηριότητα χωρίζονται στο εγκεφαλογράφημα, τα προκλητά δυναμικά και στο μαγνητοεγκεφαλογράφημα, ενώ αν εξετάζουν τη μεταβολική του δραστηριότητα χωρίζονται στην λειτουργική μαγνητική τομογραφία, την τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων και την τομογραφία εκπομπής μονήρους φωτονίου. Οι μέθοδοι που εξετάζουν τη μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου, ουσιαστικά μετρούν τη ροή του αίματος σ' αυτόν, με τη λογική ότι μια περιοχή στην οποία υπάρχει αυξημένη δραστηριότητα απαιτεί και αυξημένη ροή αίματος (Γιωτάκος, 2014). Η λειτουργική απεικόνιση του εγκεφάλου προσφέρει ανάλογα τη μέθοδο, είτε καλύτερη χρονική ευκρίνεια είτε χωρική ευκρίνεια. Με τον όρο χρονική ευκρίνεια αναφερόμαστε στη μικρότερη χρονική περίοδο που χρειάζεται για να καταγραφεί ένα σήμα, δηλαδή πόσο γρήγορα μετά την ενεργοποίηση του εγκεφάλου η τεχνική απεικονίζει το συμβάν. Με τον όρο χωρική ευκρίνεια, αναφέρεται ο βαθμός με τον οποίο η τεχνική μπορεί να παρέχει λεπτομέρειες σχετικά με την περιοχή του εγκεφάλου που δραστηριοποιείται κάθε φορά και συγχρόνως να αποκλείσει γειτονικές περιοχές (Κοσμίδου, 2008). Ορισμένες τεχνικές μπορούν να συνδυάσουν και τα δύο. Οι μέθοδοι απεικόνισης διαφέρουν μεταξύ τους ως προς: α) το είδος των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων που καταγράφουν, β) το χαρακτηριστικό της φυσιολογίας του εγκεφάλου που απεικονίζουν και γ) τα θεωρητικά πρότυπα και τις τεχνικές διαδικασίες «εμφάνισης» των «λειτουργικών εικόνων».

Η εξέλιξη της τεχνολογίας μας δίνει πλέον τη δυνατότητα να παρακολουθούμε αλλαγές στη νευροφυσιολογία του εγκεφάλου. Οι μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης αποσκοπούν στη δόμηση εικόνων της ενεργοποίησης των εγκεφαλικών δομών που συναποτελούν το μηχανισμό μιας γνωστικής λειτουργίας, όπως η ανάγνωση (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011), γ' αυτό και θα αποτελέσουν τομέα ενδιαφέροντος σε αυτή την εργασία καθώς αυτή η εξέλιξη προσφέρει πολλά στην έρευνα της φυσιολογικής και της παθολογικής λειτουργίας (Κοσμίδου, 2008). Ιδιαίτερη έμφαση θα δώσουμε στη μέθοδο του ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος. Σε κάθε περίπτωση πάντως, μόνο οι νευροφυσιολογικές διεργασίες που συντελούνται στις διάφορες περιοχές του εγκεφάλου που τον απαρτίζουν είναι απεικονισίμες. Επιπλέον, οι αλγόριθμοι που περιγράφουν τον τρόπο, τη χρονική διάρκεια και την ένταση με την οποία ενεργοποιούνται οι επιμέρους περιοχές του εγκεφάλου που συμμετέχουν στο μηχανισμό απεικονίζονται με μεγαλύτερη δυσκολία και μέσω μόνο μερικών από τις διαθέσιμες μεθόδους. Ωστόσο, στα πλαίσια κάποιων απεικονιστικών μεθόδων είναι δυνατό να τεκμηριωθούν κάποιες ενδείξεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά του εγκεφαλικού «λογισμικού». Αξίζει να σημειωθεί επίσης, ότι ενώ οι επεμβατικές

μέθοδοι(π.χ. ηλεκτρική διέγερση) είναι σε θέση να προσδιορίσουν εάν κάποια περιοχή του εγκεφάλου είναι όντως απαραίτητη για την εκτέλεση μιας λειτουργίας, οι απεικονιστικές μέθοδοι μπορούν απλά να πιστοποιήσουν ότι η εν λόγω περιοχή παρουσιάζει αυξημένη ή σημαντικά μειωμένη νευρωνική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της τέλεσης μιας λειτουργίας και αυτό θα αναζητήσουμε στις επόμενες ενότητες της εργασίας (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011). Συγκεκριμένα, επειδή σε αυτές τις μεθόδους παρακολουθούμε την εγκεφαλική δραστηριότητα απ' έξω είμαστε αναγκασμένοι να κάνουμε λογική επαγωγή για να προτείνουμε την ερμηνεία της δραστηριότητας που παρατηρούμε σε σχέση με τη λειτουργία που προσπαθούμε να μελετήσουμε. Επίσης, στην εκτέλεση κάθε έργου εμπλέκονται πολλαπλές διαδικασίες, όπως τα συναισθήματα, τα οποία πιθανόν να αντικατοπτρίζονται στην απεικόνιση. Άρα, δεν μπορούμε να ερμηνεύσουμε την εγκεφαλική δραστηριότητα που παρατηρούμε ως αντίστοιχη μιας γνωστικής λειτουργίας αποκλειστικά, αφού είναι δύσκολο να αποκλείσουμε τη συμμετοχή άλλων ταυτόχρονων λειτουργιών. Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητο να χορηγήσουμε και να συγκρίνουμε δύο πειραματικά έργα τα οποία να εμπλέκουν διαφορετικό συνδυασμό λειτουργιών ώστε το ένα να αποτελεί έλεγχο. Θέτοντας ένα παράδειγμα για να εξηγήσουμε τα παραπάνω, αν χορηγήσουμε ένα έργο παραγωγής λέξεων, εκτός από εγκεφαλική δραστηριότητα της λεκτικής διεργασίας, θα παρατηρήσουμε και εγκεφαλική δραστηριότητα λόγω της κίνησης του στόματος για να αρθρώσει τις λέξεις. Χορηγούμε μετά και ένα έργο νοητικής παραγωγής των λέξεων όπου δεν απαιτείται η κίνηση των μυών του στόματος. Γίνεται Τότε «αφαίρεση» της εγκεφαλικής δραστηριότητας στο δεύτερο έργο από την εγκεφαλική δραστηριότητα στο πρώτο έργο και το αποτέλεσμα θεωρείται ένδειξη των περιοχών που εμπλέκονται στην προφορική παραγωγή λέξεων.

Παρά τους πιθανούς περιορισμούς τους τεχνικές παρατηρήσεις της λειτουργίας του εγκεφάλου, χρησιμοποιούνται ευρέως στην έρευνα και πράγματι έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν πολλά στις γνώσεις μας σχετικά με τις γνωστικές διαδικασίες (Κοσμίδου, 2008).

2.1. Μέθοδοι εξέτασης της δομής του εγκεφάλου.

Υπολογιστική αξονική τομογραφία [Computerized (transaxial) tomography/CT scan]

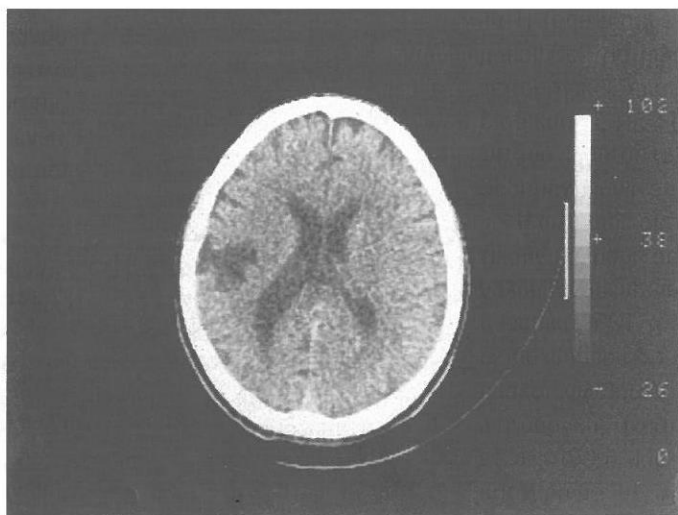
Η υπολογιστική αξονική τομογραφία παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης εγκάρσιων τομών του κρανίου, του εγκεφάλου, των κοιλιών, των δεξαμενών, των μεγάλων αγγείων, του δρεπάνου και του σκληνιδίου (Waxman, 2015).

Στην υπολογιστική αξονική τομογραφία δεν χρησιμοποιείται η κλασική διαδικασία της ακτινογραφίας, αλλά χρησιμοποιούνται οι ειδικοί μετρητές(ανιχνευτές) οι οποίοι μετρούν την εξασθένηση των ακτινών-X. Οι ακτίνες X εκπέμπονται ακτινωτά από έναν ειδικό πομπό (κυλινδρικός σωλήνας), ο οποίος περιστρέφεται ελικοειδώς γύρω από το σώμα του εξεταζόμενου και συλλέγονται από τους ανιχνευτές, αφού προηγουμένως εξασθενήσουν διαπερνώντας στρώματα ιστών του ξαπλωμένου ασθενή στον κυλινδρικό σωλήνα.

Ένας υπολογιστής, εφαρμόζοντας ένα μαθηματικό αλγόριθμο (McKay & Mateer, 2004) και μετά από την ανάλογη αξιολόγηση των συλλεχθέντων στοιχείων (τιμές εξασθένησης της ακτινοβολίας), παράγει σειρές εικόνων οι οποίες αναλογούν σε ακτινογραφίες διαφορετικών εγκάρσιων (κάθετων) λεπτών τομών του σώματος ή της κεφαλής του ασθενή. Οι εικόνες που λαμβάνονται με αυτή τη μέθοδο φαίνονται σαν να έκοψε κάποιος π.χ. το κεφάλι σε λεπτές τομές (φέτες) πάχους 1-10 χιλιοστών, οι οποίες δείχνουν περιοχές μεγαλύτερης ή μικρότερης εξασθένησης των ακτίνων-X με μία κάποια πολύ καλύτερη ανάλυση από αυτή που θα μπορούσε να δώσει κλασική ακτινογραφία.

Εκτός από την απλή αξονική CT τομογραφία μπορεί να αξιοποιηθεί επιπροσθέτως και για λόγους σύγκρισης, η χρήση σκιαστικών μέσων (ουσιών). Για το σκοπό αυτό χορηγείται ενδοφλεβίως στην κυκλοφορία του αίματος π.χ. ένα ιωδιούχο σκιαστικό υγρό, το οποίο σε ορισμένες δομές του σώματος συσσωρεύεται ιδιαίτερα έντονα έτσι ώστε αυτές να γίνονται εμφανέστερες. Με αυτή την ιατρική απεικονιστική μέθοδο μπορεί κάποιος να απεικονίσει και τα αιμοφόρα αγγεία εντός και εκτός του κρανίου (αγγειογραφία CT/υπολογιστική αξονική αγγειογραφία) (Schindelmeiser, 2013).

Τέλος αποτελεί προτιμώμενη μέθοδο διερεύνηση για τη διάγνωση συγγενούς παθολογίας του εγκεφάλου, την παρουσία μη φυσιολογικών αποστιτανώσεων, απομυελιντικών νόσων, εγκεφαλικού οιδήματος, υδροκέφαλου, πολλών τύπων όγκων και κυστών, αιμορραγιών και καρδιοαγγειακής νόσου (McKay & Mateer, 2004).



Εικόνα 2.1.1. Υπολογιστική αξονική τομογραφία άντρα 54 ετών με παρεγκεφαλιδική κύστη στον αριστερό βρεγματικό λοβό και σύστοιχη διεύρυνση της αριστερής πλάγιας κοιλίας από ατύχημα στην παιδική ηλικία (Κοσμίδου, 2008).

Μαγνητική τομογραφία (Magnetic resonance/MRI)

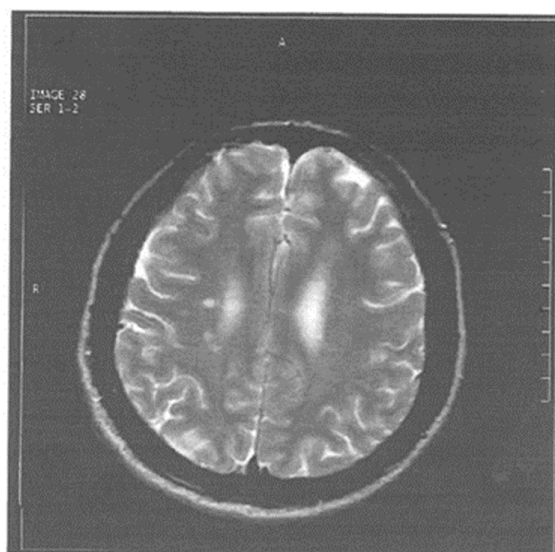
Η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού περιέχει πιο ευκρινείς τρισδιάστατες εικόνες απ' ότι η αξονική τομογραφία, χωρίς να εκθέτει το άτομο σε ραδιενεργή ακτινοβολία. Η μέθοδος αυτή απεικονίζει καθαρά τη διαφορά μεταξύ φαιάς και λευκής ουσίας, και έχει τη δυνατότητα να αποκαλύπτει ακόμη και μικροσκοπικές αλλαγές στη δομή των εσωτερικών οργάνων. Έτσι μπορούμε να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη μιας νόσου διεξάγοντας πολλαπλές εξετάσεις και συσχετίζοντας αυτές τις δομικές πληροφορίες με την συμπεριφορική ή γνωστική κατάσταση ενός ασθενούς.

Η διαδικασία διαρκεί περίπου 15 λεπτά, κατά τα οποία ο εξεταζόμενος ξαπλώνει μέσα σε ένα μεγάλο κυλινδρικό μαγνήτη(ισχύος 1,5 Tesla ή 15.000 Gauss) και εκτίθεται σε πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι ενώ τα άτομα των κυττάρων με περιττά πρωτόνια(π.χ. υδρογόνο) συνήθως περιστρέφονται με τυχαίο προσανατολισμό, όταν βρεθούν σε μαγνητικό πεδίο παίρνουν παράλληλη διάταξη με το εξωτερικό στατικό πεδίο. Όταν όμως οι πυρήνες του υδρογόνου εκτραπούν από την παράλληλη διάταξη εξαιτίας της επίρειας ισχυρών ραδιενεργών κυμάτων, παράγουν ανιχνεύσιμο ηλεκτρομαγνητικό σήμα καθώς ξαναπαίρνουν παράλληλη διάταξη. Τα σήματα αυτά ανιχνεύονται από το μαγνητικό τομογράφο και ο ηλεκτρονικός υπολογιστής τα μετατρέπει σε εικόνες βάσει των διαφόρων τύπων των ιστών του σώματος. Ιστοί που παράγουν πολύ υδρογόνο (π.χ. λίπος) φαίνονται φωτεινά στην εικόνα (Κοσμίδου, 2008).

Η αντίθεση των μαλακών ιστών είναι αυτό που την καθιστά πιο ευαίσθητη από την αξονική τομογραφία στον καθορισμό κεντρικών δομικών βλαβών. Η MRI έχει καλύτερη ευκρίνεια από την CT μεταξύ της λευκής και της φαιάς ουσίας του εγκεφάλου, ενώ είναι ανώτερη για την απεικόνιση ανωμαλιών του οπίσθιου βόθρου και του νωτιαίου μυελού και για την αναγνώριση βλαβών που σχετίζονται με την πολλαπλή σκλήρυνση ή αυτών που προκαλούν επιληψία. Μαζί με την μεγαλύτερη ευαισθησία της είναι επίσης ελεύθερη από οστικά παράσιτα και επιτρέπει πολλαπλές απεικονίσεις (εγκάρσια, οβελιαία και στεφανιαία), χωρίς να χρειάζεται να μετακινηθεί ο ασθενής. Επειδή δεν υπάρχουν γνωστές παρενέργειες, η MRI μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές αν είναι απαραίτητο. Περιστασιακά, οι ασθενείς δεν μπορούν να ανεχθούν τη διαδικασία λόγω κλειστοφοβίας, αλλά η καταστολή συνήθως απομακρύνει το πρόβλημα (Aminoff, Greenberg & Simon, 2007).

Κύρια μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν, η μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου απεικόνισης, η ασυμβατότητα της με πολλά υποστηρικτικά για τη ζωή συστήματα(π.χ. βηματοδότης), δεδομένης της ανάγκης έκθεσης του ασθενούς σε ένα δυνατό μαγνητικό πεδίο (McKay & Mateer , 2004).

Όπως και στην αξονική έτσι και στην μαγνητική τομογραφία, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει σκιαστικά μέσα, ώστε να τονιστούν περισσότερο κάποιες συγκεκριμένες δομές. Τέλος υπάρχει επίσης και μια μέθοδος απεικόνισης των αιμοφόρων αγγείων, η μαγνητική αγγειογραφία MRA(αγγειογραφία μαγνητικού συντονισμού) (Schindelmeiser,2013).



Εικόνα 1.1.2. Μαγνητική τομογραφία γυναίκας 63 ετών με σκλήρυνση κατά πλάκας και διπολική διαταραχή (Κοσμίδου, 2008)

2.2.Μέθοδοι εξέτασης της λειτουργίας του εγκεφάλου

2.2.1 Μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου

Λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού(Functional magnetic resonance imaging/ fMRI)

Η fMRI καταγράφει πολύ ταχύτερα από τη δομική μαγνητική τομογραφία και έχει τη δυνατότητα να απεικονίζει τις αλλαγές που συμβαίνουν στον εγκέφαλο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Βασίζεται στο μεταβολισμό των διαφόρων περιοχών του εγκεφάλου, και πιο συγκεκριμένα στην αιμοσφαιρίνη του αίματος (Κοσμίδου, 2008). Συγκεκριμένα μετρά το επίπεδο οξυγόνωσης του αίματος(BOLD-Blood oxygenation level dependent) το οποίο αναπαριστά την διαφορική δραστηριότητα της αιμοσφαιρίνης και της δεοξυαιμοσφαιρίνης στην συσκευή MRI . Κάθε τμήμα του εγκεφάλου το οποίο συμμετέχει σε μία συγκεκριμένη γλωσσική ή αισθητικοκινητική δραστηριότητα, εμφανίζει μεγαλύτερη η νευρωνική δραστηριότητα στην αντίστοιχη περιοχή του εγκεφάλου, επομένως απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου, ακολούθως προκαλείται αύξηση των ποσοτήτων της δεοξυαιμοσφαιρίνης που απελευθερώνεται στις περιβάλλουσες φλέβες. Η δεοξυαιμοσφαιρίνη είναι ιδιαίτερα παραμαγνητική και δημιουργεί ένα σήμα το οποίο προκαλεί μεγαλύτερη ανακατανομή του αίματος στην στοχευμένη περιοχή. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη 3-6 δευτερολέπτων πριν το αίμα φτάσει στην περιοχή στόχο, δηλαδή γίνει ο ανεφοδιασμός της αιμοσφαιρίνης. Το χρονικό χάσμα μεταξύ της παρουσίας της αποξυγονωμένης και της επιστροφής της οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης σχετίζεται με το BOLD. Ως εκ τούτου

το συμπέρασμα που βγάζουμε είναι ότι το fMRI δεν αντικατοπτρίζει άμεσα τη νευρωνική δραστηριότητα, αλλά τις αλλαγές στη ροή του αίματος που επάγονται από αυτήν (Bhatnagar, 2012). Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να αυξηθεί περαιτέρω η χρονική ευκρίνεια των εικόνων όσο κι αν βελτιωθεί η τεχνολογία. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μεταφράζει την ισχύ των σημάτων που εκπέμπει η δεοξυαιμοσφαιρίνη σε διαβαθμίσεις του γκρι ή άλλων χρωμάτων. Έτσι, έχουμε οπτική αναπαράσταση του σχετικού βαθμού δραστηριοποίησης διαφόρων ιστών την ίδια χρονική στιγμή και των ίδιων ιστών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Επίσης οι εικόνες που βλέπουμε βασίζονται στο μέσο όρο των τιμών που καταγράφηκαν μέσα σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, οπότε δεν είναι η πιο ακριβή μέθοδος για την παρακολούθηση της εξέλιξης μιας λειτουργίας. Ωστόσο έχει καλή χωρική ευκρίνεια (Κοσμίδου, 2008).

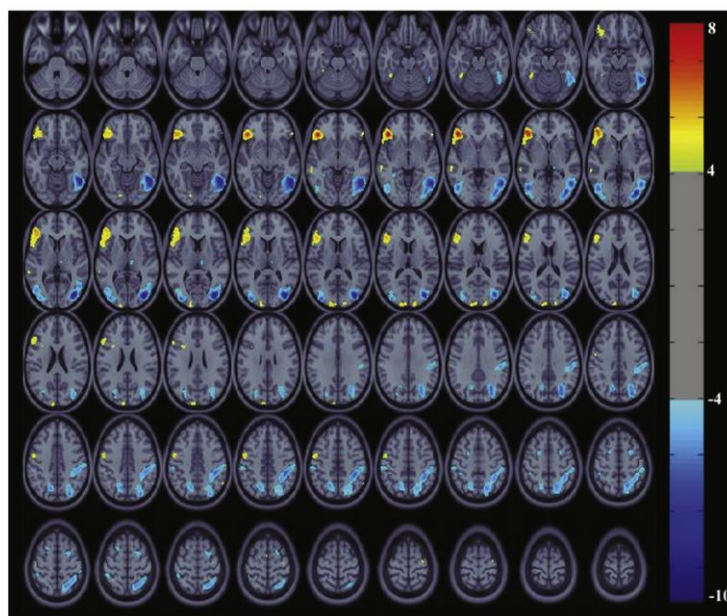
Η μέθοδος BOLD-fMRI περιλαμβάνει διάφορες περιόδους ανάπαυσης εναλλασσόμενες με περιόδους ενεργοποίησης. Μια σειρά εικόνων της περιοχής του εγκεφάλου ενδιαφέροντος λαμβάνονται όταν ο ασθενής είναι σε ηρεμία. Μία δεύτερη ομάδα εικόνων λαμβάνεται ενώ ο ασθενής εκτελεί μια ελεγχόμενη αισθητικό-κινητική ή γλωσσική δραστηριότητα. Γενικά, αποκτώνται 30 εικόνες σε μια περίοδο 90 δευτερολέπτων. Οι πρώτες 10 εικόνες (30 δευτερόλεπτα) και τελευταίες 10 εικόνες (30 δευτερόλεπτα) χρησιμοποιούνται ως βασικά δεδομένα, ενώ οι μεσαίες 10 εικόνες (30 δευτερόλεπτα) αποκτώνται όταν ο ασθενής εκτελεί συγκεκριμένες δραστηριότητες και παρουσιάζουν το εμπλεκόμενο σημείο του εγκεφάλου. Οι εικόνες που αποτελούν βασικά δεδομένα, αφαιρούνται από τις ενδιάμεσες εικόνες εργασίας και οι περιοχές του φλοιού που ενεργοποιούνται σ' αυτές, σχετίζονται με συγκεκριμένες λειτουργίες. Η μέθοδος BOLD είναι η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται για το fMRI, ωστόσο υπάρχουν και άλλες μέθοδοι αξιολόγησης μέσω αυτής της τεχνικής (Bhatnagar, 2012).

Πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν απαιτεί τη χορήγηση ακτινοβολίας, επομένως ο αριθμός των παρατηρήσεων που μπορούν να γίνουν σε ένα μόνο υποκείμενο/ασθενή είναι κατά βάση απεριόριστος. Αυτό ανοίγει το δρόμο σε πλουσιότερους και ισχυρότερους πειραματικούς και ενισχύει σε σημαντικό βαθμό τη πιθανότητα λήψης αξιόπιστων πειραματικών αποτελεσμάτων σε επίπεδο ενός μόνο υποκειμένου, επιτρέποντας έτσι τη συστηματική μελέτη μεμονωμένων διαφορών στους νευρικούς συσχετισμούς γνωστικών λειτουργιών. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα αποτελεί η καλή χωρική ανάλυση που αναφέραμε παραπάνω, και τέλος η ταχύτητα με την οποία λαμβάνει τα δεδομένα, προσφέρει πλεονέκτημα ακόμη και σε πειραματικά σχέδια με σειριακή διαδοχή δοκιμασιών. (Πήτα & Κιοσέογλου, 2004).

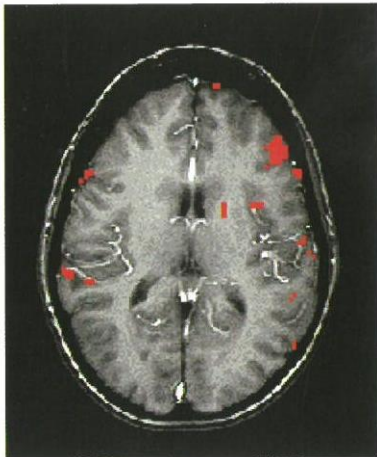
Πέραν όμως των πλεονεκτημάτων πρέπει να υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα. Το fMRI δεν ανιχνεύει την δραστηριότητα σε όλες τις εγκεφαλικές περιοχές με την ίδια ευαισθησία, λόγω της υποβάθμισης της ποιότητας του σήματος BOLD από περιοχές που επηρεάζονται από τη μαγνητική ευαισθησία εξαιτίας άλλων παραγόντων πέραν της οξυγόνωσης του αίματος. Τέτοια φαινόμενα ευαισθησίας σημειώνονται πλησίον της περιοχής των ορίων αέρα και οστικού ιστού. Οι βασικές κροταφικές και πρόσθιες οφθαλμοκογχικές περιοχές, λόγω της γειννίας τους με του ακουστικούς πόρους και τους μετωπιαίους κόλπους αντίστοιχα, επηρεάζονται ιδιαίτερα άσχημα. Ένα δεύτερο μειονέκτημα 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 ανοιχτές προφορικές αποκρίσεις. Τέλος η μεγάλη ταχύτητα απόκτησης δεδομένων παράγει ένα εξαιρετικά θορυβώδες περιβάλλον για το υποκείμενο, στη συσκευή του MRI, κάθε άλλο παρά ιδανικό για ακουστικές μελέτες (Πήτα & Κιοσέογλου, 2004).

Ως σημαντική νευρογλωσσική τεχνική για τους μαθητές της ανθρώπινης συμπεριφοράς, η fMRI χρησιμοποιείται για να χαρτογραφήσει με ακρίβεια τις περιοχές του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται μέσω συγκεκριμένων ερεθισμάτων, όπως αισθητικοκινητικές, οπτικές, γλωσσικές και μη-γλωσσικές δραστηριότητες. Αυτό επέτρεψε στους ερευνητές να παρατηρήσουν τις διαφορές και/ή τις προοδευτικές φυσιολογικές αλλαγές στις περιοχές ενεργοποίησης του εγκεφάλου. Τα μεταβαλλόμενα πρότυπα ροής αίματος, σχετίζονται με μια ποικιλία παθολογικού ιστού του εγκεφάλου. Η fMRI είναι σημαντική όχι μόνο για τη διερεύνηση της φυσιολογικής ή βασικής λειτουργίας, αλλά έχει αποτελέσει μια πολύτιμη πηγή πληροφοριών για την οικοδόμηση της θεραπείας των παθολογικών καταστάσεων. ο εντοπισμός του αισθητικο-κινητικού φλοιού από την fMRI, αποδείχθηκε εξαιρετικά χρήσιμος στον προεγχειρητικό σχεδιασμό χειρουργικής επέμβασης εγκεφάλου για όγκους του εγκεφάλου, επιληψία και άλλες βλάβες, μειώνοντας τον κίνδυνο νευρολογικού ελλείμματος (Bhatnagar, 2012).



Εικόνα 2.1. Λειτουργική μαγνητική τομογραφία σε έρευνα του δικτύου ανάγνωσης σε άτομα με δυσλεξία. Τα θερμά χρώματα αναπαριστούν την ομάδα ελέγχου ενώ τα ψυχρά τα άτομα με δυσλεξία (Waldie, Wilson, Roberts & Moreau, 2017).



Εικόνα 2.2. Εικόνα από λειτουργική μαγνητική τομογραφία. Δραστηριοποίηση με έργο σημασιολογικής απόφασης, σε σύγκριση με δραστηριοποίηση σε έργο φωνολογικής απόφασης. Η δραστηριοποίηση από το δεύτερο έργο αφαιρείται από το πρώτο και έτσι υποθέτουμε ότι απεικονίζεται η δραστηριοποίηση που σχετίζεται με τη σημασιολογική επεξεργασία (Κοσμίδου, 2008).

Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (Positron emission tomography/PET)

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων αποτελεί κύριο κλινικό ερευνητικό εργαλείο για την απεικόνιση της ροής του αίματος του εγκεφάλου, του μεταβολισμού του εγκεφάλου και άλλων χημικών διεργασιών (Waxman, 2015). Μαζί με την SPECT που θα αναλυθεί παρακάτω αποτελούν τεχνικές που απεικονίζουν την εγκεφαλική αιμοροή, το μεταβολισμό του εγκεφάλου και άλλες χημικές διαδικασίες μέσα στον εγκέφαλο, ενώ το υποκείμενο αφοσιώνεται σε διάφορες δραστηριότητες. Τέτοιες δραστηριότητες αποτελούν διάφορες μορφές κινητικού, αισθητηριακού, γνωστικού ερεθισμού ή συμπεριφοράς και αποκαλύπτουν πληροφορίες για τη φύση και τον εντοπισμό της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Για αυτούς του λόγους αυτές οι τεχνικές θεωρούνται περισσότερο δυναμικές, παρά στατικές στη φύση τους (McKay & Mateer, 2004).

Βασίζεται στην ανίχνευση ποζιτρονίων(θετικά φορτισμένων σωματιδίων). Αυτά τα ποζιτρόνια εκπέμπονται από ουσίες οι οποίες σημαίνονται με ραδιενεργά στοιχεία και εισάγονται στο σώμα μέσω του αίματος είτε με ένεση είτε με την εισπνοή. Το ραδιενεργό ισότοπο δημιουργείται σε μία συσκευή που λέγεται κύκλοτρο ή επιταχυντής. Επειδή το κύκλοτρο έχει πολύ βραχύ χρόνο υποδιπλασιασμού (από δύο λεπτά μέχρι δύο ώρες - όσο πιο βραχύς ο χρόνος, τόσο πιο ευκρινής οι απεικονίσεις) πρέπει να βρίσκεται στο χώρο της εξέτασης. Το ραδιοϊσότοπο προστίθεται σε ελάχιστη ποσότητα φυσικού συστατικού του σώματος(π.χ. γλυκόζης, οξυγόνου) ή φαρμακευτικής ουσίας. Οι σημασμένες αυτές ουσίες προσλαμβάνονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από περιοχές του εγκεφάλου με αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα. όταν ένα ραδιοσημασμένο μόριο διασπάται, εκπέμπει ένα ποζιτρόνιο που συγκρούεται με ένα ηλεκτρόνιο με αποτέλεσμα την εκπομπή δύο ακτινών γ προς αντίθετες

κατευθύνσεις. Στο μεταξύ, η κεφαλή του εξεταζόμενου έχει ήδη τοποθετηθεί μέσα σε ένα κύλινδρο, όπου περιβάλλεται από μία ομάδα ανιχνευτών ακτίνων γ που καταγράφουν ταυτόχρονα τις δύο αντίθετες ακτίνες γ . Με αυτόν τον τρόπο, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής εντοπίζει το σημείο εκπομπής των ακτίνων- γ και υπολογίζει πόσες τέτοιες ακτίνες εκπέμπονται από κάθε εγκεφαλική περιοχή βάσει της ποσότητας ραδιοσημασμένων χημικών ουσιών που υπάρχουν στην κάθε περιοχή. Μετά, μετατρέπει τις πληροφορίες (ζεύγη φωτονίων) σε τρισδιάστατες εικόνες που αντικατοπτρίζουν την μεταβολική για χημική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Οι εικόνες αυτές παρουσιάζουν διαβάθμιση χρωμάτων (Κοσμίδου, 2008). Εικόνες που δείχνουν εστιακές αυξήσεις της αιματικής ροής του εγκεφάλου ή του μεταβολισμού του εγκεφάλου παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τα τμήματα του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια διαφόρων ενεργειών. Αυτό αποτελεί ένα ακόμα παράδειγμα λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου (Waxman, 2015).

Η χαρτογράφηση του εγκεφάλου PET είναι λιγότερο ευκρινής σε σχέση με την αξονική και τη μαγνητική τομογραφία. Ακόμα και η χρονική του ευκρίνεια είναι περιορισμένη γιατί χρειάζεται επανειλημμένη παρουσίαση των ερεθισμάτων για την καταγραφή της δραστηριοποίησης που θα δώσει την τελική εικόνα (Κοσμίδου, 2008).

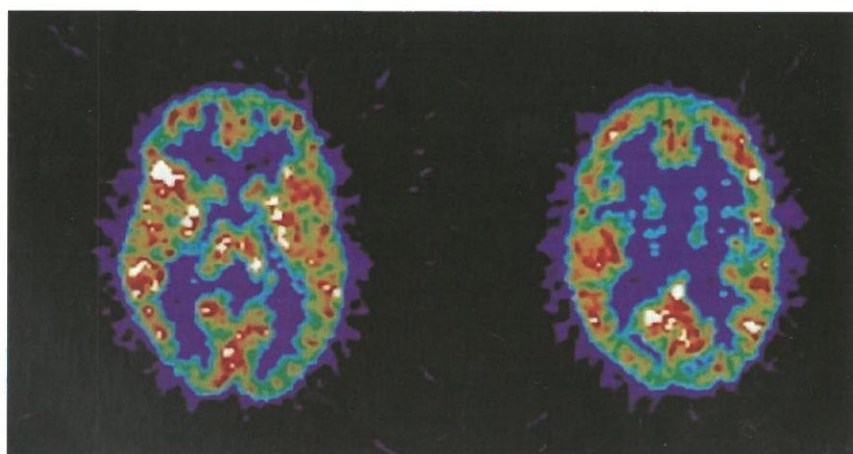
Η χρήση των ιονίζουσων ακτινοβολιών περιορίζει σαφώς τα άτομα πάνω στα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σαρώσεις PET, (δεν είναι κατάλληλο για χρήση σε παιδιά ή σε γυναίκες σε ηλικία τεκνοποίησης). Η χρονική ανάλυση των τομογραφιών εκπομπής ποζιτρονίων είναι σχετικά χαμηλή, και η ίδια η σάρωση μπορεί να διαρκέσει μεγάλο χρονικό διάστημα, μέχρι και 2 ώρες (Γιωτάκος, 2014). Ένα άλλο μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι τα περισσότερα ραδιοϊσότοπα που εκπέμπουν ποζιτρόνια αποσυντίθεται ταχέως και η μεταφορά τους από το κύκλοτρο (σημείο παραγωγής) περιορίζονται από το ρυθμό. Ορισμένα ισότοπα όπως το ^{18}F και το γ-αμινοβουτυρικό οξύ έχουν επαρκώς μεγάλο χρόνο ημίσειας ζωής που καθιστά εφικτή τη μεταφορά τους με τον αέρα ορισμένα όπως τα παράγωγά του ρουθηνίου σχηματίζονται στο σημείο της εξέτασης (Waxman, 2015). Όμως έχει το πλεονέκτημα ότι δείχνει την εγκεφαλική αιματική ροή κατά την πρόσληψη γλυκόζης.

Το PET δεν χρησιμοποιείται κλινικά λόγω του μεγάλου κόστους ενός κύκλοτρο. Μόνο μεγάλα ερευνητικά κέντρα έχουν τη δυνατότητα να διεξαγάγουν εξέταση PET. Συναντάται συχνά στη βιβλιογραφία σχετικά με γνωστικές δυσλειτουργίες οπότε είναι καλό να γνωρίζουμε τη χρήση του όπως και τους περιορισμούς της.



Εικόνα 2.3. Τομογράφος PET

πηγή:<https://www.medicalnewstoday.com/articles/154877.php>



Εικόνα 2.4. Δύο τομές τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων υγιούς ατόμου κατά τη εκτέλεση έργου διατηρούμενης προσοχής (Κοσμίδου, 2008).

Τομογραφία εκπομπής μονήρους φωτονίου (Single photon emission tomography/SPECT)

Η υπολογιστική τομογραφία μονήρους δέσμης φωτονίων στηρίζεται σε παρόμοιες αρχές μ' αυτές της PET. Περιλαμβάνει τη χορήγηση ενδοφλεβίως ή ενδορινικώς, χημικών που περιέχουν ισότοπα που εκπέμπουν μονήρη δέσμη φωτονίων, με σκοπό την απεικόνιση του εγκεφάλου (Aminoff, Greenberg & Simon, 2007). Οι ουσίες αυτές είναι διαθέσιμες σε κλινικά εργαστήρια πυρηνικής ιατρικής. Ένα συστατικό που βασίζεται στο τεχνητό ^{99m}Tc - 99m -εξαμεθυλοπροπυλενιοαμινοξίμη χρησιμοποιείται ευρέως. Είναι επαρκώς λιπόφιλο για την άμεση διάχυση διαμέσου του αιματοεγκεφαλικού φραγμού και σε νευρικά κύτταρα κατά μήκος της ροής του αίματος. Παραμένει στον εγκεφαλικό ιστό αρκετό χρονικό διάστημα ώστε να επιτρέπει

την εκτίμηση της σχετικής κατανομής του αίματος του εγκεφάλου μέσω της υπολογιστικής τομογραφίας εκπομπής φωτονίου σε στεφανιαίες, οβελιαίες και οριζόντιες τομές 10-15 cm. Οι μελέτες με υπολογιστική τομογραφία εκπομπής φωτονίων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε ασθενείς με αγγειακή εγκεφαλική νόσο (Waxman, 2015).

Παράγει παρόμοιες εικόνες με το PET αλλά λιγότερο λεπτομερείς. Είναι πιο οικονομική μέθοδος από το PET επειδή οι ραδιοσημασμένες ουσίες που χρησιμοποιούνται έχουν μεγαλύτερο χρόνο υποδιπλασιασμού οπότε δεν χρειάζεται να υπάρχει κύκλοτρο στο ίδιο κτίριο για την παραγωγή τους. Χρησιμοποιείται πιο ευρέως από το PET σε ερευνητικούς χώρους. Η ευκρίνεια της όμως είναι φτωχή γιατί οι μεταβολές στην αιματική ροή μετριοούνται σε σχετικά μεγάλες περιοχές, και δεν χρησιμεύει κλινικά (Κοσμίδου, 2008).

Μέθοδοι όπως το SPECT και το PET έχουν σημαντικούς ερευνητικούς και κλινικούς περιορισμούς επειδή απαιτούν τη χρήση ραδιενεργών ισοτόπων. Επομένως το κόστος είναι υψηλό η πρόσβαση είναι περιορισμένη και υπάρχει κάποιο ρίσκο σχετιζόμενο με τις ραδιενεργές ουσίες. Επιπλέον, δεν συνιστάται η επανάληψη καμίας από τις δύο διαδικασίες με οποιαδήποτε συχνότητα. Σε αντίθεση η λειτουργική μαγνητική τομογραφία συνεπάγεται πολύ λιγότερο ρίσκο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα έχει ήδη αναλάβει ευρέως τα ηνία στη λειτουργική απεικόνιση του εγκεφάλου ενώ αρχικά είχε προβλέψει ότι θα τα έπαιρνε η PET. Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως μία δυναμική ένδειξη λειτουργικής εγκεφαλικής δραστηριότητας όχι μόνο σε πληθυσμό ασθενών αλλά και σε υποκείμενα ελέγχου. Η δυναμική λειτουργική απεικόνιση υποκειμένων ελέγχου παρέχει σημαντική κατανόηση για τη φύση της οργάνωσης του εγκεφάλου για πολλές γνωστικές ικανότητες (McKay & Mateer, 2004).

2.2.2 Ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (Electroencephalography/EEG)

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ/EEG) αποτελεί βασική μέθοδο μελέτης της εργασίας μας γι αυτό και θα μελετήσουμε περισσότερο τη θεωρητική βάση του έναντι των άλλων μεθόδων.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα(ΗΕΓ) είναι μια ακίνδυνη μέθοδος καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου διαμέσου του άθικτου κρανίου. Υποθέτουμε ότι οποιεσδήποτε χρονικές διακυμάνσεις των ηλεκτρικών σημάτων σχετίζονται με ερεθίσματα όπως εξωτερικά συμβάντα, κίνηση, προσοχή, μνήμη και άλλες γνωστικές ή μη λειτουργίες. Κατά καιρούς παρατηρούνται κάποιες αποκλίσεις από τη σταθερή δραστηριότητα που ξεφεύγουν από το φυσιολογικό φάσμα διακύμανσης των ηλεκτρικών σωμάτων. Μέσω του εγκεφαλογραφήματος μπορούμε να προσδιορίσουμε την πηγή αυτών των αποκλίσεων, καθώς επίσης και το πρότυπο τους (Κοσμίδου, 2008).

Νευροφυσιολογική βάση του ΗΕΓ

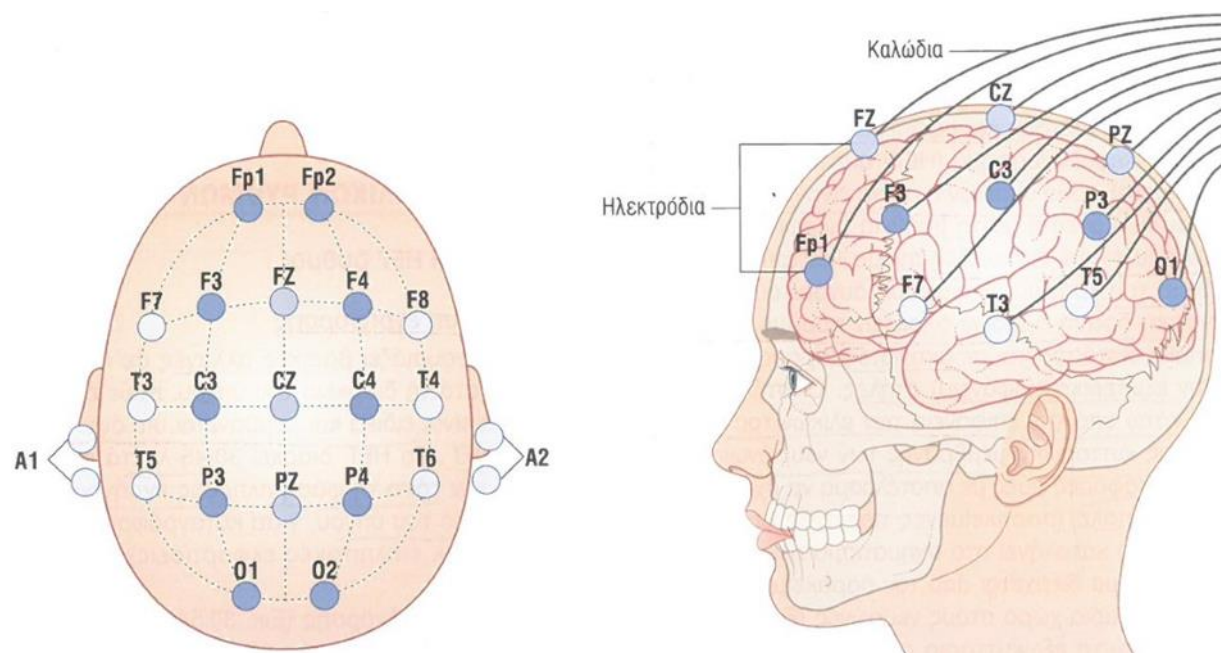
Από την ανακάλυψη του μέχρι σήμερα το ΗΕΓ αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο για τον έλεγχο των φλοιωδών λειτουργιών αλλά και σημαντική επικουρική εξέταση μετά το ιστορικό, την κλινική εξέταση και τις απεικονιστικές εξετάσεις.

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα απεικονίζει τη διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε δύο σημεία η οποία είναι της τάξης των 20-100μV και διενεργείται με τη βοήθεια μικρών μεταλλικών ηλεκτροδίων που έχουν δισκοειδές σχήμα και τοποθετούνται στην επιφάνεια του κρανίου. Η διαφορά δυναμικού οφείλεται στην αθροιστική δράση ομάδων φλοιϊκών πυραμοειδών νευρώνων οι οποίοι διατάσσονται σε ακτινωτές (προσανατολισμένες προς την εξωτερική επιφάνεια) στήλες. Οι στήλες αυτές εντοπίζονται στην κάτω επιφάνεια των ελίκων του φλοιού. Τα δυναμικά της κυτταρικής μεμβράνης των νευρώνων αυτών κυμαίνονται σε διάφορες τιμές με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα ηλεκτρικό δίπολο (παρακείμενες περιοχές με αντίθετο φορτίο). Το δίπολο καταλήγει στο σχηματισμό ηλεκτρικού πεδίου καθώς το ρεύμα διέρχεται από τον παρακείμενο εξωκυττάριο και ενδοκυττάριο χώρο στους νευρώνες. Στο ΗΕΓ καταγράφεται το εξωκυττάριο στέλεχος του ρεύματος αυτού και οι διακυμάνσεις στην ένταση και στην πυκνότητα του ηλεκτρικού κυκλώματος έχουν ως αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά κυματοειδή επάρματα. Τα κύματα του ΗΕΓ (μετριοούνται σε μικρονvolts) παράγονται από την αμοιβαία διεγερτική και ανασταλτική αλληλεπίδραση παρακείμενων φλοιϊκών κυτταρικών στηλών (FitzGerald et al, 2009). Συνοπτικά, ο φλοιός του εγκεφάλου περιέχει κυρίως το σώμα των νευρικών κυττάρων. Η λευκή ουσία περιέχει τις συνδέσεις(συνάψεις). Τα κύτταρα στο φλοιό ξεκινούν από τις βαθύτερες περιοχές του κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής πριν τη γέννηση. Δεν φτάνουν όλα τα κύτταρα στον τελικό προορισμό τους και μπορεί να συγκεντρώνονται σε συμπλέγματα κυττάρων στη διαδρομή. Αυτές οι ομάδες κυττάρων που παρέκκλιναν ονομάζονται εκτοπίες. Τα νευρικά κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ του ηλεκτρο-χημικά. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να μετρηθεί με το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και τις τεχνικές που προέρχονται απ' αυτό (Μήτσιου,2009).

