



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία

Θέμα:

«Η κλινική νευροαπεικόνιση στην οπτική και ακουστική
επεξεργασία των ατόμων με δυσλεξία»

Κώτσια Βασιλική Α.Μ. 16613

Επιβλέπων καθηγητής: Χριστοδουλίδης Παύλος

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2019



Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή εργασία

Θέμα:

«Η κλινική νευροαπεικόνιση στην οπτική και ακουστική
επεξεργασία των ατόμων με δυσλεξία»

Κώτσια Βασιλική Α.Μ. 16613

Επιβλέπων καθηγητής: Χριστοδουλίδης Παύλος

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2019

“Clinical neuro-imaging of visual and auditory processing
for people with dyslexia”

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, 2019

1. Επιβλέπων καθηγητής

Πάυλος Χριστοδουλίδης,

Καθηγητής Ψυχολογίας, Πανεπιστημιακός υπότροφος

2. Μέλος επιτροπής

3. Μέλος επιτροπής

Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος

Ναυσικά Ζιάβρα,

Δρ. Χειρουργός-ΩΡΛ, Καθηγήτρια

Υπογραφή

© Κώτσια Βασιλική, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Κώτσια Βασιλική

Υπογραφή

Περίληψη

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται αναφορά στην κλινική νευροαπεικόνιση στην οπτική και ακουστική επεξεργασία στα άτομα με δυσλεξία. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο, αναφέρετε τι είναι δυσλεξία, ποια είναι τα αίτια, τα συμπτώματα, ποια η συχνότητα που εμφανίζεται και φυσικά πως γίνεται η διάγνωση και τρόπους αντιμετώπισης της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρετε ποια είναι η χρήση των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, σε τι μας βοηθούν και αναλύουμε και κάποιες από αυτές, που είναι πιο χρήσιμες για την απεικόνιση της ακουστικής και οπτικής επεξεργασίας.

Τέλος, στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο, αναφέρουμε έρευνες και μελέτες που έχουν γίνει, με τις μεθόδους που αναλύσαμε νωρίτερα, τις οποίες θα συγκρίνουμε και θα αναλύσουμε, για την σχέση της ακουστικής και οπτικής επεξεργασίας στα άτομα με δυσλεξία.

Λέξεις κλειδιά: δυσλεξία, μαθησιακές δυσκολίες, νευροαπεικονιστικές μέθοδοι, fMRI, ακουστική επεξεργασία, οπτική επεξεργασία

Abstract

In this study, we refer the clinical neuro – imaging of visual and auditory processing of people with dyslexia. Specifically, in the first chapter, we refer on what is dyslexia, what are the causes of it, what are the symptoms, the frequency of dyslexia, and of course, how we make a diagnosis and how we can deal with dyslexia.

In the second chapter, we refer on the use of functional imaging of the brain and in what way they can help us. Also, we analyze the ones we consider more useful for the neuro – imaging of auditory and visual processing.

Lastly, in the third chapter, we refer on researches that use neuro – imaging methods and we analyze the results and connection of visual and auditory processing of people with dyslexia.

Keywords: dyslexia, learning difficulties, neuro – imaging methods, fMRI, auditory processing, visual processing

Περιεχόμενα

Περίληψη	7
Abstract	8
Εισαγωγή.....	12
1. Κεφάλαιο 1 : Δυσλεξία	13
1.1 Ορισμός μαθησιακών δυσκολιών.....	13
1.1.2 Διάκριση μαθησιακών δυσκολιών και προβλημάτων μάθησης.....	14
1.2 Ορισμός δυσλεξίας.....	16
1.2 Συχνότητα εμφάνισης.....	18
1.3 Συμπτώματα / Χαρακτηριστικά δυσλεξίας	19
1.6 Μορφές και τύποι δυσλεξίας.....	21
1.7 Αιτιολογία	24
1.7.1 Νευρολογικές υπολειτουργίες.....	25
1.7.2 Ελλιπής ημισφαιρική κυριαρχία.....	25
1.7.3 Παράγοντες γενετικών ανωμαλιών	26
1.7.4. Λειτουργικές ανωμαλίες στην αντιληπτική και γνωστική επεξεργασία	26
1.8 Διάγνωση και αξιολόγηση	28
2. Κεφάλαιο 2: Νευροαπεικονιστικές μέθοδοι	30
2.1 Μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου	30
2.2 Απεικονίσεις του εγκεφάλου στις διαταραχές της μάθησης	31
2.2.1. Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.....	31
2.2.2 Μελέτες με ηλεκτροεγκεφαλογράφημα	34
2.2.3 Προκλητά δυναμικά	37
2.2.4 Μελέτες με προκλητά δυναμικά	39
2.3 Απεικονίσεις εγκεφάλου	43
2.3.1 Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET)	43
2.3.2 Απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI).....	45
2.3.3 Λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI).....	47
3. Κεφάλαιο 3: Οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι στην οπτική και ακουστική επεξεργασία ...	48
3.1 Φωνολογική ενημερότητα και ικανότητα ανάγνωσης	48
3.2 Εγκεφαλικοί μηχανισμοί που υποστηρίζουν τη λειτουργία της ανάγνωσης.....	50
3.3 Αντιληπτικά και γνωστικά ελλείμματα παιδιών με δυσκολίες στην ανάγνωση.....	51
3.4 Σύνδεση των κινητικών ικανοτήτων και της ανάγνωσης.....	53
3.5 Οπτική επεξεργασία	54