Τεχνική

Προετοιμάζεται το δέρμα του κρανίου προσεκτικά για να διασφαλιστεί η ορθή εφαρμογή επαφή των ηλεκτροδίων. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται με βάση το Διεθνές Σύστημα Τοποθέτησης των Ηλεκτροδίων «10-20» συγκεκριμένα το κρανίο διαιρείται σε ένα δίκτυο αριθμημένων τετραγώνων (FitzGerald, Turlough & Estomih, 2007). Τα ηλεκτρόδια που τοποθετούνται είναι από μέταλλο χλωριούχου αργύρου. Τα σήματα του εγκεφάλου καταγράφονται ταυτόχρονα από μετωπιαίες, βρεγματικές, ινιακές και κροταφικές περιοχές του τριχωτού της κεφαλής. Γίνονται συγκρίσεις μεταξύ αντίστοιχων περιοχών του ημισφαιρίου του εγκεφάλου και μεταξύ διαφόρων περιοχών μέσα σε ένα ενιαίο ημισφαίριο για την αξιολόγηση της συμμετρίας, του εύρους και της διάρκειας των κυματομορφών (Bhatnagar,2002). Η διάταξη των ηλεκτροδίων είναι σταθερή και καθορισμένη και ανταποκρίνεται στα διαφορετικά μεγέθη κρανίου με

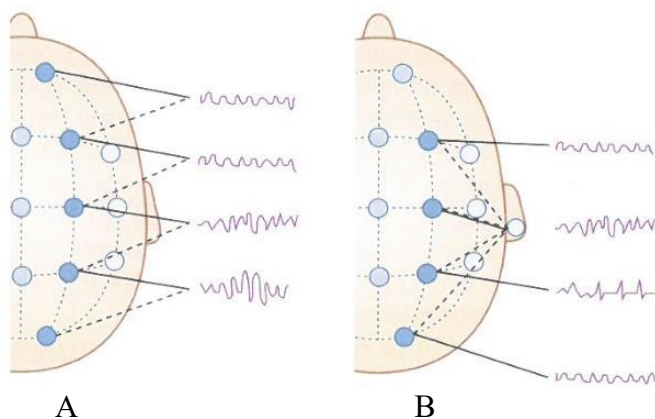
αποτέλεσμα να είναι εφικτή η διενέργεια συγκριτικών μελετών κατά την πορεία της νόσου. Η τοποθέτηση του ηλεκτροδίου επιτρέπει την καταγραφή της δραστηριότητας σε μία φλοιϊκή επιφάνεια της τάξης των 6cm² (FitzGerald et al, 2009). Σύμφωνα με το σύστημα «10-20» τα ηλεκτρόδια επισημαίνονται ανάλογα με τη θέση τους (F=Μετωπικά, C=Κεντρικά, P=Βρεγματικά, T=Κροταφικά, O=Ινιακά) και το εμπλεκόμενο ημισφαίριο (μονός αριθμός για αριστερό, ζυγός αριθμός για το δεξί και z για το μεσολόβιο) (Bhatnagar, 2012).



Εικόνα 2.5. Διεθνές Σύστημα Τοποθέτησης των Ηλεκτροδίων «10-20». Διεθνώς αποδεκτή τοποθέτηση ηλεκτροδίων για το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και τα προκλητά δυναμικά (FitzGerald, Turlough & Estomih, 2009).

Η πραγματική καταγραφή ΗΕΓ του γίνεται από όλες τις θέσεις ταυτόχρονα. Συγκεκριμένα καταγράφεται η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο ηλεκτροδίων και απεικονίζεται ως ξεχωριστή κυματομορφή. Συχνά διενεργούνται και άλλες διαγνωστικές εξετάσεις ταυτόχρονα (όπως για παράδειγμα ηλεκτροκαρδιογράφημα και/ή επιφανειακό ηλεκτρομυογράφημα.)

Αν χρησιμοποιηθούν διάφορα ζεύγη ηλεκτρονίων η διάταξη ονομάζεται διπολική. Αν όλα τα ηλεκτρόδια συνδέονται με ένα κοινό ηλεκτρόδιο, το οποίο τοποθετείται στο πτερύγιο ή στη μαστοειδή απόφυση του ασθενούς, η διάταξη ονομάζεται μονοπολική ή μέθοδος αναφοράς (FitzGerald, Turlough & Estomih, 2009).



Εικόνα 2.6. (Α) Διπολική διάταξη. Χρησιμοποιείται η ακολουθία παρακεείμενων ζευγών ηλεκτροδίων. Απεικονίζονται μόνο 4 καταγραφές. (Β) Μέθοδος αναφοράς. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι τοποθετημένο στο πτερύγιο του ωτός. Μόνο 4 κυματομορφές απεικονίζονται (FitzGerald, Turlough & Estomih, 2009).

Τα ηλεκτρικά σήματα ξεκινούν από την πηγή τους στον εγκέφαλο, αλλά παραποιούνται και μειώνονται σε ισχύ όσο διαβαίνουν τα ανώμαλα στρώματα των διαφόρων ιστών (π.χ. λευκή και φαιά ουσία, μήνιγγες, εγκεφαλονωτιαίο υγρό), ο καθένας από τους οποίους φέρει διαφορετικό βαθμό αντίστασης. Το κρανίο προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη παραμόρφωση αυτών των σημάτων. Το σήμα από την ηλεκτρική δραστηριότητα ενισχύεται και καταγράφεται σε συνεχόμενο χαρτί σε μορφή κυματομορφών (Κοσμίδου, 2008). Τα κύματα του ΗΕΓ καταγράφονται συνήθως με ένα ειδικό τύπο παλμογράφου, ο οποίος ονομάζεται πολυγράφος. Κάθε κανάλι στον πολυγράφο ισοδυναμεί με έναν παλμογράφο. Αντί να μετρά την ηλεκτρική δραστηριότητα με μία δεσμίδα ηλεκτρονίων, τα ηλεκτρόδια του πολυγράφου συνδέονται με μαγνήτες, οι οποίοι με τη σειρά τους συνδέονται με γραφίδες. Ένας κινητήρας τραβά με σταθερή ταχύτητα ένα μακρύ φύλλο χαρτιού κάτω από τις γραφίδες, εξασφαλίζοντας ότι τα πρότυπα της ηλεκτρικής δραστηριότητας θα καταγραφούν στο χαρτί. Επειδή τα διαβαθμιζόμενα δυναμικά που μετρούνται έχουν αρκετά χαμηλές συχνότητες, οι γραφίδες μπορούν να παρακολουθήσουν την καταγραφή του ΗΕΓ. Για να διαβάσει ο πειραματιστής αυτή την καταγραφή απλώς παρατηρεί τα μεταβαλλόμενα πρότυπα της (Kolb & Whishaw, 2009). Τα πιο σύγχρονα συστήματα καταγραφής κυματομορφών και τα λογισμικά τους βασισμένα σε υπολογιστή, μας δίνουν τη δυνατότητα να απεικονίσουμε την ηλεκτρική δραστηριότητα με μορφή χρωμάτων στα διάφορα σημεία μιας ζωγραφισμένης κεφαλής, η λεγόμενη **τοπογραφική** χαρτογράφηση. Η εικόνα αυτή δεν είναι στατική, τα χρώματα αλλάζουν ένταση κατά διάρκεια του χρόνου που εκτελείται το έργο, αντικατοπτρίζοντας την πραγματική λειτουργία του εγκεφάλου (Κοσμίδου, 2008). Η ανάλυση που γίνεται με τη βοήθεια του υπολογιστή είναι χρήσιμη στην ανεύρεση του τρόπου που ο εγκέφαλος επεξεργάζεται αισθητικές πληροφορίες, του τρόπου που λύνει προβλήματα, και του τρόπου που λαμβάνει αποφάσεις (Kolb & Whishaw, 2009).

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα έχει πολύ καλή χρονική ευκρίνεια και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στον εντοπισμό της εστίας επιληπτικών κρίσεων και όγκων σε

συγκεκριμένη εγκεφαλική περιοχή, αλλά είναι περιορισμένη χρησιμότητα του στη διάγνωση εστιακών εγκεφαλικών βλαβών. Επίσης δεν μας δίνει πληροφορίες σχετικά με την πιθανή αιτία της λειτουργίας που παρατηρούμε. Όταν αναφερόμαστε σε χρονική ευκρίνεια εννοούμε τη μικρότερη χρονική περίοδο που απαιτείται για να καταγράψει ένα σήμα. Δηλαδή, αναφέρεται το πόσο σύντομα μετά τη δραστηριοποίηση του εγκεφάλου είναι ικανή η συγκεκριμένη τεχνική να καταγράψει αυτό το συμβάν. Αντίστοιχα όταν μιλάμε για χωρική ευκρίνεια, αναφερόμαστε στο βαθμό που η απεικόνιση παρουσιάζει λεπτομέρειες σχετικά με την περιοχή του εγκεφάλου που δραστηριοποιείται κατά τη διάρκεια μιας γνωστικής λειτουργίας, και πιο συγκεκριμένα την ικανότητά της να διαφοροποιήσει τη δραστηριότητα γειτονικών εγκεφαλικών περιοχών.

Η καταγραφή της εγκεφαλικής ηλεκτρικής δραστηριότητας μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκεια της παρουσίας αισθητηρίων ερεθισμάτων, οπότε παρατηρούμε τη δραστηριότητα στον εγκέφαλο ως αντίδραση στα ερεθίσματα αυτά (Κοσμίδου, 2008). Αυτή η τεχνική ονομάζεται **προκλητά δυναμικά** και θα αναλυθεί παρακάτω.

Τύποι των κυματομορφών

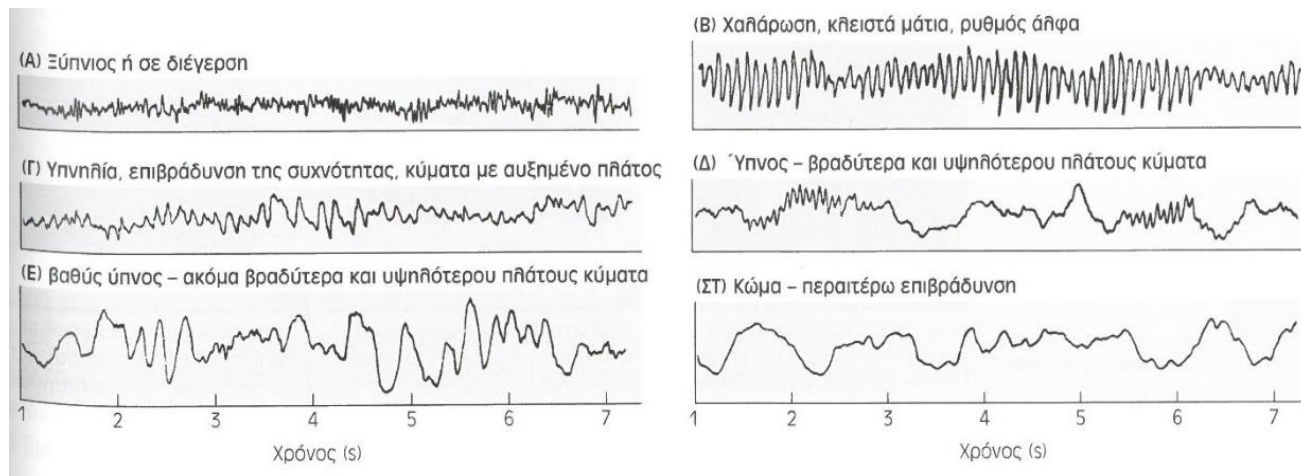
Η συγχρονισμένη δραστηριότητα πολλών δενδριτικών μονάδων σχηματίζει το πρότυπο του κύματος που σχετίζεται με το **ρυθμό α** κατά τον οποίο ασθενής βρίσκεται σε κατάσταση αφύπνισης αλλά σε φάση ηρεμίας με τους οφθαλμούς σε σύγκλειση. Η περιοδικότητα των αριθμών ισούται με 8 έως 12 Hz. Ο αποσυγχρονισμός, ή η αντικατάσταση ενός ρυθμικού προτύπου με ακανόνιστη χαμηλού δυναμικού δραστηριότητα, παράγεται από τη διέγερση ειδικών συστημάτων προβολής από το νωτιαίο μυελό και το εγκεφαλικό στέλεχος στο επίπεδο του θαλάμου (Waxman, 2015). Δεν εκδηλώνουν όλοι οι άνθρωποι ρυθμό α, ενώ ορισμένοι τον εκδηλώνουν πολύ πιο χαρακτηριστικά από άλλους (Kolb & Whishaw, 2009).

Με την διάνοιξη των οφθαλμών ο ρυθμός α αντικαθίσταται από τον **α αποκλεισμό**, μία ταχεία, ακανόνιστη, χαμηλού δυναμικού δραστηριότητα. Το α πρότυπο αντικαθίσταται και από άλλες μορφές αισθητικής διέγερσης ή νοητική συγκέντρωσης. Ο αποσυγχρονισμός ορίζεται, μερικές φορές ως απάντηση **αφύπνισης ή εγρήγορσης** επειδή η αντικατάσταση του α προτύπου που παράγεται από αισθητική διέγερση και συσχετίζεται με μία κατάσταση αφύπνισης ή εγρήγορσης. Ο **β ρυθμός** χαρακτηρίζεται από μικρού πλάτους κύματα (5-20μV) με ρυθμό ταχύτερο από 12Hz και είναι πιο προέχων στις μετωπιαίες περιοχές (Waxman, 2015). Ο **ρυθμός γ** (30–80Hz) κυριαρχεί στο εγκέφαλο σε φάσεις λειτουργικής εγρήγορσης. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί και σε φλοιικές περιοχές κατά τη διάρκεια κάποιων μορφών αναισθησίας και κατά τις φάσεις του φυσιολογικού βαθύ και REM ύπνου, όπου η εγκεφαλική συνειδητότητα είναι αμφίβολη ή σε αναστολή. Η δραστηριότητα **ρυθμού γ** έχει σχετιστεί με την εστιασμένη εγρήγορση, την κίνηση, τη σωματοαισθητική αντίληψη και πρόβλεψη ενώ έχει επίσης προταθεί η άποψη ότι ο συγχρονισμός στις συχνότητες γ είναι σημαντικός για το συσχετισμό στο χρόνο των αισθητικών ερεθισμάτων (Γαλάνης, 2008). Οι **θ ρυθμοί** (4-7Hz) φυσιολογικά καταγράφονται πάνω από τους κροταφικούς λοβούς αμφοτερόπλευρα, ιδίως σε ηλικιωμένους ασθενείς αλλά καταγράφονται και ως αποτέλεσμα εστιακής ή γενικευμένης εγκεφαλικής

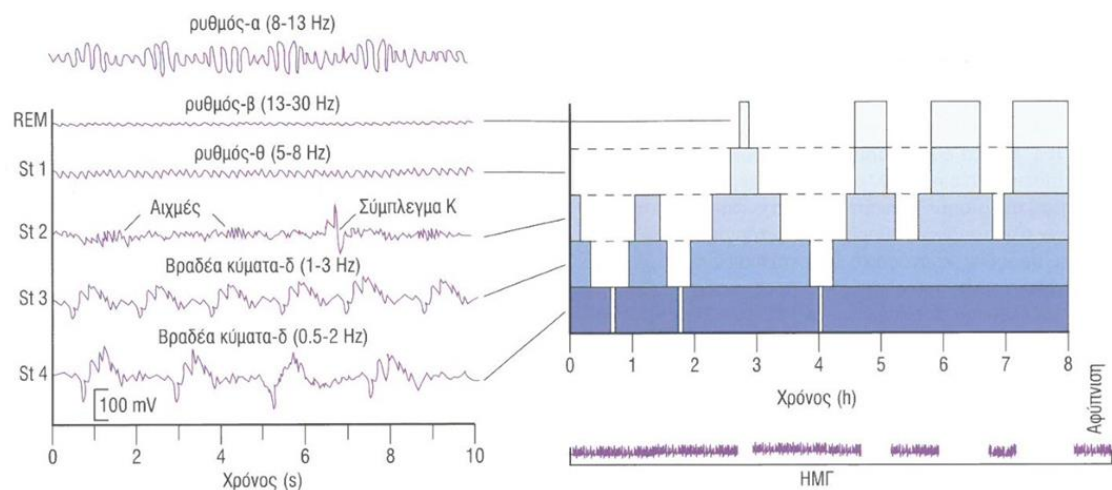
δυσλειτουργίας. Η **δραστηριότητα δ** (1-3Hz) δεν καταγράφεται ποτέ σε φυσιολογικό ΗΕΓ και υποδηλώνει σημαντική δυσλειτουργία του υποκείμενου φλοιού. Οι όγκοι του εγκεφάλου, τα αποστήματα και το υποσκληρίδιο αιμάτωμα συσχετίζονται συχνά με εστιακή δραστηριότητα βραδέων κυμάτων. Η υπολογιστική και η μαγνητική τομογραφία, ωστόσο, παρέχουν περισσότερες πληροφορίες για την εντόπιση και τη δομή της βλάβης και έχουν αντικαταστήσει οριστικά την ΗΕΓ για τη διάγνωση των διαταραχών αυτών.

Η επιληψία αποτελεί έκφραση διαφόρων ομάδων φλοιϊκών νόσων. Όλοι οι τύποι χαρακτηρίζονται από παροδικές διαταραχές της λειτουργίας του εγκεφάλου που, εκδηλώνεται με παροδικά υψηλού δυναμικού κύματα. Οι αιχμές και τα οξέα κύματα έχουν χαρακτηριστικά σχήματα και καταγράφονται είτε ως τμήμα των επιληπτικών εκφορτίσεων είτε μεσοκριτικά σε ασθενείς με επιληψία. Οι ΗΕΓ μπορεί να εντοπίσει αυτές οι ανωμαλίες είναι είτε διάχυτες, είτε εστιακές, υποδηλώνοντας μία εστιακή ανωμαλία.

Οι κρίσεις αφαίρεσης της παιδικής ηλικίας οι οποίες χαρακτηρίζονται από σύντομη απώλεια συνείδησης, χωρίς απώλεια μυϊκού τόνου, συσχετίζονται με μία χαρακτηριστική 3 ανά δευτερόλεπτο διαταραχή αιχμής-και-κύματος στο ΗΕΓ. Οι συνθέτες μερικές επιληπτικές κρίσεις (που συνήθως προέρχονται από τον κροταφικό λοβό), αντιθέτως συσχετίζονται με διαταραχή της επίγνωσης αλλά στο ΗΕΓ καταγράφονται εστιακές αιχμές του κροταφικού λοβού ή το ΗΕΓ είναι φυσιολογικό (Waxman, 2015).



Εικόνα 2.7. Τα πρότυπα των κυμάτων αντανακλούν διαφορετικές καταστάσεις συνείδησης σε ανθρώπους (Kolb & Whishaw, 2009).



Εικόνα 2.8. Τυπική ΗΕΓ καταγραφή κατά τη διάρκεια δωρου ύπνου. Η καταγραφή REM (ροζ χρώμα) δεν μοιάζει με τις τυπικές καταγραφές στα υπόλοιπα τέσσερα στάδια του ύπνου, αν και συχνά αναφέρεται ως φάση REM. στο ΗΕΓ φαίνεται ότι οι σκελετικοί μύες παραλύουν κατά τη διάρκεια του REM ύπνου (FitzGerald, Turlough & Estomih, 2009).

Προκλητά δυναμικά (Evoked potentials/EP)

Οι σύντομες μεταβολές στο σήμα ενός ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος, οι οποίες συμβαίνουν ως απόκριση σε ένα διακριτό αισθητικό ερέθισμα ονομάζονται προκλητά δυναμικά (Kolb & Whishaw, 2009). Το ηλεκτροεγκεφαλόγραμμα καταγράφει τη συνεχή η αυθόρμητη ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου, ενώ οι καταγραφές των προκλητών δυναμικών επιτρέπουν τη μέτρηση της δραστηριότητας των φλοιϊκών αισθητικών περιοχών και των υποφλοιϊκών πυρήνων αναμετάδοσης σε απάντηση προς τη διέγερση διαφόρων αισθητικών οδών. Επειδή τα τελικά σήματα είναι μικρά χρησιμοποιούνται υπολογιστικές μέθοδοι στάθμισης για την αφαίρεση των χρόνο-εξαρτώμενων νευρικών σημάτων που προκαλούνται από ένα μεγάλο αριθμό πανομοιότυπων ερεθισμάτων. Η ανερέθιστη περίοδος, το πλάτος κύματος και κυματομορφή παρέχουν πληροφορίες για την υπό μελέτη οδό ή την ομάδα νευρώνων (Waxman, 2015).

Στα προκλητά δυναμικά χρησιμοποιούμε ερεθίσματα οπτικής, ακουστικής, αισθητικής φύσης (Κοσμίδου, 2008). Στα οπτικά προκλητά δυναμικά, πραγματοποιείται ερεθισμός του ενός οφθαλμού με μία εικόνα τύπου σκακιέρας και τα αποτελέσματα καταγράφονται από τη μεσοϊνιακή περιοχή του κρανίου. Η έκλυση στελεχιαίων ακουστικών προκλητών δυναμικών, γίνεται μέσω του ερεθισμού της μιας ακουστικής οδού με επαναλαμβανόμενους ήχους (κλικς) και καταγράφονται από την κορυφή του κρανίου. Τέλος τα αισθητικά προκλητά δυναμικά παράγονται μέσω του ηλεκτρικού ερεθισμού ενός περιφερικού νεύρου και καταγράφονται στο κρανίο και στη σπονδυλική στήλη (Aminoff, Greenberg & Simon, 2007).

Ένα τέταρτο είδος προκλητών δυναμικών που διαχωρίζεται, αφορά τις γνωστικές λειτουργίες. Για να μελετήσουμε ανώτερες γνωστικές λειτουργίες του εγκεφάλου ζητούμε από τον εξεταζόμενο να εκτελέσει κάποιο γνωστικό έργο, το οποίο

πιστεύουμε ότι βασίζεται στη λειτουργία που εξετάζουμε(π.χ. που να απαιτεί συμπεριφορική αντίδραση όταν παρουσιάζονται συγκεκριμένα ερεθίσματα), οπότε οι κυματομορφές των **γνωστικών προκλητών δυναμικών(Event-related potentials/ERP)** αντικατοπτρίζουν τη γνωστική επεξεργασία (αναγνώριση μιας σημασίας του ερεθίσματος-στόχου ανάμεσα σε άλλα όμοια ερεθίσματα). Μια μικρή καθυστέρηση ακολουθεί την παρουσίαση του ερεθίσματος, όποτε εμφανίζεται ηλεκτρική δραστηριότητα σε μικρή κυματομορφής τα σημεία του φλοιού πάνω από τα οποία έχουμε τοποθετήσει τα ηλεκτρόδια. Μία αιχμή της κυματομορφής με αρνητική κατεύθυνση παρουσιάζεται γύρω στα 50-150msec (π.χ.N100) μετά την εμφάνιση του ερεθίσματος, αν πρόκειται απλώς για αισθητήρια αντίληψη (δηλαδή, το άτομο απλώς είδε το οπτικό ερέθισμα ή άκουσε το ακουστικό ερέθισμα). Αν το άτομο πρέπει να αποδώσει νόημα και προσοχή σε όλα τα ερεθίσματα και εντοπίσει το ερέθισμα στόχο τότε παρατηρούμε μια άλλη, θετικής κατεύθυνσης αιχμή την κυματομορφή γύρω στα 300msec(P300), κ.ο.κ. Η ανάλυση της κυματομορφής δίνει πληροφορίες σχετικά με την αισθητηριακή αντίληψη των ερεθισμάτων αλλά και τη σημασία τους. Εκτός από το φλοιό, γνωστικά δυναμικά μπορεί να καταγραφούν και από το εγκεφαλικό στέλεχος. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής καταγράφει και αναλύει τα δεδομένα βάσει της χρονικής καθυστέρησης ανάμεσα στο ερέθισμα και την αντίδραση, όπως και το χρόνο και την ακρίβεια της συμπεριφορικής αντίδρασης. Ενώ το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα μας δίνει γενική εικόνα της εγκεφαλικής λειτουργίας τα προκλητά δυναμικά δείχνουν σχετική δραστηριότητα διαφόρων περιοχών ανάλογα με το έργο. Το κάθε ερέθισμα προκαλεί ηλεκτρική αντίδραση με πηγή εντός του φλοιού. Η αντίδραση αυτή όμως η χρονική διάρκεια πολύ μικρή για να διαχωριστεί από τη δραστηριότητά του εγκεφαλογραφήματος, για αυτό χρησιμοποιούμε επανειλημμένο ερέθισμα ώστε να μπορούμε να παρουσιάσουμε το μέσο όρο πολλών προσπαθειών ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο το σήμα (Κοσμίδου, 2008).

Οι βασικότερες κυματομορφές των γνωστικών προκλητών δυναμικών

Η κυματομορφή N100

Πρόκειται για ένα αρνητικό δυναμικό ενέργειας που εκλύεται σε 100 περίπου χιλιοστά του δευτερολέπτου ως αντίδραση του εγκεφάλου σε επαναλαμβανόμενο ακουστικό ερέθισμα, όταν το άτομο βρίσκεται σε εγρήγορση. Ουσιαστικά, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι πρόκειται για αυθόρμητη αντίδραση του εγκεφάλου μετά την παρουσίαση του ερεθίσματος.

Η κυματομορφή N200

Η κυματομορφή N200 συνήθως εκλύεται μεταξύ 180 - 325 χιλιοστών του δευτερολέπτου μετά την παρουσίαση ενός οπτικού ή ακουστικού ερεθίσματος. Πρόκειται για ένα αρνητικό δυναμικό ενέργειας που εμφανίζεται ως αποτέλεσμα του διαχωρισμού στα ερεθίσματα (οπτικά ή ακουστικά) στα οποία καλείται ο εξεταζόμενος να ανταποκριθεί. Η έκκληση της συνήθως επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση του κλασικού παράδοξου ερεθίσματος. Όταν, δηλαδή, ο εξεταζόμενος καλείται να αναγνωρίσει δύο ειδών ερεθίσματα που το ένα διαφέρει σε μικρό βαθμό από το άλλο. Επίσης, το ένα παρουσιάζεται συχνότερα από το άλλο. Κατά την παρουσίαση του

λιγότερο συχνού ερεθίσματος αναμένεται να εντοπιστεί η κυματομορφή N200. Επίσης, η κυματομορφή N200 εμφανίζεται πριν την ξεκάθαρη συνειδητοποίηση του εγκεφάλου του εξεταζόμενου ότι του παρουσιάστηκε ένα ερέθισμα στο οποίο δεν έχει συνηθίσει. Πρόκειται, δηλαδή, για την αυθόρμητη αντίδραση του εγκεφάλου του εξεταζόμενου όταν χορηγείται το ερέθισμα. Η συγκεκριμένη κυματομορφή δεν εντοπίζεται συχνά σε παιδιά μικρής ηλικίας.

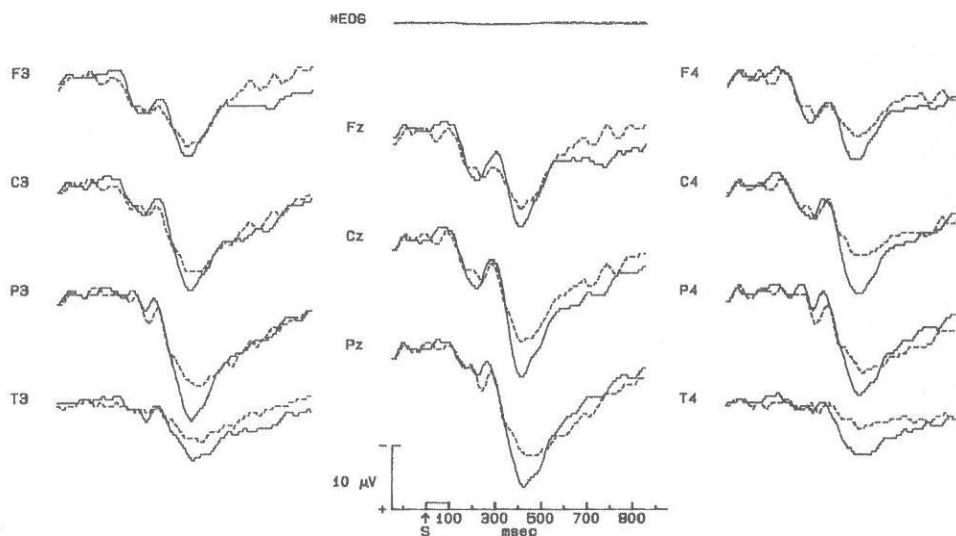
Η κυματομορφή P300

Είναι η πλέον μελετημένη κυματομορφή των γνωστικών προκλητών δυναμικών. Πρόκειται για ένα θετικό δυναμικό ενέργειας που εκλύεται σε περίπου 300 χιλιοστά του δευτερολέπτου μετά την παρουσίαση του ερεθίσματος. Η συγκεκριμένη κυματομορφή είναι ένα φλοιώδες μετασυναπτικό δυναμικό ενέργειας και στη δημιουργία του διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο διάφοροι νευροδιαβιβαστές καθώς και διάφορες εγκεφαλικές δομές. Όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι η πρώτη κυματομορφή των γνωστικών προκλητών δυναμικών που εντοπίστηκε το 1965 από τον S. Sutton και τους συνεργάτες του. Οι συγκεκριμένοι την είχαν χαρακτηρίσει ως μια ηλεκτροφυσιολογική μέτρηση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την αξιολόγηση μιας διαταραχής με ψυχολογικά συμπτώματα. Η έκλυση της κυματομορφής εξαρτάται από το ποσοστό προσοχής του ατόμου απέναντι σε μια διαδικασία καθώς και την προσπάθεια που καταβάλλει για να διακρίνει τις διαφορές μεταξύ των φυσικών χαρακτηριστικών ενός ερεθίσματος. Για την καταγραφή της μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακουστικά, οπτικά και σωματοαισθητικά ερεθίσματα. Πιο απλά η κυματομορφή αυτή μας παρέχει πληροφορίες για τον τρόπο ενεργοποίησης και λειτουργίας όλων των ανώτερων γνωστικών λειτουργιών του εξεταζόμενου όπως είναι η μνήμη, η μάθηση, η προσοχή, το επίπεδο εγρήγορσης και η αντίληψη.

Οι κυματομορφές MMN και LDN

Η κυματομορφή MMN εντοπίστηκε από τον R. Näätänen και τους συνεργάτες του το 1978. Η κυματομορφή αυτή αντανάκλα την αντίδραση του εγκεφάλου στην αλλαγή των ερεθισμάτων. Πιο απλά ο εγκέφαλος έχει διατηρήσει στη μνήμη του ένα ερέθισμα, το οποίο κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης χωρίς προειδοποίηση αντικαθίσταται από κάποιο άλλο. Σε αυτή τη χρονική στιγμή εκλύεται η κυματομορφή MMN. Γενικά, η συγκεκριμένη κυματομορφή είναι εξειδικευμένη για την αξιολόγηση της μνημονικής λειτουργίας του εξεταζόμενου. Μάλιστα, επειδή δεν απαιτείται η ενεργητική προσοχή του, όπως στην κυματομορφή P300, θεωρείται ότι η MMN μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της μνήμης βρεφών. Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί ότι η καταγραφή της MMN σε βρέφη και μικρά παιδιά συνήθως ακολουθείται από ένα αρνητικό αργό δυναμικό ενέργειας την κυματομορφή LDN. Η τελευταία συνήθως εκλύεται μετά τα 600 χιλιοστά του δευτερολέπτου και συνδέεται με την προσπάθεια του παιδιού να διακρίνει τα νέα ερεθίσματα μέσα σε μια σειρά από γνωστά του ερεθίσματα.

(Καραπέτσας & Ζυγούρης, 2011)



Εικόνα 2.9 Γνωστικά προκλητά δυναμικά. Σύγκριση κυματομορφών υγιών ατόμων (μαύρη γραμμή) και ατόμων με κρανιοεγκεφαλική κάκωση (διακεκομμένη γραμμή) κατά τη διάρκεια οπτικής δοκιμασίας επιλογής του σπάνιου ερεθίσματος. Οι ασθενείς παρουσίασαν μειωμένη αλλά όχι καθυστερημένη ηλεκτρική δραστηριότητα(P300) σε σχέση με την υγιή ομάδα (Κοσμίδου, 2008).

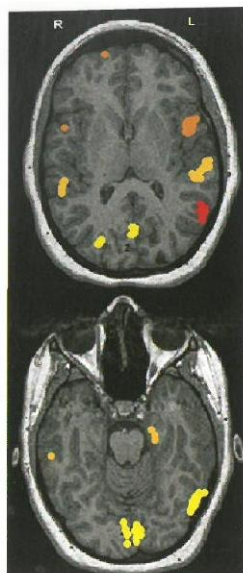
Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG)

Το μαγνητοεγκεφαλογράφημα βασίζεται έμμεσα στα ηλεκτρικά σήματα του εγκεφάλου. Η μέθοδος περιλαμβάνεται την καταγραφή σε παρατατικό χρόνο της ταχύτητας της ροής του μαγνητισμού που δημιουργείται από ενδοκυτταρικά ρεύματα κατά τη διάρκεια παρουσίασης ενός ερεθίσματος. Ενώ τα ηλεκτρικά σήματα συναντούν αντίσταση στην πορεία τους προς το κρανίο, όπου παραποιούνται και μειώνεται η ισχύς τους, τα μαγνητικά πεδία δεν συναντούν αντίσταση διαπερνώντας τους βιολογικούς ιστούς. Έτσι, η κατανομή της μαγνητικής ροής που παρατηρούμε στην επιφάνεια της κεφαλής αντιστοιχεί στην κατανομή της στην πηγή. Άρα με αυτή τη μέθοδο μπορούμε να δημιουργήσουμε ευκρινείς λειτουργικές απεικονίσεις. Η ισχύς του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογη με την ισχύ της ηλεκτρικής ροής στην πηγή, και μειώνεται ως συνάρτηση της τετραγωνικής ρίζας της απόστασης από την πηγή του ρεύματος. Κάθε ηλεκτρική ροή σχετίζεται με μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο σ' αυτήν.

Κατά τη διάρκεια του μαγνητοεγκεφαλογραφήματος, ο εξεταζόμενος κάθεται και τοποθετεί το κεφάλι του μέσα σε μία συσκευή, η οποία κατευθύνει πολλά μαγνητόμετρα παράλληλα με την επιφάνεια του κεφαλιού. Η πηγή της ηλεκτρικής ροής υπολογίζεται με συντεταγμένες(δίπολα), οπότε δεν μπορούμε να είμαστε απόλυτα σίγουροι για την ακριβή θέση της κάθε φορά. Συνεπώς, η χωρική ευκρίνεια του MEG είναι κατώτερη άλλων απεικονιστικών μεθόδων, γιατί δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με το περίγραμμα της πηγής ή το πρότυπο της δραστηριοποίησης. Αντίθετα, η χρονική της ακρίβεια είναι απaráμιλλη. Διακρίνει άμεσα τις αλλαγές στο πρότυπο της

δραστηριότητας, όπως επίσης και βραχεία επεισόδια δραστηριότητας. Μπορεί να εντοπίσει μια μεμονωμένη επιληπτογενή αύξηση με διάρκεια χιλιοστά του δευτερολέπτου, ενώ μέθοδοι όπως το PET και fMRI θα χρειάζονταν πολλές επανειλημμένες αυξήσεις μέσα σε κάποιο χρονικό διάστημα για να απεικονίσουν μία τέτοια διαδικασία. Το MEG μπορεί επίσης να απεικονίσει την πορεία μιας επιληπτικής κρίσης δείχνοντας μία-μία τις περιοχές που δραστηριοποιούνται κατά τη διάρκεια της κρίσης. Η τελική εικόνα από το MEG τοποθετείται πάνω σε εικόνα από MRI συνδυάζοντας έτσι τις λειτουργικές πληροφορίες με τις δομικές. Το αποτέλεσμα είναι να κατασκευάσουμε ένα χωροχρονικό προφίλ της εγκεφαλικής δραστηριότητας (Κοσμίδου, 2008).

Υπάρχει μια άλλη τεχνική που ονομάζεται απεικόνιση μαγνητικής πηγής (magnetic source imaging), η οποία είναι βασικά μια μαγνητική τομογραφία (MRI) με ένα μαγνητοεγκεφαλογράφημα μέσα σε αυτή. Τα δεδομένα του μαγνητοεγκεφαλογράφηματος και του MRI αποκτώνται και συγχωνεύονται αυτόματα σε αυτές τις μηχανές (Bhatnagar, 2012).



Εικόνα 2.10. Μαγνητοεγκεφαλογράφημα υγιούς ενήλικου ατόμου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης οπτικού έργου αναγνώρισης λέξεων. Κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει μία πηγή παροδικής μαγνητική δραστηριότητα. Τα ανοιχτότερα χρώματα αντιπροσωπεύουν τις πηγές πρώιμης δραστηριότητας μετά την παρουσίαση του ερεθίσματος. Το συνολικό παράθυρο καταγραφής που φαίνεται στην εικόνα δεν ξεπερνά τα 600ms και αντιστοιχεί στην περίοδο που προηγείται της αντίδρασης του χεριού του εξεταζόμενου (Κοσμίδου, 2008).



Εικόνα 2.11. Συσκευή MEG

Πηγή:http://www.massgeneral.org/psychiatry/research/neuroimaging_equipment.aspx

Γ. Σύνδεση δυσλεξίας με νευροαπεικονιστικές μεθόδους

Πριν προβούμε στην σύνδεση της δυσλεξίας με απεικονιστικές μεθόδους και ποια τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών καλό είναι να υποδείξουμε τις περιοχές που απαρτίζουν την ανάγνωση όπως αυτές έχουν απεικονιστεί. Έρευνες που μελετούν το αποτέλεσμα βλαβών στον ώριμο εγκέφαλο καθώς και μελέτες που χρησιμοποιούν μη επεμβατικές τεχνικές λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, μας αποδεικνύουν πως η ανάγνωση και οι επιμέρους δεξιότητες που τη συνθέτουν βασίζονται σε ένα δίκτυο στενά συνδεδεμένων μεταξύ τους εγκεφαλικών περιοχών οι περισσότερες των οποίων βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου, περιοχές που περιμένουμε να πάσχουν σε ένα άτομο με δυσλεξία. Αυτό θα το μελετήσουμε με έρευνες που συνδέουν την δυσλεξία με απεικονιστικές.

Με βάση τη λειτουργική τους εξειδίκευση, οι περιοχές που απαρτίζουν τον μηχανισμό της ανάγνωσης, πιθανότατα οργανώνονται σε τρία επιμέρους υποσυστήματα/κύκλωμα. Το πρώτο κύκλωμα περιλαμβάνει κροταφοϊνιακές περιοχές, τόσο στην πλαγιά όσο και στην κοιλιακή επιφάνεια του κροταφικού λοβού, καθώς και φλοιό στο οπίσθιο τμήμα της μέσης κροταφικής έλικας και αποτελεί τμήμα του κοιλιακού οπτικού συστήματος που τροφοδοτείται κυρίως από την μικροκυτταρική οδό. Το σύστημα αυτό ευθύνεται για νευροφυσιολογικές διεργασίες γραφικής επεξεργασίας μεμονωμένων λέξεων. Το δεύτερο υποσύστημα απαρτίζεται κυρίως από τις κροταφικές και κροταφοβρεγματικές περιοχές (οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας, υπερχείλια και γωνιώδης έλικα). Το δεύτερο κύκλωμα διαμεσολαβεί νευροφυσιολογικές διεργασίες υπεύθυνες για τη γλωσσική ανάλυση του γραπτού λόγου. Οι δύο πρώτες περιοχές, κυρίως, αποτελούν επίσης τμήμα του μηχανισμού για την επεξεργασία του προφορικού λόγου. Τέλος του τρίτο υποσύστημα περιλαμβάνει φλοιό της κάτω μετωπιαίας έλικας, η οποία πιθανόν συμβάλλει σε διεργασίες υπεύθυνες για την αποκωδικοποίηση γραπτών ερεθισμάτων με τρόπο διαφορετικό αυτής που επιτελείται στην κροταφοβρεγματική περιοχή. Με δεδομένο όμως, ότι βλάβη στην κάτω μετωπιαία έλικα δεν προκαλεί πάντοτε σοβαρά αναγνωστικά ελλείμματα θα πρέπει να θεωρούμε ότι η συμβολή του μετωπιαίου φλοιού στην ανάγνωση είναι δευτερεύουσας σημασίας. Όπως αναφέρεται σε έρευνες, σε αναπτυξιακές δυσλειτουργίες του δεύτερου υποσυστήματος συχνά παρατηρείται υπερδραστηριότητα σε προμετωπιαίες περιοχές αμφοτερόπλευρα, υποδηλώνοντας πιθανώς την κατ' ανάγκη εμπλοκή μιας εναλλακτικής αλλά πολύ λιγότερο αποτελεσματική στρατηγικής για την αποκωδικοποίηση κάποιων ερεθισμάτων. Άλλες προμετωπιαίες περιοχές θα πρέπει επίσης να συμβάλλουν στην ικανότητα ευχερής ανάγνωσης γραπτού κειμένου μέσω διεργασιών όπως λεκτική ενεργός μνήμη (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011). Μαζί με τις παραπάνω η παρεγκεφαλίδα αμφίπλευρα εμφανίζει έντονη ενεργοποίηση σε μελέτες λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας κατά τη διάρκεια εκτέλεσης γλωσσικών δοκιμασιών από φυσιολογικά παιδιά (Ahmad et al, 2003). Τα ευρήματα που τεκμηριώνουν τη σύγχρονη άποψη για την παρεγκεφαλική λειτουργία προέρχονται από τρεις διαφορετικές περιοχές: μετρήσεις από το χώρο της νευροανατομίας, νευροψυχολογικά δεδομένα, και μελέτες λειτουργικής νευροαπεικόνισης υποστηρίζουν την εμπλοκή της παρεγκεφαλίδας στην ανάγνωση και τη σχέση της με τις ειδικές αναγνωστικές δυσκολίες. Τα ευρήματα αυτά

αναδεικνύουν το ρόλο της παρεγκεφαλίδας ως ρυθμιστή γνωστικών λειτουργιών και ενισχύουν θεωρητικά μοντέλα τα οποία υποστηρίζουν ότι παρεγκεφαλικά ελλείμματα μπορεί να είναι υπεύθυνα για την εμφάνιση αναπτυξιακής δυσλεξίας (Βλάχος, 2006).

Τα παραπάνω δεδομένα ενισχύονται από μια εξαιρετικά δυναμική εικόνα της εδραίωσης της γλώσσας κατά τη διαδικασία της φυσιολογικής γνωστικής ανάπτυξης που προκύπτει από μια διαχρονική μελέτη λειτουργικής νευροαπεικόνισης που πραγματοποιήθηκε επί πέντε χρόνια σε παιδιά πέντε έως έντεκα ετών (Szaflarski et al., 2006). Η έρευνα αυτή διαπίστωσε ότι η ωρίμανση των γλωσσικών διεργασιών σχετίζεται με αυξημένη δραστηριότητα στον αριστερό μέσο και κατώτερο μετωπιαίο φλοιό, στη μέση κροταφική και τη γωνιώδη έλικα, στη δεξιά γλωσσική έλικα και στη δεξιά κατώτερη κροταφική έλικα. Τα παραπάνω ευρήματα υποστηρίζουν ότι η γλωσσική ανάπτυξη κατά την παιδική ηλικία είναι μια διαδικασία που εμπλέκει την ωρίμανση συγκεκριμένων εγκεφαλικών περιοχών και την προοδευτική διασύνδεση και αλληλεπίδρασή τους ώστε να οργανωθούν συγκεκριμένα γλωσσικά κέντρα (Βλάχος, 2015).