3.5.1 Οπτική επεξεργασία και ανάγνωση.....	54
3.6.2 Μεγαλοκυτταρική οδός και ανάγνωση	55
3.6 Γενικά ελλείμματα ακουστικής επεξεργασίας	57
3.6.1 Διάρκεια ερεθίσματος	58
3.6.2 Διάκριση συχνότητας.....	59
3.6.3 Χειρισμός των τονικών μοτίβων	62
3.6.4 Διαμόρφωση συχνότητας.....	63
3.6.5 Ανίχνευση κενών.....	64
Επίλογος	66
Βιβλιογραφία	67

Πίνακας εικόνων

<i>Εικόνα 1. Δείγμα γραφής παιδιού με δυσλεξία</i>	21
<i>Εικόνα 2. Χαρακτηριστικές καταγραφές ΗΕΓ</i>	32
<i>Εικόνα 3. Καταγραφή ΗΕΓ με πολύγραφο</i>	34
<i>Εικόνα 4. Γνωστικά προκλητά δυναμικά.....</i>	38
<i>Εικόνα 5. Μαγνητική τομογραφία</i>	46

Εισαγωγή

Η δυσλεξία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία, η οποία οφείλεται σε νευρολογικούς παράγοντες και εμφανίζονται προβλήματα κυρίως στην ανάγνωση, ορθογραφία και στον γραπτό λόγο. Εμφανίζεται σε ποσοστό 10 με 15% στα παιδιά της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και είναι συχνότερη στα αγόρια από τα κορίτσια. Τα συμπτώματα είναι διαφορετικά από άτομο σε άτομο, ωστόσο, οι περισσότεροι εμφανίζουν μερικά από τα παρακάτω: δυσκολίες στην ανάγνωση, γραφή και ορθογραφία, φτωχή μακροπρόθεσμη μνήμη, περιορισμένη λεκτική ευχέρεια και φωνητικές δεξιότητες.

Η μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών και συγκεκριμένα της δυσλεξία, έχει απασχολήσει αρκετά τους ερευνητές. Από τις πρώτες κιόλας μελέτες, παρατηρούσαν και σύγκριναν τις συμπεριφορές των ατόμων με δυσλεξία και χωρίς, και προσπαθούσαν ακόμα να καταλάβουν την διαταραχή αυτή. Με την πάροδο του χρόνου και την τεράστια ανάπτυξη της τεχνολογία, πλέον οι έρευνες γίνονται με τη χρήση των νευροαπεικονιστικών μεθόδων, οι οποίες μας βοηθούν στην απεικόνιση του εγκεφάλου, και μέσω αυτών μπορούμε να κατανοήσουμε τις λειτουργίες συγκεκριμένων περιοχών του εγκεφάλου, να καταλάβουμε τις διαφορές ενός εγκεφάλου με δυσλεξία ή χωρίς, καθώς και να μελετήσουμε με μεγαλύτερη ευκολία τα αίτια και οι τρόποι αντιμετώπισης της δυσλεξίας.

Επιπλέον, αρκετές έρευνες με τη χρήση νευροαπεικονιστικών μεθόδων σε άτομα με δυσλεξία, έχουν εστιάσει στην οπτική και ακουστική επεξεργασία τους. Με το πέρασμα των χρόνων, αρκετοί έχουν συνδέσει τη δυσλεξία με αισθητηριακά ελλείμματα, της όρασης και της ακοής, που θα μπορούσε να δικαιολογήσει κάποια από τα συμπτώματα που έχουν τα άτομα αυτά, βέβαια, οι απόψεις δίστανται και τα αποτελέσματα που έχουμε από τις έρευνες αυτές μας δείχνουν και πάλι την πολυπλοκότητα μιας διαταραχής όπως η δυσλεξία.

1. Κεφάλαιο 1^ο : Δυσλεξία

1.1 Ορισμός μαθησιακών δυσκολιών

Τα τελευταία χρόνια οι μαθησιακές δυσκολίες αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών, και στην Ελλάδα το 50% των μαθητών που φοιτούν σε Σχολικές Μονάδες Ειδικής Αγωγής έχουν διάγνωση μαθησιακών δυσκολιών (ΥΠΕΠΘ, 2004). Αξίζει να αναφέρουμε ότι οι δυσκολίες της μάθησης εμφανίζονται συχνότερα στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια, γεγονός που οφείλεται κυρίως σε βιολογικούς παράγοντες (Μήτσιου- Δάχτυλα, 2008). Αν και επικρατεί μια σύγχυση στην ύπαρξη ενός κοινού αποδεκτού ορισμού για τις μαθησιακές δυσκολίες, ο πλέον κατάλληλος ορισμός είναι αυτός που δόθηκε από τον Kirk το 1962, ο οποίος είναι ο εξής: *«Με τον όρο μαθησιακές δυσκολίες περιγράφουμε μια ομάδα παιδιών που έχουν διαταραχές στη γλώσσα, στο λόγο, στην ανάγνωση και στις δεξιότητες τις σχετικές με την κοινωνική αλληλεπίδραση. Σε αυτή την ομάδα δεν περιλαμβάνονται παιδιά που έχουν αισθητηριακές μειονεξίες όπως η τύφλωση ή η κώφωση [...]. Επίσης από την ομάδα αυτή εξαιρούνται και τα παιδιά που έχουν γενικευμένη νοητική καθυστέρηση».*

Από τον ορισμό του Kirk μέχρι σήμερα οι αναζητήσεις των επιστημών έχουν οδηγήσει σε έναν μεγάλο αριθμό ορισμών, οι οποίοι ωστόσο, υπόκεινται σε συνεχή κριτική ανάλυση και προσαρμογή. Ένας από αυτούς τους ορισμούς, ο οποίος επισημαίνει κυρίως την ετερογένεια και την επιμονή των δυσκολιών είναι ο ορισμός της National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD, 1988): *«Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών, οι οποίες εκδηλώνονται με σημαντικές δυσκολίες στην πρόσκτηση και στη χρήση ικανοτήτων ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης, γραφής, συλλογισμού ή ικανότητα μαθηματικής. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς στο άτομο, αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και μπορεί να υπάρχουν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Προβλήματα σε συμπεριφορές αυτοελέγχου, κοινωνικής αντίληψης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης μπορεί να συνυπάρχουν με τις μαθησιακές δυσκολίες, αλλά δεν συνιστούν από μόνες τους τέτοιες. Αν και οι μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να εμφανίζονται μαζί με άλλες καταστάσεις μειονεξίας (π.χ. αισθητηριακή βλάβη, νοητική καθυστέρηση, συναισθηματική διαταραχή) ή με εξωτερικές επιδράσεις, όπως*

οι πολιτισμικές διαφορές ή η ανεπαρκής/ακατάλληλη διδασκαλία, δεν είναι το άμεσο αποτέλεσμα αυτών των καταστάσεων ή επιδράσεων» (Hammill, 1990).

Τα αίτια των μαθησιακών δυσκολιών μπορεί να προέρχονται από γενετικές αλλοιώσεις, βιοχημικές ανωμαλίες, από προγεννητικές καταστάσεις, όπως μπορεί να είναι κάποιες μολυσματικές ασθένειες ή ιογενείς λοιμώξεις της εγκύου, ακτινοβολία X, διαβήτη, νεφρική ανεπάρκεια και άλλα. Επίσης από περιγεννητικούς παράγοντες, όπως είναι η ενδοκρανιακή αιμορραγία, εγκεφαλική κάκωση και ο ίκτερος, και από μεταγεννητικούς παράγοντες όπως μικροτραυματισμούς του εμβρύου, διάφορους όγκους και φλεγμονές στον εγκέφαλο, μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα και άλλες καταστάσεις. Μπορεί να οφείλεται και σε κάποια φυσικά αίτια, όπως είναι η εξελικτική ανωριμότητα και οι φυσικές μειονεξίες αλλά και σε συναισθηματικά αίτια, όπως είναι η ιδιοσυγκρασία, το άγχος και η κατάθλιψη και άρνηση του μαθητή.