Ο Βλάχος (2015), στην εργασία του «Η συνεισφορά των νευροεπιστημών στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής» μελέτησε τις πρόσφατες νευροεπιστημονικές έρευνες, στις οποίες αναδεικνύεται ότι οι σύγχρονες νευροαπεικονιστικές και ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές έχουν συμβάλει:

- α) στη μελέτη και την κατανόηση των ιδιαίτερα περίπλοκων διαδικασιών που υποστηρίζουν την ανάπτυξη της μάθησης,
- β) στη διερεύνηση των αιτίων των αναπτυξιακών διαταραχών,
- γ) στη διαμόρφωση ή/και τον έλεγχο θεωριών για τις αναπτυξιακές διαταραχές,
- δ) στην πρόωπη ανίχνευση παιδιών που βρίσκονται σε κίνδυνο για την εμφάνιση αναπτυξιακών διαταραχών και ως εκ τούτου στην έγκαιρη έναρξη της παρέμβασης,
- ε) στη μελέτη των επιδράσεων διαφορετικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων στην εγκεφαλική λειτουργία, και
- στ) στη σύγκριση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων και στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους.

Αναφέρει ότι οι σύγχρονες νευροαπεικονιστικές και ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές μας έχουν δώσει μια πολύ πιο σαφή εικόνα για τη λειτουργία του αναπτυσσόμενου εγκεφάλου και πολλά σύγχρονα επιστημονικά δεδομένα συγκλίνουν σήμερα στο ότι όλες σχεδόν οι αναπτυξιακές διαταραχές (δυσλεξία, δυσαριθμησία, αυτισμός, κ.α.) έχουν νευροφυσιολογική βάση. Αποτελούν δηλαδή συνέπεια νευροβιολογικών διαφοροποιήσεων στη λειτουργία του εγκεφάλου αυτών των ατόμων, γεγονός που φέρνει πολύ κοντά τη νευροεπιστήμη με την εκπαίδευση και την ειδική αγωγή. Έτσι, αποτελεί μια από τις μεγάλες προκλήσεις της εποχής μας η συστηματική προσέγγιση των επιπτώσεων της νευροεπιστημονικής έρευνας στην κατανόηση των διαταραχών της ανάπτυξης και πως οι γνώσεις που προκύπτουν από την νευροεπιστήμη θα βρουν άμεσες εφαρμογές στο χώρο της πρόωπης ανίχνευσης, της έγκυρης διάγνωσης και της έγκαιρης εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Εκεί όμως που η νευροεπιστημονική έρευνα έχει συμβάλλει ουσιαστικά τα τελευταία χρόνια και μπορεί να προσφέρει ακόμα περισσότερα πράγματα στο άμεσο μέλλον είναι στη διερεύνηση των αιτίων των νευροαναπτυξιακών διαταραχών. Πολλές νευροαπεικονιστικές τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί σε διαταραχές όπως η δυσλεξία, η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ), ή ο αυτισμός για να μετρήσουμε τη διαφοροποιημένη δραστηριοποίηση των εγκεφαλικών συστημάτων που υπόκεινται των διαταραγμένων διεργασιών που πραγματοποιούνται στον εγκέφαλο των παιδιών ώστε να έχουμε σαφέστερη γνώση για τα αίτια της δυσκολίας τους.

Η χρήση μη επεμβατικών μεθόδων καταγραφής και απεικόνισης της δραστηριότητας περιοχών του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης αναγνωστικών δοκιμασιών, έχει διαπιστώσει ότι τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν μειωμένη ενεργοποίηση στην κροταφο-βρεγματική περιοχή, στη γωνιώδη έλικα, και στο συνειρμικό οπτικό φλοιό και υποστηρίζουν την άποψη ότι η συχνότερη μορφή δυσλεξίας σχετίζεται με ένα άτυπα διαρθρωμένο εγκεφαλικό μηχανισμό για την ανάγνωση.

Επίσης, υπάρχουν αρκετά ευρήματα σήμερα συγκεντρωμένα από διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις (νευροανατομικές μελέτες, έρευνες με προκλητά δυναμικά, fMRI, κ.α.) που υποστηρίζουν τη διαφοροποιημένη δομή και λειτουργία της μεγαλοκυτταρικής οδού τουλάχιστον σε κάποια παιδιά με αναγνωστικές διαταραχές. Επίσης, οι Tallal, Merzenich, Miller & Jenkins (1998) ισχυρίζονται ότι όπως τα παιδιά με γλωσσικές διαταραχές, έτσι και τα παιδιά με δυσλεξία χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να επεξεργαστούν ακουστικά ερεθίσματα που αλλάζουν γρήγορα. Τα στοιχεία αυτά υποδηλώνουν ότι ένα από τα προβλήματα στη δυσλεξία ίσως να είναι μια ανικανότητα επεξεργασίας αισθητικών πληροφοριών με ικανοποιητική ταχύτητα.

Οι μελέτες αυτές αποτέλεσαν την αφετηρία για τη διατύπωση της θεωρίας του μεγαλοκυτταρικού ελλείμματος (Stein & Walsh, 1997), που υποστηρίζει ότι ορισμένοι δυσλεξικοί έχουν δυσχέρεια επεξεργασίας ταχέων, υψηλής αντίθεσης αισθητηριακών ερεθισμάτων και η δυσκολία τους αυτή πιθανά διαταράσσει τη φυσιολογική μάθηση και την επεξεργασία της γλώσσας. Πέρα όμως από τις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, η έρευνα στο χώρο των νευροεπιστημών έχει συνεισφέρει στη διερεύνηση της αιτιοπαθογένειας και άλλων διαταραχών, όπως η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ) (Βλάχος, 2015).

Οι μελέτες λειτουργικής απεικόνισης την αναπτυξιακή δυσλεξία θα μπορούσαν να διαχωριστούν στις μελέτες που στοχεύουν στη μελέτη της ενεργοποίησης του αισθητικού φλοιού και σε εκείνες που αποσκοπούν στην περιγραφή της δραστηριότητας συνειρμικών περιοχών. Καθώς παρατηρείται αυξημένη νευροφυσιολογική δραστηριότητα στον πρωτοταγή αισθητικό φλοιό, αμφοτερόπλευρα εντός 100-200 χιλιοστών του δευτερολέπτου μετά την παρουσίαση ενός ακουστικού ή οπτικού ερεθίσματος η ενεργοποίηση του πρωτογούς οπτικού φλοιού σημειώνεται αναπόφευκτα σε κάθε μελέτη που περιλαμβάνει δοκιμασίες ανάγνωσης. Ωστόσο τα χαρακτηριστικά της ενεργοποίησης του σε γραπτά ερεθίσματα δεν διαφοροποιούνται ανάλογα με τις γενικότερες αναγνωστικές ικανότητες στον εξεταζόμενο και συνήθως δεν εξετάζονται περαιτέρω. Αντίθετα, το χρονικό, κυρίως, περίγραμμα της αντίδρασης

του οπτικού φλοιού σε ειδικά σχεδιασμένα μη γλωσσικά ερεθίσματα, έχει μελετηθεί εκτενώς στα πλαίσια της υπόθεσης για παρουσία δυσκολίας στην επεξεργασία οπτικών ερεθισμάτων στην δυσλεξία. Πολλές μελέτες στοχεύουν στην εξέταση της δραστηριότητας του ακουστικού φλοιού αξιολογώντας την υπόθεση ελλείμματος στην ταχεία επεξεργασία ακουστικών ερεθισμάτων (γλωσσικών ή μη). Οι περισσότερες μελέτες που αφορούν τον οπτικό ή ακουστικό φλοιό πραγματοποιούνται με τα προκλητά δυναμικά και κάποιες με τη μέθοδο της μαγνητοεγκεφαλογραφίας. Αντίθετα, σε μελέτες τις δραστηριότητας του συνειρμικού φλοιού, χρησιμοποιούνται κατά κανόνα αναγνωστικές δοκιμασίες, και έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως με το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, τη μαγνητοεγκεφαλογραφία και τη λειτουργική μαγνητική τομογραφία (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011).

Μελέτες δραστηριότητας ακουστικού και οπτικού φλοιού.

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες με τη χρήση μαγνητοεγκεφαλογραφίας που στοχεύουν στην καταγραφή της δραστηριότητας του ακουστικού φλοιού στα πλαίσια της δυσλεξίας. Για παράδειγμα οι Heim et al.(2000), διαπίστωσαν σαφείς διαφορές στη χρονική αλληλουχία ενεργοποίησης του αριστερού ακουστικού φλοιού στο άκουσμα τόσο μη γλωσσικών ήχων όσο και συλλαβών μεταξύ μαθητών με δυσλεξία και τυπικών αναγνώστων. Σε μεταγενέστερη μελέτη τους βρήκαν ένα ακόμα άτυπο χαρακτηριστικό στην ενεργοποίηση του ακουστικού φλοιού στο άκουσμα συλλαβών. Βρήκαν μικρότερο του αναμενόμενου βαθμό ημισφαιρικής ασυμμετρίας. Παρόμοια αποτελέσματα κατά την εκτέλεση μιας διεργασίας φωνολογικής επεξεργασίας συλλαβών έχουν αναφερθεί και από τους Breier et al.(2003). Πιο πρόσφατα δεδομένα φαίνεται να υποστηρίζουν ότι το άτυπο αυτό περίγραμμα ενεργοποίησης συνδέεται με ένα ειδικό φωνολογικό έλλειμμα που έχει συγκεκριμένο νευροφυσιολογικό υπόβαθρο και όχι με ένα γενικότερο έλλειμμα ακουστικής διάκρισης (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011).

Αντίστοιχες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με προκλητά δυναμικά. Συγκεκριμένα οι Shucard, Cummins & McGee (1984) κατέγραψαν δυναμικά που σχετίζονται με ακουστικά συμβάντα (AERPs) σε άσχετα ζεύγη τόνων κατά την διάρκεια εργασιών σχετιζόμενων με την ανάγνωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς αναγνώστες εμφάνισαν σημαντικά χαμηλότερες απαντήσεις AERP στο δεξιό ημισφαίριο κατά τη διάρκεια εργασιών που περιελάμβαναν οπτικοφωνική μεταφορά πληροφοριών και απλή αναγνώριση προτύπων. Έδειξαν επίσης σημαντικά μεγαλύτερες αποκλίσεις αριστερού ημισφαιρίου κατά τη διάρκεια της οπτικο-φωνητικής εργασίας. Και στις δύο πειραματικές συνθήκες, τα άτομα με δυσλεξία είχαν σημαντικά χαμηλότερη απόκλιση από την απόκριση AERP του αριστερού ημισφαιρίου. Το μοντέλο της ασυμμετρίας πλάτους AERP, το οποίο ήταν αντίθετο με εκείνο που βρέθηκε για τους κανονικούς αναγνώστες, υποδηλώνει ότι τα ίδια καθήκοντα που σχετίζονται με την ανάγνωση ενεργοποιούν διαφορετικές εγκεφαλικές διεργασίες στις δύο ομάδες που μελετήθηκαν. Σε μια άλλη μελέτη των Molfo et al. (2000) εξετάστηκε η σχέση μεταξύ αντιδράσεων στα προκλητά δυναμικά στους ήχους της ομιλίας κατά τη βρεφική ηλικία με τις αναγνωστικές ικανότητες στα ίδια παιδιά 8 χρόνια αργότερα. Αυτή η μελέτη ξεκίνησε

χωρίς προγενέστερα δεδομένα για πιθανές διαφορές μεταξύ των βρεφών, αλλά αντίθετα εφάρμοσε πολυμεταβλητές αναλύσεις, για να συσχετίσει τις αναγνωστικές επιδόσεις στην παιδική ηλικία με τις καταγραφές του ύψους και του λανθάνοντος χρόνου στα προκλητά δυναμικά στη βρεφική ηλικία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ήταν δυνατή η ταξινόμηση των εξεταζόμενων, με βάση τα δεδομένα των εγκεφαλικών τους καταγραφών στη βρεφική ηλικία, σε τρεις ομάδες ως προς την αναγνωστική τους επίδοση στην παιδική ηλικία, σε μια ομάδα καλών αναγνωστών, σε μια ομάδα φτωχών αναγνωστών και σε μια ομάδα δυσλεξικών, με ακρίβεια 81,3%. Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα μιας πιο πρόσφατης μελέτης των Lyytinen et al. (2004) όπου συγκρίθηκαν ακουστικά προκλητά δυναμικά παιδιών που βρίσκονταν σε γενετικό κίνδυνο για εμφάνιση δυσλεξίας με τις μετέπειτα γλωσσικές/αναγνωστικές ικανότητές τους λίγο πριν ξεκινήσουν τη σχολική εκπαίδευση και διαπιστώθηκαν ισχυρές προβλεπτικές συσχετίσεις (Βλάχος, 2007).

Αντίστοιχα υπάρχουν μελέτες των οπτικών προκλητών δυναμικών σε παιδιά με δυσλεξία. Οι Regtvoort, van Leeuwen, Stoel & van der Leij, (2006) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο των οπτικών προκλητών δυναμικών για να συγκρίνουν την ικανότητα επεξεργασίας οπτικών πληροφοριών σε 24 παιδιά με ιστορικό οικογενούς δυσλεξίας και 14 παιδιά της ομάδας ελέγχου, στις ηλικίες των πέντε και των οχτώ ετών. Οι φτωχοί αναγνώστες, που προέρχονταν είτε από την ομάδα της οικογενούς δυσλεξίας είτε από την ομάδα ελέγχου, παρουσίαζαν μεγαλύτερο εύρος στο N100, το οποίο πιθανώς αντισταθμίζει τη μειωμένη νευρωνική δραστηριότητα, που παρουσιάζουν κατά την αρχική επεξεργασία των πληροφοριών. Η ομάδα των φτωχών αναγνωστών εμφάνισε και παρατεταμένο P300, το οποίο υποδηλώνει ανεπαρκή επεξεργασία των πρώιμων αισθητηριακών ερεθισμάτων, η οποία πιθανώς ερμηνεύει τις δυσκολίες που έχουν οι δυσλεξικοί αναγνώστες στην ανάπτυξη αυτοματοποιημένων μηχανισμών στην ανάγνωση (Βλάχος, 2007).

Μελέτες δραστηριότητας του συνειρμικού φλοιού

Το σύνολο, σχεδόν, των μελετών λειτουργικής απεικόνισης με σκοπό τον προσδιορισμό του νευροφυσιολογικού υπόβαθρου της δυσλεξίας έχουν επικεντρωθεί στις επιμέρους δεξιότητες της αποκωδικοποίησης και της αναγνώρισης λέξεων. Οι μελέτες αφορούν κυρίως λειτουργική μαγνητική απεικόνιση και μαγνητοεγκεφαλογραφία. Το περίγραμμα ενεργοποίησης του φλοιού που παρατηρείται σε παιδιά με σοβαρές δυσκολίες στην εκμάθηση της ανάγνωσης διαφέρει εμφανώς από το αντίστοιχο περίγραμμα που χαρακτηρίζει παιδιά που δεν παρουσίασαν ποτέ ανάλογες δυσκολίες. Κάποιες από τις διαφορές αυτές παρατηρούνται στα πλαίσια σχεδόν κάθε δοκιμασίας ανάγνωσης λέξεων και ψευδολέξεων. Κάποια άλλα στοιχεία του περιγράμματος ενεργοποίησης μαθητών με δυσλεξία ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του γραπτού ερεθίσματος που καλούνται να διαβάσουν στη μελέτη απεικόνισης. Το πλέον σημαντικό εύρημα είναι η μειωμένη(ύψος και διάρκεια) ενεργοποίηση της αριστερής κροταφοβρεγματικής περιοχής, η οποία περιλαμβάνει το οπίσθιο τμήμα της άνω κροταφικής έλικας και την παρακείμενη υπερχείλια έλικα. Υπάρχουν μάλιστα σαφείς ενδείξεις ότι η μειωμένη ενεργοποίηση της αριστερής κροταφοβρεγματικής περιοχής εκδηλώνεται μόνο κατά την εκτέλεση δοκιμασιών που περιλαμβάνουν

επεξεργασία συνθετών γραπτών ερεθισμάτων(λέξεις ή ψευδολέξεις) και απαιτούν φωνολογική αποκωδικοποίηση. Αντίθετα δεν εμφανίζεται όταν οι αναγνώστες με δυσλεξία καλούνται να εκτελέσουν απλούστερες δοκιμασίες ή κατά την πρόσληψη και επεξεργασία εκφερόμενων λέξεων. Είναι επίσης αξιοσημείωτο ότι ακόμα και μαθητές του νηπιαγωγείου οι οποίοι εμφανίζουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης αναγνωστικών διαταραχών στο δημοτικό δείχνουν σημαντικά μειωμένη ενεργοποίηση της κροταφοβρεγματικής περιοχής κατά την εκτέλεση προγνωστικών δοκιμασιών. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει τον αναπτυξιακό χαρακτήρα της δυσλεξίας. Αντίθετα με την περίπτωση του κροταφοβρεγματικού φλοιού, τα ευρήματα που αφορούν άλλες εγκεφαλικές περιοχές είναι λιγότερο συστηματικά. Για παράδειγμα κάποιες μελέτες αναφέρουν μειωμένη ενεργοποίηση της αριστερής κάτω μετωπιαίας έλικας ενώ κάποιες άλλες αυξημένη ενεργοποίηση. Ενίοτε αναφέρεται επίσης, μειωμένη ενεργοποίηση του αριστερού κροταφοϊνιακού φλοιού στην αναπτυξιακή δυσλεξία. Τέλος έχει παρατηρηθεί αυξημένη ενεργοποίηση της δεξιάς κροταφοβρεγματικής περιοχής πιθανόν, ως αντιστάθμισμα για την ελλειμματική συμμετοχή αντίστοιχων περιοχών στο αριστερό ημισφαίριο. Σύγχρονες μελέτες μαγνητοεγκεφαλογραφίας χρησιμοποιώντας τη μέθοδο αποτύπωσης του περιγράμματος ενεργοποίησης MNE ,κατά κανόνα, επιβεβαιώνουν τα παραπάνω ευρήματα (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011).

Αν και, τα παραπάνω αποτελέσματα προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία μεμονωμένων περιοχών του μηχανισμού της ανάγνωσης στη δυσλεξία, ένα ακόμα πιο αξιόλογο εύρημα των μελετών αυτών αφορά το περίγραμμα της χρονικής διαδοχής ενεργοποίησης των περιοχών που εμπλέκονται στην αναγνωστική λειτουργία. Συγκεκριμένα το χρονικό περίγραμμα ενεργοποίησης στου τυπικούς αναγνώστες συνίσταται στην ενεργοποίηση της αριστερής κροταφοβρεγματικής περιοχής εντός των πρώτων 300 περίπου χιλιοστών του δευτερολέπτου μετά την έναρξη του γραπτού ερεθίσματος, αμέσως μετά την ενεργοποίηση των κροταφοϊνιακών περιοχών και τελευταία δραστηριοποιείται η κάτω μετωπιαία έλικα. Αντίθετα στους μαθητές με δυσλεξία δραστηριότητα στις κροταφοϊνιακές περιοχές ακολουθείται άμεσα από ενεργοποίηση της δεξιάς κροταφοβρεγματικής περιοχής ενώ δραστηριότητα στην αριστερή κροταφοβρεγματική περιοχή διακρίνεται τελευταία, ταυτόχρονα με την εμπλοκή της κάτω μετωπιαία έλικας αμφοτερόπλευρα σε συνδυασμό με τη διαπίστωση ότι το άτυπο περίγραμμα ενεργοποίησης της αριστερής κροταφοβρεγματικής περιοχής εκδηλώνεται μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες(φωνολογική αποκωδικοποίηση), τα δεδομένα αυτά είναι συμβατά με την υπόθεση ότι η δυσλεξία με ελλειμματική ανάπτυξη των λειτουργικών συνδέσεων μεταξύ των περιοχών που συνθέτουν τον μηχανισμό της ανάγνωσης στο αριστερό ημισφαίριο. Αποτελέσματα μελετών λειτουργικής απεικόνισης υποστηρίζουν εμμέσως αυτή την υπόθεση (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011).

Η υπόθεση ότι ο βαθμός και ο τρόπος ενεργοποίησης των αριστερών κροταφοβρεγματικών περιοχών κατέχουν κυρίαρχη θέση στο μηχανισμό της ανάγνωσης, ιδιαίτερα στη φυσιολογική του ανάπτυξη, οδηγεί σε μία σημαντική πρόβλεψη.

Έρευνες με τη χρήση ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος(EEG) παρουσιάζουν επίσης σημαντικούς δείκτες. Ο Καρπαθίου (1994) με τη χρήση της μεθόδου σε παιδιά με δυσλεξία βρήκε μία σειρά πεδίων που δυσλειτουργούν σε αυτά. Τα πεδία αυτά είναι

κοντά: α) στην περιοχή Broca β) στα ακουστικά πεδία - κροταφικό λοβός κοντά στην περιοχή του Wernicke, στη γωνιώδη έλικα (supramarginal gyrus). Σε άλλη έρευνα, ο Καραπέτσας (1997) βρήκε ότι τα παιδιά με δυσλεξία φάνηκε να εμφανίζουν τάση του ρυθμού θ πιο έντονη σε σχέση με τους φυσιολογικούς. Κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης υπήρξε ενεργοποίηση των δύο ημισφαιρίων, ενώ οι φυσιολογικοί έδειξαν καλύτερες συνεργασίες στους μηχανισμούς ανάγνωσης του ίδιου ημισφαιρίου. Στο αριστερό ημισφαίριο διαπιστώθηκε επίσης μια πλούσια δραστηριότητα του ρυθμού θ ύστερα από ειδικά ερεθίσματα στα άτομα με δυσλεξία. Οι Harmony et al.(1990) χρησιμοποιώντας μία δοκιμή για την αξιολόγηση των ικανοτήτων ανάγνωσης-γραφής, ανέφεραν ότι τα παιδιά με σοβαρές δυσκολίες είχαν αυξημένο ρυθμό δ στις μετωποκροταφικές περιοχές και αυτό ερμηνεύθηκε ως ένδειξη υποκείμενης εγκεφαλικής δυσλειτουργίας. Τα παιδιά με σοβαρές και μικρές δυσκολίες στη δοκιμή είχαν πιο διάχυτη θ και λιγότερη σχετική ισχύ άλφα. Καθώς η θήτα μειώνεται με την ηλικία, ενώ η άλφα αυξάνεται, αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι τα παιδιά με μικρές και σοβαρές δυσκολίες στην ανάγνωση είχαν μια καθυστέρηση στην ωρίμανση του δικτύου σε σχέση με εκείνους με φυσιολογική απόδοση. Σε άλλη έρευνα οι Spironelli, Penolazzi & Angrilli (2008) ερεύνησαν την υπόθεση του φωνολογικού ελλείματος σε παιδιά με δυσλεξία με την ανάλυση της γραμμικής μεταβολής του ρυθμού θ(4-8 Hz) και β (13-30 Hz) κατά τη διάρκεια διαφόρων φάσεων επεξεργασίας κειμένου σαν δείκτες. Χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα ζεύγους λέξεων, οι ίδιες λέξεις διέφεραν σε τρία διαφορετικά καθήκοντα: φωνολογικά, σημασιολογικά και ορθογραφικά. Σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, τα παιδιά με δυσλεξία έδειξαν καθυστέρηση στις συμπεριφορικές αποκρίσεις, η οποία ήταν παράλληλη με την παρατεταμένη δραστηριότητα αιχμής του ρυθμού θ στο EEG. Επιπρόσθετα, η ομάδα ελέγχου έδειξε μεγαλύτερη ενεργοποίηση της θήτα και της βήτα στα αριστερά μετωπιαία σημεία ειδικά κατά τη διάρκεια της φωνολογικής εργασίας, ενώ οι δυσλεξικοί έδειξαν δυσλειτουργικό μοτίβο, καθώς έδειξαν δραστηριότητα δεξιά σε αυτές τις θέσεις σε όλες τις εργασίες. Στα οπίσθια σημεία και αναστρέφοντας σε σχέση με τις αντιδράσεις EEG των ελέγχων, οι δυσλεξικοί έδειξαν μεγαλύτερη αριστερή δραστηριότητα κατά τη διάρκεια τόσο των φωνολογικών όσο και των ορθογραφικών εργασιών - ένα αποτέλεσμα το οποίο σε αυτά τα παιδιά υποδεικνύει μια ελλειμματική διαδικασία φωνολογικού μετασχηματισμού κατά τις φάσεις της λεκτικής μνήμης εργασίας επεξεργασίας κειμένου. Τα αποτελέσματα καταλήγουν σε έλλειμμα στην πρόσληψη δομών του αριστερού ημισφαιρίου για την κωδικοποίηση και την ενσωμάτωση των φωνολογικών συνιστωσών των λέξεων, και υποδηλώνουν ότι διαταράσσεται η θεμελιώδης ιεραρχία στο γλωσσικό δίκτυο. Τέλος οι Penolazzi, Spironelli & Angrilli (2008) χρησιμοποίησαν το ρυθμό δ για να ελέγχουν την υπόθεση μιας εγκεφαλικής καθυστερημένης ωρίμανσης και μίας λειτουργικά διαφοροποιημένης εγκεφαλικής ασυμμετρίας για την φωνολογική επεξεργασία σε παιδιά με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ρυθμός δ αποτελεί έναν έγκυρο δείκτη γλωσσικής πλευρίωσης κάτι που εμφανίζεται διαφοροποιημένα στη δυσλεξία.

Δ. Νευροαπεικονιστικές μελέτες σε ενήλικες

Στην ενότητα αυτή θα παραθέσουμε έρευνες που έχουν γίνει σε ενήλικες μέσω νευροαπεικονιστικών μεθόδων με έμφαση στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Τα αποτελέσματα από αυτές τις έρευνες θα οδηγήσουν σε ένα συγκεντρωτικό αποτέλεσμα κοινών στοιχείων που παρουσιάζουν οι ενήλικες με δυσλεξία. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν διαγνωστικούς δείκτες των ενηλίκων με δυσλεξία έναντι των νευροτυπικών.

Παράθεση άρθρων:

1. Brain imaging findings in dyslexia.

Οι Sun, Lee & Kirby (2010) στην έρευνα τους κάνουν μια ανασκόπηση σχετικά με τις διαθέσιμες πληροφορίες που υπάρχουν από τις μελέτες απεικόνισης του εγκεφάλου σε άτομα με δυσλεξία του δυτικού κόσμου. Εδώ θα αναφέρουμε συνοπτικά τα σημαντικότερα ευρήματα αυτής της μελέτης για να εντοπίσουμε τα διακριτά στοιχεία μεταξύ ατόμων με δυσλεξία και τυπικών αναγνωστών. Μελέτες MRI έχουν δείξει ελλείμματα φαιάς ουσίας και μικρότερη δραστηριότητα στο ένα ημισφαίριο. Μελέτες fMRI δείχνουν μειωμένη νευρωνική δραστηριότητα στον αριστερό οπίσθιο κροταφικό και βρεγματικό λοβό, ενεργοποίηση στην δεξιά πλευρά του εγκεφάλου και διάχυτες ενεργοποιήσεις στην παρεγκεφαλίδα. Μελέτη PET με ενήλικες άνδρες σε έργο σχετικό με φωνολογική διεργασία έδειξε αποτυχία ενεργοποίησης αριστερής κροταφοβρεγματικής περιοχής. Άλλη έρευνα έδειξε μη φυσιολογική ενεργοποίηση της περιοχής Broca. Επιπλέον η αριστερή νησίδα(ανώτερος κροταφικός και κατώτερος βρεγματικός λοβός) δεν ενεργοποιήθηκε ποτέ στην ομάδα της δυσλεξίας. Η άτυπη λειτουργία αυτής της περιοχής οφείλεται σε φτωχή επικοινωνία μεταξύ των εμπρόσθιων και οπίσθιων γλωσσικών περιοχών, προκαλώντας έτσι τα φωνολογικά ελλείμματα επεξεργασίας στα άτομα με δυσλεξία. Σε άλλη έρευνα κατά την διάρκεια έργου διάκρισης βρέθηκε μειωμένη ενεργοποίηση της μετωπιαίας και βρεγματικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, στην ομάδα της δυσλεξίας αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου. Επίσης παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ενεργοποίηση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στο δεξιό μετωπιαίο φλοιό. Μελέτες με EEG έδειξαν αυξημένη δραστηριότητα των αργών ρυθμών θ και δ σε δεξιές μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές του εγκεφάλου. Άλλη έδειξε ότι οι καθυστερημένες απαντήσεις των ατόμων με δυσλεξία σχετίζονται με παρατεταμένη δραστηριότητα του ρυθμού θ. Τέλος σε μελέτες MEG παρατηρήθηκε μειωμένη ημισφαιρική ασυμμετρία και αυξημένη αριστερή μετωπιαία ενεργοποίηση. Παρόλο που αυτές οι μέθοδοι απεικόνισης δεν είναι επί του παρόντος διαγνωστικές ή προγνωστικές, είναι σε θέση να παρέχουν πληροφορίες.

2. EEG spectra in severely dyslexic men: rest and word and design recognition.

Οι Rumsey, Coppola, Denckla, Hamburger & Kruesi (1989) κατέγραψαν την ηλεκτρική δραστηριότητα μέσω EEG ανάμεσα σε ενήλικους με δυσλεξία και μία ομάδα ελέγχου. Η καταγραφή έγινε κατά τη διάρκεια δύο διαδικασιών: ανάπαυση και αναγνώριση λέξεων και σχεδίων. Η μία ομάδα αποτελούνταν από 14 άτομα με σοβαρή δυσλεξία (Μ.Ο ηλικίας, 22 έτη) και η ομάδα ελέγχου από 15 άτομα. Τα EEG αναλύθηκαν και το μέσο εύρος για κάθε ρυθμό από τους εξής πέντε- δ, θ, α, αργός και γρήγορος β- συγκρίθηκε τοπογραφικά μεταξύ των συνθηκών και των ομάδων. Τα δύο έργα δεν προκάλεσαν κάποια διαφοροποιημένα πρότυπα στην ηλεκτρική διέγερση όσο αφορά την πλευρίωση, ωστόσο υπήρξαν οριζόντιες διαφορές στους ρυθμούς α και θ. Το έργο αναγνώρισης σχεδίων που ήταν πιο δύσκολη και για τις δύο ομάδες σε σχέση με αυτή των λέξεων, σχετίστηκε με μειωμένο οπίσθιο ρυθμό α. Ωστόσο η κυριότερη διαφορά μεταξύ των ομάδων παρατηρήθηκε ομοίως κατά μήκος ενός οριζόντιου άξονα για το έργο με τα σχέδια. Οι ενήλικες με δυσλεξία, με απόδοση αντίστοιχη της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν αυξημένο ρυθμό θ μετωπο-κεντρικά και μειωμένο ρυθμό θ οπίσθια, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι δυσλεκτικοί αντισταθμίζουν την λιγότερο αποτελεσματική επεξεργασία πληροφοριών. Δεν υπήρχαν ομαδικές διαφορές στο συνολικό εύρος σε οποιαδήποτε ζώνη και για οποιαδήποτε κατάσταση. Οι διαφορές στην τοπογραφική κατανομή της θήτα μπορεί να αντανακλούν τις λεπτές διαφορές στην οργάνωση του εγκεφάλου ή την αντισταθμιστική πρόσληψη ευρέως διανεμημένων νευρωνικών δικτύων και μπορούν να αποτελέσουν δείκτη της δυσλεξίας.

3. Η Χρήση των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών στην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση παιδιών με δυσλεξία.

Οι Καραμπέτσας και Ζυγούρης (2011) μελέτησαν το ρόλο των γνωστικών προκλητών δυναμικών στην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση της δυσλεξίας. Διαπίστωσαν ότι σε έρευνα με ενήλικες δυσλεξικούς εντοπίστηκε το γεγονός ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερο λανθάνοντα χρόνο έκλυσης της κυματομορφής P300 σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Επίσης, οι συμμετέχοντες με δυσλεξία εμφάνισαν μικρότερους χρόνους έκλυσης της κυματομορφής από το δεξί εγκεφαλικό ημισφαίριο σε σχέση με το αριστερό. Οι ενήλικες, όμως, συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου εμφάνισαν τον αντίθετο τρόπο ενεργοποίησης των εγκεφαλικών τους ημισφαιρίων. Σημαντικό, επίσης, γεγονός στη συγκεκριμένη έρευνα ήταν ότι χρησιμοποιήθηκε ακουστικό – γλωσσικό ερέθισμα καθώς αναφέρεται ότι στα ακουστικά ερεθίσματα τόνων δεν εντοπίζονται ιδιαίτερες διαφορές στις δύο ομάδες.

Σύμφωνα με την έρευνα τους, τα γνωστικά προκλητά δυναμικά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διάγνωση της δυσλεξίας. Ο μεγάλος χρόνος έκλυσης και το μικρό εύρος της κυματομορφής N100 και N200. Ο μεγάλος χρόνος έκλυσης της κυματομορφής MMN και P300, εμφανίζονται σταθερά στις περισσότερες μελέτες παιδιών και ενηλίκων με δυσλεξία. Επίσης, η διαταραγμένη ημισφαιρική επικράτηση που εμφανίζεται με υπερδραστηριότητα του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου ή υποδραστηριότητα του αριστερού, αποτελούν σαφείς δείκτες στη διάγνωση της

συγκεκριμένης διαταραχής. Οι κυματομορφές N100, N200 και MMN φαίνεται ότι αποτελούν ισχυρούς δείκτες της δυσκολίας στην ακουστική επεξεργασία, η οποία θα μπορούσε να περιορίσει την ακρίβεια των φωνολογικών αναπαραστάσεων, οι οποίες θεωρούνται ότι αποτελούν τα κύρια ελλείμματα των δυσλεξικών. Επιπλέον, ο μεγαλύτερος χρόνος έκλυσης της κυματομορφής P300 αποτυπώνει τις διαταραχές στις ανώτερες γνωστικές λειτουργίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με δυσλεξία, ο σωστός καταμερισμός της προσοχής, η αποκωδικοποίηση, η επεξεργασία, η απομνημόνευση και τέλος η επιτυχής ανταπόκριση στα ακουστικά ερεθίσματα. Ακόμα, η διαταραγμένη ημισφαιρική επικράτηση φαίνεται ότι επαληθεύει την κλασική νευροψυχολογική θεωρία του Geschwind, αναφορικά με την ημισφαιρική ασυμμετρία και τις διαταραχές στο μεσολόβιο.

(Καραπέτσας & Ζυγούρης, 2011)

4. Speech perception deficit in dyslexic adults as measured by mismatch negativity (MMN).

Όπως είναι γνωστό τα ελλείμματα στη φωνολογική επεξεργασία παίζουν σημαντικό ρόλο στην αιτιολογία της δυσλεξίας και η αντίληψη της ομιλίας αποτελεί προϋπόθεση για τη φωνολογική επεξεργασία. Έχουν βρεθεί σημαντικές διαφορές στην ικανότητα της αντίληψης των σύνθετων ερεθισμάτων της ομιλίας μεταξύ ατόμων με δυσλεξία τυπικών αναγνωστών (Schulte-Körne, Deimel, Bartling & Remschmidt, 2001). Σε μία παλαιότερη μελέτη οι Schulte-Körne, Deimel, Bartling & Remschmidt έδειξαν ότι αυτές οι διαφορές είναι παρούσες σ' ένα πρώιμο προληπτικό στάδιο επεξεργασίας του ερεθίσματος σε παιδιά με δυσλεξία καθώς η συνιστώσα MMN των προκλητών δυναμικών που προκαλείται από την παθητική ικανότητα αντίληψης ομιλίας ήταν μειωμένη σε παιδιά με δυσλεξία σε σύγκριση με μία ομάδα ελέγχου. Στην τωρινή μελέτη συμμετείχαν 12 ενήλικες με αναπτυξιακή δυσλεξία και 13 στην ομάδα ελέγχου οι οποίοι αξιολογήθηκαν χρησιμοποιώντας ένα ασυνήθιστο παράδειγμα ομιλίας(κουλό). Η MMN προσδιορίστηκε για ερεθίσματα τόνου και ομιλίας. Το τονικό ερέθισμα έδωσε δύο συνιστώσες MMN αλλά όχι ομαδικές διαφορές ενώ το ερέθισμα της ομιλίας έδωσε τρεις συνιστώσες και σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η αντίληψη της ομιλίας όπως μετράται σε ένα πρώιμο προληπτικό επίπεδο παίζει σημαντικό ρόλο στις δυσλεξία σε παιδιά και ενήλικες.

5. Dyslexia: The possible benefit of multimodal integration of fMRI-and EEG-data.

Οι Grünling et al. (2004) διενέργησαν βιολογική έρευνα σχετικά με τη δυσλεξία χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους νευροαπεικόνισης όπως λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI) ή η ηλεκτροεγκεφαλογραφία (EEG). Δεδομένου ότι οι λειτουργίες της γλώσσας χαρακτηρίζονται τόσο από τις κατανεμημένες δραστηριότητες του δικτύου του εγκεφάλου, όσο και από την ταχύτητα επεξεργασίας μέσα στο δίκτυο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, η υψηλή χρονική και χωρική ανάλυση που παρουσιάζουν αυτές οι μέθοδοι μπορούν να απαντήσουν διαγνωστικά ερωτήματα όπως: " που " μπορούν να ανιχνευθούν ειδικές ενεργοποιήσεις δυσλεξίας

και " πότε " οι γλωσσικές διαδικασίες αρχίζουν να αποκλίνουν μεταξύ των δυσλεκτικών και των ομάδων ελέγχου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας εντοπίστηκαν διαφορές κατά την ολοκλήρωση δύσκολων φωνολογικών δραστηριοτήτων με ψευδολέξεις. Τα δεδομένα από το EEG αποκάλυψαν σημαντικές ομαδικές διαφορές στα δυναμικά πλάτη και τις λανθάνοντες χρόνους, μετωπο-κεντρικά (N400) και αριστερά βρεγματο-κροταφικά (P300). Επιπλέον, παρατηρήθηκε έντονη συνεχιζόμενη υπερδραστηριότητα αριστερά κροταφο-ινιακά για τους δυσλεξικούς, που συνεχίστηκε μέχρι το τέλος της δραστηριότητας.

Η μελέτη των διαφορετικών καταστάσεων ενεργοποίησης στα δεδομένα fMRI αποκάλυψε πρώιμες ενεργοποιήσεις σε κατώτερες κροταφικές περιοχές και διαδοχικά μέγιστες ενεργοποιήσεις σε βρεγματο-κροταφικές περιοχές στην ομάδα ελέγχου. Αντίθετα η ομάδα των ατόμων με δυσλεξία αποκάλυψε ένα ολόκληρο δίκτυο περιοχών που δραστηριοποιούνται σε πολύ πρώιμο χρονικό σημείο, με μεταγενέστερα μέγιστα ενεργοποίησης σε μετωπιαίες περιοχές. Αυτές οι μετωπιαίες ενεργοποιήσεις διαρκούν και φαίνεται να υποδηλώνουν τη συνεχή επεξεργασία της γλώσσας.

(Grünling et al,2004)

6. Adults with dyslexia: theta power changes during performance of a sequential motor task.

Οι Coombes, Jonelle, Dulley & Conway (2005) διεξήγαγαν ένα πείραμα που εξέτασε τη σχέση μεταξύ των επιδόσεων σε μια κινητική δραστηριότητα και της δραστηριότητας θ. Το πείραμα έγινε μεταξύ ενήλικων ανδρών με αναπτυξιακή δυσλεξία(ΑΔ) και μιας ομάδας ελέγχου που αντιστοιχεί στην ηλικία και το IQ της ομάδας των ατόμων με δυσλεξία. Η έρευνα χωρίστηκε σε 3 πειραματικές δοκιμές. Η ομάδα των ατόμων με δυσλεξία έκανε σημαντικά περισσότερα σφάλματα από την ομάδα ελέγχου κατά τις δύο πρώτες δοκιμές της κινητικής δραστηριότητας . Η ομάδα ΑΔ εμφάνισε σημαντική μείωση της ισχύος του ρυθμού θ σε όλες τις δοκιμές και τις περιοχές του εγκεφάλου, ειδικά στις κεντρικές και βρεγματικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν συμπεριφορικές και ψυχοφυσιολογικές ενδείξεις που επιβεβαιώνουν περαιτέρω την υπόθεση της παρεγκεφαλιδικής ανεπάρκειας και τη χρήση της κατώτερης ζώνης θ ως δείκτη των διαδικασιών μνήμης εργασίας.

7. Reduced interhemispheric coherence in dyslexic adults.

Οι Dhar, Been, Minderaa & Althaus (2010) διερεύνησαν την λειτουργική ενδοημισφαιρική συνδεσιμότητα σε αρσενικούς ενήλικες με δυσλεξία, καθώς υπάρχει συσχέτιση της με μειωμένη νευρική συνδεσιμότητα σε παιδιά με δυσλεξία. Οι μέχρι τώρα μελέτες απεικόνισης λειτουργικής συνδεσιμότητας, έχουν επικεντρωθεί στην ανάγνωση και στη φωνολογική επεξεργασία. Μια πρωταρχική μελέτη PET έδειξε μειωμένες λειτουργικές συνδέσεις στο αριστερό ημισφαίριο, μεταξύ γωνιώδους έλικας

και βρεγματοκροταφικών περιοχών, οι οποίες εμπλέκονται στη γραφοφωνημική αντιστοίχιση σε άνδρες με δυσλεξία, ενώ μεταγενέστερη μελέτη fMRI σε ενήλικες έδειξε μειωμένη λειτουργικότητα στις αριστερές οπίσθιες περιοχές καθώς και ανώμαλη συνδεσιμότητα μεταξύ των δύο ημισφαιρίων. Οι Dhar et al. (2008) σε προηγούμενη μελέτη τους, διερεύνησαν την επεξεργασία οπτικών πληροφοριών σε ενήλικες μέσω ERPs, εδώ παρατηρήθηκαν μεγαλύτεροι χρόνοι αντίδρασης και μεταβλητότητα στον χρόνο αντίδρασης συνοδευόμενοι από μειωμένα δυναμικά στο βρεγματικό λοβό. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ανεπαρκή επεξεργασία στον βρεγματικό λοβό του ραχιαίου συστήματος όπου καταλήγουν τα μεγαλοκυτταρικά μονοπάτια. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση της υπόθεσης της τροποποιημένης νευρικής σύνδεσης σε ενήλικες με δυσλεξία. Για να διερευνήσουν αν οι ενήλικες με δυσλεξία επιδεικνύουν μειωμένη και πιο διάχυτη σύνδεση μεταξύ των ημισφαιρίων, χρησιμοποίησαν ηλεκτροεγκεφαλογράφημα(EEG). Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μία ομάδα ελέγχου(15 άτομα) και μία ομάδα ενηλίκων με δυσλεξία(19 άτομα), οι οποίοι συγκρίθηκαν για την ενδοημισφαιρική συνοχή της κυρίαρχης συχνότητας στο φάσμα ισχύος, κατά τη διάρκεια μιας εργασίας εστίασης της προσοχής στο χώρο. της κυρίαρχης συχνότητας στο φάσμα ισχύος, κατά τη διάρκεια μιας εργασίας οπτικο-χωρικής προσοχής. Αναλύθηκε η συνοχή μεταξύ ενός ηλεκτροδίου, κεντροβρεγματικά, αριστερού ημισφαιρίου και του αντίστοιχου ηλεκτροδίου δεξιού ημισφαιρίου και των γύρω περιοχών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα άτομα της ομάδας δυσλεξίας είχαν μειωμένη και πιο διάχυτη ενδοημισφαιρική συνοχή του ρυθμού α στο κεντροβρεγματικό φλοιό, ενώ δεν εντοπίστηκαν διαφορές όσον αφορά μετωπιαίες, κροταφικές και κεντρικές περιοχές. Τα συμπεράσματα μας δείχνουν ότι το αποκλίνων πρότυπο λειτουργικής συνδεσιμότητας υποδηλώνει αλλοιωμένη ανάπτυξη νευρικών κυκλωμάτων που μπορεί να οδηγήσει σε ελλείματα στην μεγαλοκυτταρική επεξεργασία.

8. Altered low-gamma sampling in auditory cortex accounts for the three main facets of dyslexia.

Κατά την κωδικοποίηση της ομιλίας ο εγκέφαλος επεξεργάζεται ταυτόχρονα αργές και ταχύτερες διαμορφώσεις ενέργειας από το σήμα ομιλίας, το οποίο μεταφέρει πληροφορίες σε πολλαπλές κροταφικές κλίμακες(ακουστικός φλοιός) (Simone et al., 2016). Έχει πρόσφατα υποτεθεί ότι η δυσλεξία δημιουργείται από έλλειμμα ακουστική δειγματοληψίας (temporal sampling theory). Στους ακουστικός φλοιούς οι πιο διαδεδομένοι ρυθμοί είναι οι δ, θ και χαμηλό γ(low-g), οι οποίοι αλληλοεπικαλύπτονται με τα ποσοστά των ισχυρότερων διαμορφώσεων στο φάκελο ομιλίας. Οι τιμές των ρυθμών αυτών δεν είναι ανεξάρτητες και συνήθως η ένταση των δ και θ ρυθμίζει την γ. Καθώς οι ρυθμοί θ και γ ενισχύονται από την ομιλία, οι Lehonge, Ramus, Viliernet, Schwartz & Giraud (2010) υποστηρίζαν, σε αντίθεση με την υπόθεση που επικρατούσε ότι η συλλαβική δειγματοληψία στο ρυθμό θ μπορεί να μεταβληθεί στη δυσλεξία, μία συμπληρωματική ιδέα ότι μία ανωμαλία στη φωνητική δειγματοληψία της χαμηλής γ μπορεί να έχει άμεση συνέπεια στη φωνολογική επεξεργασία. Για να ενισχύσουν την υπόθεση τους συνέκριναν δύο ομάδες, μία ομάδα ενηλίκων με δυσλεξία(23 άτομα) και 21 άτομα που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Χρησιμοποίησαν μαγνητοεγκεφαλογραφία(MEG) σήμανσης συχνότητας με

ανακατασκευή πηγής. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία μειωμένη τάση του αριστερού ημισφαιρίου για φωνημική επεξεργασία, η οποία αντανακλάται με χαμηλότερη παραμόρφωση σε ακουστικές διαμορφώσεις $\approx 30\text{Hz}$ στον αριστερό ακουστικό φλοιό. Το έλλειμμα αυτό σχετίζεται με τη φωνολογική επεξεργασία και την ταχεία ονομασία. Επίσης παρατήρησαν αυξημένη φλοιική παραμόρφωση σε συχνότητες πέραν των 40Hz στα άτομα με δυσλεξία και πιστεύουν ότι αυτή η ιδιαιτερότητα σχετίζεται με ελλείματα λεκτικής μνήμης. Αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν ότι μία ενιαία ακουστική ανωμαλία στο αριστερό ακουστικό φλοιό αντιπροσωπεύει τις τρεις κύριες πτυχές του γλωσσικού ελλείμματος τη δυσλεξία. Σε αντίθεση με την μειωμένη πρόσληψη της χαμηλής γ που παρατηρείται στους ενήλικες, μελέτες σε παιδιά έχουν δείξει άτυπη φάση στο ρυθμό δ (Simone et al., 2016).

9. Ακουστικά και οπτικά προκλητά δυναμικά σε ενήλικες με δυσλεξία.

Οι Breznitz και Meyler (2003) διαπίστωσαν ότι ενήλικες με ιστορικό δυσλεξίας επιδεικνύουν χαμηλότερη ταχύτητα επεξεργασίας μη λεκτικών ακουστικών ερεθισμάτων σε σχέση με τυπικούς αναγνώστες. Οι συγγραφείς συνέδεσαν το εύρημά τους με πρόβλημα στην ενεργό μνήμη που δυσχεραίνει τη συνδυαστική επεξεργασία εισερχόμενων πληροφοριών. Αντίστοιχα αποτελέσματα προέκυψαν και από άλλες μελέτες, οι οποίες έδειξαν ότι τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες με ιστορικό δυσλεξίας εμφανίζουν χαμηλή ταχύτητα επεξεργασίας μη λεκτικών ακουστικών ερεθισμάτων τόσο στα πρώτα όσο και στα μεταγενέστερα στάδια επεξεργασίας.

Αντίστοιχες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί με οπτικά προκλητά δυναμικά. Για παράδειγμα, οι Breznitz και Meyler (2003) παρατήρησαν η μειωμένη ταχύτητα επεξεργασίας απλών οπτικών ερεθισμάτων σε ενήλικες με δυσλεξία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Μια δεύτερη σειρά μελετών, εξετάζουν την υποτιθέμενη δυσλειτουργία της μεγαλοκυτταρικής οδού στη δυσλεξία με αλληλοσυγκρουόμενα αποτελέσματα. Ενδεικτικά αναφέρεται η μελέτη των Livingstone et al. (1991) στην οποία αναφέρονται διαφορές μεταξύ ενηλίκων με ιστορικό της δυσλεξίας και τυπικών αναγνώστων, τις οποίες απέδωσε τον σε μικροσκοπικές αλλοιώσεις του μεγαλοκυτταρικού τμήματος του οπτικού θαλάμου. Τα ευρήματα αυτά δεν επιβεβαιώθηκαν όμως σε μεταγενέστερη μελέτη. Συμπερασματικά η χρήση προκλητών δυναμικών αν και διαθέτει υψηλή χρονική ευκρίνεια δεν έχει προσφέρει συμπεράσματα ανάλογα του όγκου δεδομένων που έχει παράγει, ιδιαίτερα αναφορικά με τη μελέτη του οπτικού συστήματος (Κωνσταντίνου & Κοσμίδου, 2011).

10. Reduced phase locking to slow amplitude modulation in adults with dyslexia: an MEG study.

Για την αποτελεσματική εξαγωγή φωνολογικών στοιχείων με νόημα είναι σημαντική η αντίληψη της ομιλίας από πολλαπλές κροταφικές περιοχές. Τα άτομα με αναπτυξιακή δυσλεξία έχουν δυσκολία στην ακριβή νευρωνική αντιπροσώπευση των φωνολογικών πτυχών του λόγου. Πρόσφατα προτάθηκε ότι αυτές οι δυσκολίες μπορεί να προκύπτουν λόγω του μειωμένου κλειδώματος φάσης (locking phase) στις βραδύτερες διαμορφώσεις του σήματος ομιλίας (40Hz) που θα επηρέαζαν τη συλλαβική

ανάλυση και κατάτμηση του ρέοντος λόγου (Härmäläinen, Rupp, Soltéz, Szücs & Goswami, 2012). Οι Härmäläinen, Rupp, Soltéz, Szücs & Goswami μέτρησαν λοιπόν τις αποκρίσεις σε διαφορετικούς ρυθμούς λευκού θορύβου διαμορφωμένο εύρους σε ενήλικες με ή χωρίς δυσλεξία. Βρέθηκαν διαφορετικά πρότυπα κλειδώματος φάσης στο ρυθμό δ (2Hz) όταν συγκρίθηκαν οι δύο ομάδες. Οι τυπικοί αναγνώστες είχαν καλύτερο κλειδώμα φάσης σε αργούς ρυθμούς το δεξί ακουστικό φλοιό, ενώ οι δυσλεξικοί αμφίδρομα.

11. Disruption of Functional Networks in Dyslexia: A Whole-Brain, Data-Driven Analysis of Connectivity

Οι Finn et al. (2014) διεξήγαγαν την πρώτη έρευνα συνδεσιμότητας του ολόκληρου του εγκεφάλου στην δυσλεξία. Η ανάλυση της λειτουργικής συνδεσιμότητας του fMRI αποτελεί ισχυρό εργαλείο για να χαρακτηρίσουμε τα εγκεφαλικά δίκτυα και πώς αυτά διαταράσσονται σε διάφορες διαταραχές. Ωστόσο πολλές τέτοιες αναλύσεις εστιάζουν σε ένα μικρό αριθμό περιοχών. Μέχρι τώρα μελέτες με fMRI γενικά συγκλίνουν σε τρεις εγκεφαλικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου των οποίων η δραστηριότητα μεταβάλλεται στη δυσλεξία 1)μία βρεγματοκροταφική περιοχή 2) η κάτω μετωπιαία έλικα και 3)μία κροταφονιακή περιοχή που περιλαμβάνει την περιοχή οπτικής μορφής των λέξεων(VWFA). Σε αυτή τη μελέτη συγκρίθηκαν τα προφίλ συνδεσιμότητας ατόμων με δυσλεξία και τυπικών αναγνωστών. Οι συμμετέχοντες ήταν παιδιά και ενήλικες των δύο ομάδων και τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν μεταξύ των ομάδων. Για την επίτευξη της έρευνας χρησιμοποίησαν τέσσερις λειτουργικές διαδικασίες κατά την εκτέλεση ενός έργου με ομοιοκαταληξίες λέξεων και μη λέξεων. Η επίδραση του έργου απομακρύνθηκε για τους σκοπούς της εργασίας, απομακρύνοντας την ενεργοποίηση που σχετίζεται με την εργασία φάνηκαν υπολειπόμενες διακυμάνσεις που αντιπροσωπεύουν περισσότερο αυθόρμητη δραστηριότητα παρόλο που θα περίμενε κανείς αυτές οι διακυμάνσεις να επηρεάζονται από το έργο στα άτομα με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα έδειξαν αποκλίνουσα συνδεσιμότητα στο οπτικό μονοπάτι και μεταξύ των οπτικά σχετιζόμενων περιοχών και τον προμετωπιαίων περιοχών στις ομάδες των ατόμων με δυσλεξία. Επίσης φάνηκε αυξημένη δραστηριότητα δεξιού ημισφαιρίου και μειωμένη συνδεσιμότητα στις περιοχές οπτικής μορφής των λέξεων και επίμονη συνδεσιμότητα σε ανώτερες γλωσσικές περιοχές γύρω από την κατώτερη μετωπιαία έλικα. Συμπερασματικά τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι οι τυπικοί αναγνώστες είναι σε καλύτερη θέση να ενσωματώνουν οπτικές πληροφορίες και να διαμορφώσουν την προσοχή τους σε οπτικά ερεθίσματα επιτρέποντάς τους να αναγνωρίσουν τις λέξεις από τις οπτικές ιδιότητες, ενώ τα άτομα με δυσλεξία θέτουν τροποποιημένα αναγνωστικά κυκλώματα και βασίζονται σε κοπιαστικές βασισμένες στη φωνολογία στρατηγικές κατά την ενηλικίωση. Τα αποτελέσματα εμβαθύνουν την κατανόησή μας για τη νευρική βάση της δυσλεξίας και υπογραμμίζουν τη σημασία του συγχρονισμού μεταξύ διαφόρων περιοχών του εγκεφάλου για την επιτυχή ανάγνωση.

12. Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults.

Οι Richlan, Kronbichler & Wimmer (2011) εξέτασαν στοιχεία από fMRI για την επικράτηση μια φωνολογικής δυσλειτουργίας αριστερά βρεγματοκροταφικά σε παιδιά με δυσλεξία και αριστερά κροταφοϊνιακά σε ενήλικες με δυσλεξία. Ξεχώρισαν τις αναλύσεις 9 μελετών με παιδιά και 9 ενηλίκων(18-30 ετών) και έκαναν στατιστική σύγκριση αυτών. Από την σύγκριση προέκυψε ότι δυσλειτουργία αριστερής κοιλιακής κροταφοϊνιακής περιοχής και στις δύο ομάδες. Τα συμπεράσματα όμως για πιθανή υπεροχή της βρεγματοκροταφικής περιοχής ήταν ασαφή. Σε αντίθεση με την προσδοκία, υπολειτουργία σε ανώτερες κροταφικές περιοχές υπήρξε μόνο στους ενήλικες και όχι στα παιδιά. Στα παιδιά, η υπολειτουργία βρέθηκε σε αμφίπλευρες κατώτερες βρεγματικές περιοχές, αλλά αυτή η ανωμαλία δεν υπήρχε πια όταν εξαιρέθηκαν εστίες που είχαν να κάνουν με αρνητική ενεργοποίηση σε σχέση με το έργο(δηλ. απενεργοποίηση απόκρισης σε ανάγνωση σε σύγκριση με την αρχική τιμή). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με πρόσφατα ευρήματα που σχετίζουν πρώιμη εμπλοκή αριστερών κροταφοϊνιακών περιοχών στην ανάπτυξη της ανάγνωσης.

13. The left occipitotemporal system in reading: disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia.

Η αναπτυξιακή δυσλεξία χαρακτηρίζεται εκτός των άλλων από δυσλειτουργική ανάγνωση και δυσλειτουργία της αυτόματης επεξεργασίας λέξεων. Ενήλικες με δυσλεξία παρουσιάζουν λειτουργικές ελλείψεις σε πολλές περιοχές, όπως η λεγόμενη περιοχή αναγνώρισης οπτικής μορφής των λέξεων (Visual Word Form Area, VWFA), η οποία εμπλέκεται στην οπτική επεξεργασία του κειμένου και βρίσκεται στο μεγαλύτερο μέρος του αριστερού κροταφο-ινιακού λοβού(VWF σύστημα)(Van der Mark et al.,2011). Οι Van der Mark et al. διεξήγαγαν μελέτη για να εξετάσουν τις λειτουργικές συνδέσεις του αριστερού συστήματος VWF με άλλες γλωσσικές περιοχές σε παιδιά με δυσλεξία. Για τον σκοπό της έρευνας έγινε απεικόνιση με fMRI ανάμεσα σε δύο ομάδες. Η ομάδα των παιδιών με δυσλεξία αποτελούνταν από 18 άτομα και η ομάδα ελέγχου από 24 άτομα αντίστοιχων ηλικιών(9.7-12.5 ετών). Η έρευνα ασχολήθηκε με 5 γειτονικές περιοχές κατά τη διάρκεια ανάγνωσης που απαιτούσε φωνολογική και ορθογραφική επεξεργασία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στα παιδιά με δυσλεξία εντοπίστηκε σημαντική διαταραχή συνδεσιμότητας μεταξύ της κροταφο-ινιακής περιοχής(VWFA) και αριστερών κατώτερων μετωπιαίων και βρεγματικών περιοχών σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου. Τα παραπάνω αποτελέσματα προσθέτουν στην κατανόηση της δυσλεξίας, δείχνοντας ότι η λειτουργική αποσύνδεση του αριστερού κροταφικού συστήματος με άλλες περιοχές του εγκεφάλου περιορίζεται στη μικρή περιοχή VWFA που είναι κρίσιμη για την αυτόματη επεξεργασία οπτικών μορφών των λέξεων. Εμφανίζεται νωρίς κατά την απόκτηση της ανάγνωσης σε παιδιά με δυσλεξία και εξακολουθεί να υπάρχει στην ενήλικη ζωή μαζί με ελλείψεις στην ορθογραφική και φωνολογική επεξεργασία των οπτικών μορφών της λέξης.

14. Reading network in dyslexia: Similar, yet different.

Είναι γνωστές οι αναγνωστικές και φωνολογικές δυσκολίες στη δυσλεξία αλλά υπάρχουν ερωτήματα σχετικά με τις νευρικές συσχετίσεις. Οι Waldie et al.(2017) σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποίησαν fMRI και ανέλυσαν τα αποτελέσματα μέσω PLS (πολυμεταβλητή αναλυτική τεχνική) για τη διερεύνηση των νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιούνται από τα άτομα με δυσλεξία κατά την εκτέλεση εργασίας με ομοιοκαταληξίες λέξεων. Αν και το συνολικό δίκτυο ήταν σε μεγάλο βαθμό παρόμοιο ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν σχετίστηκε συμπεριφορικά με τον ίδιο τρόπο και στις δύο. Συγκεκριμένα υπήρχε θετική σχέση μεταξύ της απόδοσης της ανάγνωσης και της δεξιάς ανώτερης κροταφικής έλικας, αλλά και της αμφίπλευρης νησίδας(bilateral insula) για τους δυσλεξικούς αλλά αρνητική συσχέτιση για την ομάδα τυπικού ελέγχου. Άλλες έρευνες οι ενήλικες σε έχουν δείξει επίσης μειωμένη αριστερή βρεγματοκροταφική ενεργοποίηση κατά τη διάρκεια φωνολογικών διεργασιών αντίθετα με την ομάδα τυπικού ελέγχου. Εκτός της αδύναμης ενεργοποίησης στις αριστερές οπίσθιες περιοχές, παρουσιάζουν υπερδραστηριότητα σε αντίστοιχες περιοχές στο δεξί ημισφαίριο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι ο συνδυασμός χαμηλής απόδοσης ανάγνωσης με υψηλή δραστηριότητα της νησίδας αλλά και η άτυπη πλευρίωση είναι ένας σταθερός δείκτης για τη δυσλεξία και αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της κατανόησης ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου.

15. Positron emission tomographic studies during serial word-reading by normal and dyslexic adults.

Οι Gross-Glenn et al. (1991) μελέτησαν τη μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου μέσω PET ανάμεσα σε ενήλικες (άνδρες) με ή χωρίς ιστορικό αναπτυξιακής δυσλεξίας κατά τη διάρκεια προφορικής ανάγνωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στον προμετωπιαίο φλοιό και στην γλωσσική περιοχή του κατώτερου ινιακού λοβού. Οι τιμές ήταν αμφίπλευρα υψηλότερες για τους δυσλεξικούς. Επίσης στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε ασυμμετρία στις προμετωπιαίες και γλωσσικές περιοχές σε αντίθεση με τους άνδρες με δυσλεξία που συμμετρικές. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε υψηλή ενεργοποίηση κατά προτίμηση στον ινιακό λοβό του δεξιού ημισφαιρίου στους δυσλεξικούς ενήλικες κατά την ανάγνωση λέξεων. Συμπερασματικά οι ενήλικες με ιστορικό αναπτυξιακής δυσλεξίας ενεργοποιούν διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου κατά την ανάγνωση.

16. Abnormal functional activation during a simple word repetition task: A PET study of adult dyslexics.

Οι McCrory, Frith, Brunswick & Price (2000) διεξήγαγαν έρευνα νευρωνικής συμπεριφοράς ενηλίκων με δυσλεξία κατά τη διάρκεια δοκιμασίας επανάληψης λέξεων. Η μελέτη έγινε με PET ανάμεσα σε δύο ομάδες [ομάδα ελέγχου (6 άτομα), ομάδα ενηλίκων με δυσλεξία (8 άτομα)] κατά τη διάρκεια τριών συνθηκών(1. επανάληψη λέξεων, 2. επανάληψη ψευδολέξεων, 3. ανάπαυση). Κοινό σημείο των δύο ομάδων ήταν ότι κατά τη διάρκεια της επανάληψης λέξεων σε σχέση με την ανάπαυση προκάλεσε εκτεταμένη αμφίπλευρη ενεργοποίηση σε περιοχές που σχετίζονται με την

ακουστική επεξεργασία της ομιλίας. Ωστόσο η ομάδα με δυσλεξία έδειξε λιγότερη ενεργοποίηση στη δεξιά ανώτερη κροταφική και δεξιά μετακεντρική έλικα(postcentral gyrus) καθώς και στην αριστερή παρεγκεφαλίδα. Συγκεκριμένα ο δεξιός πρόσθιος κροταφικός λοβός ήταν λιγότερο ενεργοποιημένος σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Το έλλειμα σ' αυτή την περιοχή φαίνεται να είναι ειδικό για την ακουστική επανάληψη καθώς δεν ανιχνεύτηκε σε προηγούμενη μελέτη ανάγνωσης των ιδίων με τα ίδια ερεθίσματα. Τα ευρήματα αυτά δηλώνουν ότι η παρατηρούμενη νευρωνική εκδήλωση της αναπτυξιακής δυσλεξίας εξαρτάται από την εργασία(λειτουργική αντί δομικής).

Ε. Συμπεράσματα

Η δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία που διαφέρει από άτομο σε άτομο. Δεν είναι ασθένεια, και δε συνυφάνεται με νοητικούς ή πολιτισμικούς παράγοντες. Τα δυσλεξικά άτομα είναι προικισμένα με πολλά χαρίσματα που συχνά κρύβονται πίσω από τη δυσκολία τους να επεξεργαστούν το γραπτό λόγο. Αν η κοινωνία μας δεν απαιτούσε αν γνωρίζουνε επαρκώς ανάγνωση και ορθογραφία, τα δυσλεξικά άτομα δεν θα είχαν κανένα πρόβλημα (Thomson, 1990).

Τα αίτια της δυσλεξίας είναι κληρονομικά και νευροβιολογικά. Ψυχο-κοινωνικοί και εκπαιδευτικο-πνευματικοί παράγοντες δεν σχετίζονται με την αιτιολογία. Η δυσλεξία διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες μαθησιακές δυσκολίες και την νοητική υστέρηση σε θέματα πρόγνωσης και αιτιολογίας. Η νοητική υστέρηση σε αντίθεση με τη δυσλεξία συνδέεται με ψυχολογικούς, περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες σε καμία περίπτωση δεν συνδέονται με τη ύπαρξη δυσλεξίας ωστόσο συμβάλλουν στην επιδείνωση ή τη βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, η δυσλεξία δεν προκαλείται από κοινωνικό-οικονομικά, εκπαιδευτικά, ψυχολογικά προβλήματα ή χαμηλή νοημοσύνη αλλά σχετίζεται με δυσλειτουργία στον εγκέφαλο. Η νευρολογική βάση της δυσλεξίας είναι σχεδόν παγκόσμια αποδεκτή. Η δυσλεξία οφείλεται σε γενετικούς ή γονιδιακούς παράγοντες δηλαδή το άτομο γεννήθηκε έτσι, γι αυτό και αναφέρεται με την ορολογία αναπτυξιακή δυσλεξία (Developmental Dyslexia). Σε καμία περίπτωση η δυσλεξία δεν πρέπει να αποδίδεται σε νοητική καθυστέρηση, κακή όραση ή αναπτυξιακή ανωριμότητα.

Η δυσλεξία στην ενήλικη ζωή δεν αποτελεί καινούργια διαπίστωση. Υπάρχουν άτομα που ταλαιπωρούνται από την νευρολογική αυτή διαταραχή για χρόνια. Τα χαρακτηριστικά της δυσλεξίας είναι υπαίτια για δυσλειτουργίες στην καθημερινή ζωή. Ο εντοπισμός των δυσλειτουργιών και του παράγοντα που τα προκαλεί θα επιφέρει λύση και σταδιακή ανακούφιση. Η δυσλεξία αφορά μια δια βίου κατάσταση που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου για μάθηση. Υπάρχουν αρκετές παρανοήσεις για την δυσλεξία στην ενήλικη ζωή. Τις περισσότερες των περιπτώσεων οι άνθρωποι δεν κατανοούν το πραγματικό πρόβλημα και θεωρούν το δυσλεξικό άτομο ανεύθυνο ή οκνηρό. Οι αντιδράσεις αυτές μειώνουν την αυτοπεποίθηση του δυσλεξικού ατόμου με αποτέλεσμα να νιώθει απόρριψη και απομόνωση. Η δυσλεξία δεν μειώνει την δημιουργικότητα καθώς τα άτομα αυτά σκέφτονται με εικόνες και μπορούν να εκφραστούν καλύτερα με αυτές. Το δυνατό τους σημείο είναι η ζωηρή φαντασία και αν τους δοθεί η κατάλληλη υποστήριξη και ενθάρρυνση είναι σε θέση να επιτύχουν πολλά. (Παυλίδου, 2010)

Στην ενήλικη ζωή οι δυσκολίες αποτυπώνονται σε καταστάσεις της καθημερινότητας εξαιτίας ελλείψεων στη βραχύχρονη μνήμη. Ο σχηματισμός των κατάλληλων ψηφίων σε τηλεφωνικές κλήσεις ή σε αυτόματες ταμειολογιστικές μηχανές (ATM) αποτελούν διαρκή προβλήματα στη ζωή των δυσλεξικών ατόμων. Τα άτομα με δυσλεξία νιώθουν αμηχανία όταν δυσκολεύονται να θυμηθούν το όνομα κάποιου ή όταν δυσκολεύονται να ακολουθήσουν οδηγίες (δεξιά-αριστερά) κατά την οδήγηση (Gilroy, 1996). Οι καταστάσεις της καθημερινότητας αρκετές των

περιπτώσεων φέρνουν στο νου βιώματα, εμπειρίες, συναισθήματα των μαθητικών χρόνων όπως απογοήτευση, ματαίωση, ταπείνωση, ντροπή, αμηχανία κ.α. (Taylor, 2003).

Το άτομο πρέπει να αναγνωρίσει και να αποδεχτεί την ύπαρξη της μαθησιακής αδυναμίας στη ζωή του και έπειτα να μάθει τρόπους διαχείρισης της. Οι παρεμβάσεις μέσω στρατηγικών διαχείρισης των καταστάσεων είναι απαραίτητες για το άτομο. Το άτομο υιοθετώντας τις στρατηγικές αυτές διευκολύνει τη καθημερινότητά του απαλλάσσοντας από σκέψεις ότι οι αδυναμίες αυτές ελέγχουν τη ζωή του (Taylor, 2003).

Τα νευροεπιστημονικά ευρήματα των τελευταίων ετών έχουν αρχίσει να ρίχνουν φως στις βασικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των ικανοτήτων και σε συγκεκριμένες περιοχές της μάθησης, όπως η εκμάθηση της γλώσσας και της ανάγνωσης και η ανάπτυξη των αριθμητικών ικανοτήτων.

Διάφορες νευροαπεικονιστικές τεχνικές έχουν συνεισφέρει συμπληρωματικά στοιχεία σχετικά με τα νευρωνικά δίκτυα που υποστηρίζουν την κατάκτηση της ανάγνωσης. Μελέτες σε παιδιά και ενήλικες έχουν επιδείξει τις περιοχές εκείνες που παρουσιάζουν διαφοροποίηση στη δυσλεξία. Σύγχρονες μη επεμβατικές ηλεκτροφυσιολογικές μέθοδοι, όπως τα προκλητά δυναμικά, έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται για να διερευνήσουν τα αρχικά στάδια της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Οι μελέτες απεικόνισης μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο και να προσφέρουν ουσιαστικές πληροφορίες τόσο για την κατανόηση της νευροβιολογικής βάσης της δυσλεξίας, όσο και να αναδείξουν δείκτες οι οποίοι θα έχουν μεγάλη χρησιμότητα στην διαγνωστική διαδικασία.

Ο εγκέφαλος είναι αυτός που δίνει όλες τις εντολές για ότι κάνουμε, έτσι μπορούμε με τη βοήθεια των νευροαπεικονιστικών μεθόδων να λάβουμε συγκεκριμένα δεδομένα και δείκτες για τον τρόπο ενεργοποίησης ή μη περιοχών του εγκεφάλου στα άτομα με δυσλεξία, δηλαδή την ιδιαιτερότητα με την οποία ο λειτουργεί. Με τις απεικονιστικές μεθόδους μπορεί να γίνει περαιτέρω διερεύνηση, διάγνωση και ενδεχομένως ορθότερη αντιμετώπιση των ελλειμάτων τους καθώς ελέγχονται ευρήματα στον εγκέφαλο που εξηγούν την διαταραχή του κάθε παιδιού ή ενήλικα που δεν υπάρχουν σε κάποιο "φυσιολογικό" θα λέγαμε άτομο. Από τα άρθρα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατηρούμε κάποια κοινά στοιχεία/ελλείματα που παρουσιάζουν οι ενήλικες με δυσλεξία, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες για την διάγνωση της διαταραχής σε ενήλικα άτομα. Συγκεκριμένα ανάλογα τη μέθοδο απεικόνισης λαμβάνουμε τα εξής διαφοροποιητικά στοιχεία: δεδομένα EEG σε ενήλικες με δυσλεξία παρουσιάζουν αυξημένη δραστηριότητα των ρυθμών θ και δ σε δεξιές μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές και μειωμένο θ(ο ρυθμός αυτός σχετίζεται με τη μνήμη εργασίας) σε οπίσθιες περιοχές. Επίσης έχει βρεθεί μειωμένη και πιο διάχυτη ενδοημισφαιρική συνοχή. Τέλος η μειωμένη πρόσληψη του χαμηλού ρυθμού γ αποτελεί ακόμη μία ένδειξη για φωνολογικά ελλείματα. Δεδομένα ERPs παρέχουν επίσης σημαντικές πληροφορίες. Ο μεγάλος χρόνος έκλυσης της κυματομορφής MMN και P300 εμφανίζεται σταθερά σε ενήλικες με δυσλεξία. Διαγνωστικό δείκτη αποτελεί επίσης και η διαταραγμένη ημισφαιρική επικράτηση με υπερδραστηριότητα του δεξιού ημισφαιρίου έναντι του

αριστερού. Τέλος οι κυματομορφές N100, N200 και MMN αντιστοιχούν σε δυσκολίες ακουστικής επεξεργασίας που υπάρχουν στη δυσλεξία. Έρευνες με fMRI έχουν δείξει μειωμένη δραστηριότητα στον αριστερό οπίσθιο βρεγματικό και κροταφικό λοβό καθώς και ενεργοποίηση δεξιού ημισφαιρίου. Ενήλικες με δυσλεξία παρουσιάζουν επίσης μεταβολές σε τρεις περιοχές του εγκεφάλου(κροταφοϊνιακά, βρεγματοκροταφικά, και στην κάτω μετωπιαία έλικα). Σε αναγνωστικά έργα φανερώνεται μειωμένη συνδεσιμότητα μίας κροταφοϊνιακής περιοχής και αριστερών κατώτερων μετωπιαίων και βρεγματικών περιοχών. Τέλος σε έρευνες με PET, τα δεδομένα δείχνουν ανάλογα το έργο αποτυχία ενεργοποίησης της βρεγματοκροταφικής περιοχής (φωνολογική επεξεργασία) και μειωμένη δραστηριότητα αριστερών μετωπιαίων και βρεγματικών περιοχών, όπως και ενεργοποίηση δεξιού μετωπιαίου φλοιού. Τα παραπάνω δεδομένα παρουσιάζουν κοινά στοιχεία των ενηλίκων με δυσλεξία που φαίνονται σε κάθε μέθοδο απεικόνισης. Αυτό μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε τις μεθόδους αυτές στην διαγνωστική διαδικασία με προσοχή πάντα, τις διαφοροποιήσεις που αφορούν συγκεκριμένες εργασίες. Η ακριβής εντόπιση των ελλειμμάτων και των συνεπειών τους θα δώσει πιθανά μεγάλο πλεονέκτημα στην παρέμβαση και αντιμετώπιση των δυσκολιών κάθε ατόμου.

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, Ν. (2004). *Ειδική αγωγή: αναπτυξιακές διαταραχές και χρόνιες μειονεξίες*. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Αθανασιάδη, Ε. (2001). *Η Δυσλεξία και πως αντιμετωπίζεται. Διαφορετικός τρόπος μάθησης, διαφορετικός τρόπος διδασκαλίας*. Αθήνα, Εκδόσεις: Καστανιώτη.
- Βλάχος, Φ. (2007). Η γενετική βάση της δυσλεξίας: Σύγχρονα ευρήματα και μελλοντικές προοπτικές στο Π. Ορφανός (2007) (επιμ.): *Η ειδική αγωγή στην κοινωνία της γνώσης*, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Βλάχος, Φ. (2006). *Ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας στην ανάγνωση και στη δυσλεξία*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Βλάχος, Φ. (2016). *Η συνεισφορά των νευροεπιστημών στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής*. Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης, 2015(1), 5-13.
- Βλάχος, Φ. *Προκλητά δυναμικά στη βρεφική και τη νηπιακή ηλικία: Η συμβολή τους στην ανίχνευση της αναπτυξιακής δυσλεξίας*.
- Γαλάνης, Δ. (2008). *Ανίχνευση ρυθμών εγκεφαλικής δραστηριότητας σε ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα*.
- Γιωτάκος Ι. Π. (2014). *Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη, μια βιβλιογραφική επισκόπηση*.
- Καρακασίδου, Ό. (2011). *Ψυχοκοινωνικά προβλήματα ατόμων με δυσλεξία*. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ.
- Καραπέτσας, Α.Β.(1997). *Η δυσλεξία στο παιδί. διάγνωση και θεραπεία*. Αθήνα, Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα.
- Καραπέτσας, Α. Β., & Ζυγούρης, Ν. Χ. (2011). *Η Χρήση των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών στην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση παιδιών με δυσλεξία*.
- Καρπαθίου, Χ. (1994). *Δυσλεξία*. Αθήνα, Εκδόσεις: Ελλήν.
- Κασσέρης Χ., (2002). *Η Δυσλεξία*. Εκδόσεις: Σαββάλας.

- Κοσμίδου Μαίρη (2008). *Κλινική νευροψυχολογική εκτίμηση*. Αθήνα, Εκδόσεις: Παρισιάνου Α.Ε.
- Κουφάκη, Α. (2014). *Διερεύνηση αναπτυξιακών μηχανισμών λειτουργικής ασυμμετρίας με τη χρήση του λειτουργικού διακρανιακού υπερήχου Doppler σε πληθυσμό με ειδική διαταραχή της ανάγνωσης, δυσλεξία*. Αθήνα: ΕΚΠΑ.
- Κωνσταντίνου Μ., Κοσμίδου Μ. (2011). *Νευροψυχολογία των μαθησιακών διαταραχών*. Αθήνα, Εκδόσεις: Παρισιάνου Α.Ε.
- Λιβανίου, Ε. (2004). *Μαθησιακές Δυσκολίες και Προβλήματα Συμπεριφοράς στην κανονική τάξη*. (Χ.Τ), Δεύτερη έκδοση, Αθήνα, Εκδόσεις: Κέδρος.
- Μαρκοβίτης, Μ., Τζουριάδου, Μ. (1991). *Μαθησιακές Δυσκολίες Θεωρία και Πράξη*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις: Προμηθεύς.
- Μαυρομμάτη, Δ. (1995). *Η κατάρτιση του προγράμματος αντιμετώπισης της Δυσλεξίας*. Αθήνα, Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα.
- Μήτσιου-Δάκτυλα Γ. (2009). *Δυσλεξία, Νευροψυχολογία μαθησιακών διαταραχών - διάγνωση και αντιμετώπιση*, Εκδόσεις: Δαρδανός.
- Παυλίδης, Γ. (2000) «Δυσλεξία - μαθησιακές δυσκολίες: Αίτια - Διάγνωση – Αντιμετώπιση» στο βιβλίο των Βάμβουκα, Μ.Ι., Πεδιαδίτη, Α.Δ. (2000). *Δύσκολες Μορφές Συμπεριφοράς στη Σχολική Τάξη*. Ρέθυμνο, σελ. 53-81.
- Παυλίδου, Μ. (2010). *Τα ψυχο-κοινωνικά προβλήματα των δυσλεξικών ατόμων στην ενήλικη ζωή και η επαγγελματική τους αποκατάσταση*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Πήτα, Ρ. & Κιοσέογλου, Σ. (2004). *Νευροεπιστήμη της γλώσσας*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις: University studio press.
- Πόρποδας, Κ. (1997). *Δυσλεξία. Η ειδική διαταραχή στη μάθηση του γραπτού λόγου (Ψυχολογική Θεώρηση)*. Δεύτερη έκδοση. Αθήνα, Εκδόσεις: Μορφωτική.
- Στασίνο, Δ., (2003). *Δυσλεξία και σχολείο. Η εμπειρία ενός αιώνα*. Αθήνα, Εκδόσεις: Gutenberg.
- Στασίνο, Δ. Π. (1999). *Μαθησιακές δυσκολίες του παιδιού και του εφήβου*. Β έκδοση. Αθήνα, Εκδόσεις: Gutenberg.
- Τσίκουλας, Ι. (2004). *Μαθήματα Αναπτυξιακής Παιδιατρικής*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Υπηρεσίας δημοσιευμάτων της Ιατρικής Σχολής του ΑΠΘ.

- Χρηστάκης, Κ. (2006). *Η εκπαίδευση των παιδιών με δυσκολίες. Εισαγωγή στην ειδική αγωγή*. Τόμος Α΄. Αθήνα, Εκδόσεις: Ατραπός.
- Aminoff M. J., Greenberg D. & Simon R. P. (2007). *Κλινική νευρολογία*. (Μτφρ. Ρίζος Γ. – Τσάλαμας Χ.). Αθήνα, Εκδόσεις: Παρισιάνου Α.Ε.
- FitzGerald Turlough M. J., Gruener G. & Mtui Estomih (2009), *Κλινική νευροανατομία και νευροεπιστήμες*. (Μτφρ. Σκανδαλάκης Π., Νάτσης Κ., O'Johnson E., Μανώλης Ε.) Αθήνα : Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
- Kolb Bryan & Whishaw Q. Ian (2009). *Εγκέφαλος και συμπεριφορά (1)*. (Μτφρ. Καστελλάκης Α., Παναγής Γ.) Αθήνα : Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
- McKay Moore Sohlberg & Catherine A. Mateer (2004). *Γνωστική αποκατάσταση*. (Μτφρ. Γιαζκουλίδου Α.). Αθήνα, Εκδόσεις: Παπαζήση.
- Schindelmeiser J. (2013). *Νευρολογία για λογοθεραπευτές*. (Μτφρ. Πατσικαθεοδώρου Γ.). Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις: Ρόδων.
- Waxman G. Stephen (2015), *Κλινική νευροανατομία*. (Μτφρ. Νάτσης Κ.). Αθήνα : Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.

Ξένη βιβλιογραφία

- Ahmad, Z., Balsamo, L. M., Sachs, B. C., Xu, B., & Gaillard, W. D. (2003). Auditory comprehension of language in young children Neural networks identified with fMRI. *Neurology*, 60(10), 1598-1605.
- Barinaga, M. (1997). Neuroscience: What Makes Brain Neurons Run?. *Science*, 276(5310), 196-198.
- Bhatnagar, S. C. (2012). *Neuroscience for the study of communicative disorders*. Lippincott Williams & Wilkins
- Coombes, S. A., Janelle, C. M., Duley, A. R., & Conway, T. (2005). Adults with dyslexia: theta power changes during performance of a sequential motor task. *International journal of psychophysiology*, 56(1), 1-14.
- Cutini, S., Szűcs, D., Mead, N., Huss, M., & Goswami, U. (2016). Atypical right hemisphere response to slow temporal modulations in children with developmental dyslexia. *NeuroImage*, 143, 40-49.
- Dhar, M., Been, P. H., Minderaa, R. B., & Althaus, M. (2010). Reduced interhemispheric coherence in dyslexic adults. *Cortex*, 46(6), 794-798.
- Finn, E. S., Shen, X., Holahan, J. M., Scheinost, D., Lacadie, C., Papademetris, X., & Constable, R. T. (2014). Disruption of functional networks in dyslexia: a whole-brain, data-driven analysis of connectivity. *Biological psychiatry*, 76(5), 397-404.
- Gilroy, D., & Miles, T. (1996). *Dyslexia at college*. NY: Routledge.
- Grünling, C., Ligges, M., Huonker, R., Klingert, M., Mentzel, H. J., Rzanny, R., ... & Blanz, B. (2004). Dyslexia: The possible benefit of multimodal integration of fMRI-and EEG-data. *Journal of Neural Transmission*, 111(7), 951-969.
- Gross-glenn, K., Duara, R., Barker, W. W., Loewenstein, D., Chang, J. Y., Yoshii, F., & Jallad, B. J. (1991). Positron emission tomographic studies during serial word-reading by normal and dyslexic adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 13(4), 531-544.
- Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández, T., ... & Bernal, J. (1995). Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 95(6), 426-433.

- Hämäläinen, J. A., Rupp, A., Soltész, F., Szücs, D., & Goswami, U. (2012). Reduced phase locking to slow amplitude modulation in adults with dyslexia: an MEG study. *Neuroimage*, 59(3), 2952-2961.
- Lehongre, K., Ramus, F., Villiermet, N., Schwartz, D., & Giraud, A. L. (2011). Altered low-gamma sampling in auditory cortex accounts for the three main facets of dyslexia. *Neuron*, 72(6), 1080-1090.
- Leppänen, P. H., Richardson, U., Pihko, E., Eklund, K. M., Guttorm, T. K., Aro, M., & Lyytinen, H. (2002). Brain responses to changes in speech sound durations differ between infants with and without familial risk for dyslexia. *Developmental neuropsychology*, 22(1), 407-422.
- Lyytinen, H., Guttorm, T. K., Huttunen, T., Hämäläinen, J., Leppänen, P. H., & Vesterinen, M. (2005). Psychophysiology of developmental dyslexia: A review of findings including studies of children at risk for dyslexia. *Journal of Neurolinguistics*, 18(2), 167-195.
- Lyytinen, H., Aro, M., Eklund, K., Erskine, J., Guttorm, T., Laakso, M. L., ... & Torppa, M. (2004). The development of children at familial risk for dyslexia: birth to early school age. *Annals of dyslexia*, 54(2), 184-220.
- McCrory, E., Frith, U., Brunswick, N., & Price, C. (2000). Abnormal functional activation during a simple word repetition task: A PET study of adult dyslexics. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(5), 753-762.
- Molfese, D. L. (2000). Predicting dyslexia at 8 years of age using neonatal brain responses. *Brain and language*, 72(3), 238-245.
- Pavlidis, G. Th. (1990). Conceptualization, symptomatology and diagnostic criteria for dyslexia. In G. Th. Pavlidis (Ed.) *Perspectives on Dyslexia Vol.2* (ch. 1, p.3-16), 1990, John Wiley & Sons Ltd.
- Penolazzi, B., Spironelli, C., & Angrilli, A. (2008). Delta EEG activity as a marker of dysfunctional linguistic processing in developmental dyslexia. *Psychophysiology*, 45(6), 1025-1033.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S. C., Day, B. L., Castellote, J. M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126(4), 841-865.
- Regtvoort, A. G., van Leeuwen, T. H., Stoel, R. D., & van der Leij, A. (2006). Efficiency of visual information processing in children at-risk for dyslexia: habituation of single-trial ERPs. *Brain and language*, 98(3), 319-331.

- Richlan, F., Kronbichler, M., & Wimmer, H. (2011). Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults. *Neuroimage*, 56(3), 1735-1742.
- Rumsey, J. M., Coppola, R., Denckla, M. B., Hamburger, S. D., & Kruesi, M. J. (1989). EEG spectra in severely dyslexic men: rest and word and design recognition. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 73(1), 30-40.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (2001). Speech perception deficit in dyslexic adults as measured by mismatch negativity (MMN). *International Journal of Psychophysiology*, 40(1), 77-87.
- Shucard, D. W., Cummins, K. R., & McGee, M. G. (1984). Event-related brain potentials differentiate normal and disabled readers. *Brain and language*, 21(2), 318-334.
- Snowling M. (1996). Dyslexia: a hundred years on. A verbal not a visual disorder which responds to early intervention. *British Medical Journal*. 313(1).
- Spironelli, C., Penolazzi, B., & Angrilli, A. (2008). Dysfunctional hemispheric asymmetry of theta and beta EEG activity during linguistic tasks in developmental dyslexia. *Biological psychology*, 77(2), 123-131.
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20(4), 147-152.
- Stoner, J., Farrell, M., Guyer, B. (1996). *College : how students with dyslexia can maximize he experience*. Baltimore, Md: The Orton Dyslexia Society.
- Sun, Y. F., Lee, J. S., & Kirby, R. (2010). Brain imaging findings in dyslexia. *Pediatrics & Neonatology*, 51(2), 89-96.
- Szaflarski, J. P., Schmithorst, V. J., Altaye, M., Byars, A. W., Ret, J., Plante, E., & Holland, S. K. (2006). A longitudinal functional magnetic resonance imaging study of language development in children 5 to 11 years old. *Annals of neurology*, 59(5), 796-807.
- Tallal, P., Merzenich, M. M., Miller, S., & Jenkins, W. (1998). Language learning impairments: integrating basic science, technology, and remediation. *Experimental Brain Research*, 123(1-2), 210-219.
- Taylor, B. (2003). Coping life with a learning disability. *Independent School*, 63(4).

- Undheim, A. (2003). Dyslexia and psychosocial factors. A follow-up study of young Norwegian adults with a history of dyslexia in childhood. *Nordic Journal of Psychiatry*, 57(3).
- Van der Mark, S., Klaver, P., Bucher, K., Maurer, U., Schulz, E., Brem, S., ... & Brandeis, D. (2011). The left occipitotemporal system in reading: disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia. *Neuroimage*, 54(3), 2426-2436.
- Waldie, K. E., Wilson, A. J., Roberts, R. P., & Moreau, D. (2017). Reading network in dyslexia: Similar, yet different. *Brain and Language*, 174, 29-41.

Διαδικτυακές πηγές

- Ελληνική Εταιρεία δυσλεξίας. Ανάκτηση κειμένου 27 Νοεμβρίου, 2017, από <https://www.dyslexia.gr/index.php/yliko/tritovathmia-ekpaideysi>
- Θωμαΐδου, Λ. Δυσλεξία : Μύθος και πραγματικότητα. Ανάκτηση κειμένου 27 Νοεμβρίου, 2017, από <http://mdedidaktiki.biol.uoa.gr/mde5/Logothetis/ekpaideytika/paidagogika/disleksia.htm>
- Παγώνη, Η. Μαθησιακές δυσκολίες: Δυσλεξία. Ανάκτηση κειμένου 27 Νοεμβρίου, 2017, από <https://ilektra.weebly.com/deltaupsilonsigmalambdaepsilonxi943alpha.html>
- Περιοχή Broca. (2017, 27 Νοεμβρίου). In Wikipedia. Ανάκτηση κειμένου 27 Νοεμβρίου, 2017, από https://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Broca%2527s_area&prev=search
- Η περιοχή Wernicke. (2017, 27 Νοεμβρίου). In Wikipedia. Ανάκτηση κειμένου 27 Νοεμβρίου, 2017, από https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BF%CF%87%CE%AE_%CE%92%CE%AD%CF%81%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B5