Οι μαθησιακές δυσκολίες αποτελούν μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών. Συγκεκριμένα με τον όρο μαθησιακές δυσκολίες εννοούμε μια ομάδα διαταραχών που αφορούν στη γλώσσα, στην αντίληψη, στην ομιλία, στη γραφή, στην αριθμητική, στη μάθηση και στη μνήμη, στην κίνηση, στην προσοχή, στη σκέψη, στο συλλογισμό και στους μηχανισμούς επίλυσης που οφείλονται σε διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος. Εμφανίζονται σε παιδιά οποιασδήποτε ηλικίας και ευφυΐας (Μήτσιου- Δάχτυλα, 2008). Έτσι, οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να έχουν μερικά ή όλα τα χαρακτηριστικά της διαταραχής. Για αυτό θα πρέπει να γίνει σωστή κατανόηση των χαρακτηριστικών και των αναγκών του κάθε παιδιού ώστε να σχεδιαστεί η κατάλληλη παρέμβαση.

Τέλος, η κατηγοριοποίηση των μαθησιακών δυσκολιών είναι η ακόλουθη: δυσλεξία, δυσγραφία, δυσορθογραφία, δυσμνησίες γραπτού και προφορικού λόγου, αργή νευροωρίμανση, δυσχέρεια διατύπωσης, σύνδρομο αργού αναγνώστη, διάσπαση προσοχής, διαταραχή λόγου, γενικευμένες μαθησιακές δυσκολίες, υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ), συμπεριφορικές διαταραχές και ψευδοδιαταραχές (Μήτσιου- Δάχτυλα, 2008).

1.1.2 Διάκριση μαθησιακών δυσκολιών και προβλημάτων μάθησης

Η διαίρεση των μαθησιακών διαταραχών σε μαθησιακές δυσκολίες και προβλήματα μάθησης θεωρείται αναγκαία, εξαιτίας της τεράστιας σύγχυσης που επικρατεί με τη χρήση

του όρου «μαθησιακές δυσκολίες» για να περιγραφεί το εύρος των προβλημάτων που απαντώνται στο εκπαιδευτικό σύστημα.

Η χρήση του όρου «μαθησιακές δυσκολίες» για την περιγραφή τόσο προβλημάτων συναφών με την ανάγνωση, όπως η δυσλεξία όσο και προβλημάτων που σχετίζονται με τη δυσλειτουργία της προσοχής, την αδυναμία εστίασης και ελέγχου της συμπεριφοράς καθώς και τις φτωχές επιτελικές λειτουργίες, όπως είναι η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής (ΔΕΠΥ) – μιας διαταραχής με νευροψυχολογικά αλλά και κοινωνικά χαρακτηριστικά - δημιουργεί πολλά προβλήματα στη διαφοροδιάγνωση και ταξινόμηση των μαθησιακών δυσκολιών και κατ' επέκταση, πολλές ασυμφωνίες μεταξύ των εκπαιδευτικών και των ψυχολόγων που χρησιμοποιούν τον όρο για την περιγραφή των ανώτερων περιπτώσεων.

Παρατηρείται, ειδικότερα, να επικρατεί μια ασυμφωνία στον τρόπο με τον οποίο οι διάφοροι ερευνητές προσεγγίζουν, ερμηνεύουν και ορίζουν τα προβλήματα μάθησης και συμπεριφοράς ή μαθησιακών δυσκολιών. Επίσης, πολλοί γονείς θεωρούν τα προβλήματα μάθησης και συμπεριφοράς ως ένα είδος ιατρικού προβλήματος, δηλαδή ως ένα είδος ασθένειας (Dansco, 1997). Επιπλέον, παρατηρείται και η διάθεση γενίκευσης του φαινομένου και χρήσης του συγκεκριμένου όρου από εκπαιδευτικούς ή ψυχολόγους όταν αντιλαμβάνονται ότι κάποιος από τους μαθητές τους παρουσιάζει ένα κοινό χαρακτηριστικό με τις σοβαρές περιπτώσεις των παιδιών με προβλήματα προσοχής ή/και υπερκινητικότητας ή ακόμα και δυσλεξίας. Επίσης, παρατηρείται δυσκολία στο να κατανοηθεί πως γίνεται γενετικοί λόγοι, το κεντρικό νευρικό σύστημα και ο εγκέφαλος να συμμετέχουν στην ύπαρξη ή ανάπτυξη των προβλημάτων αυτών.

Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι λειτουργικότερο να ταξινομούνται είτε σε σχέση με το είδος της επεξεργασίας των πληροφοριών που επηρεάζεται είτε τις ειδικές δυσκολίες που προκαλούνται από αδυναμίες κατά την επεξεργασία πληροφοριών. Η ταξινόμηση αυτή είναι δυνατή μέσω της αξιοποίησης μοντέλων επεξεργασίας πληροφοριών, τα οποία καθορίζουν τέσσερα στάδια επεξεργασίας και ενσωμάτωσης πληροφοριών κατά τη μάθηση: την εισαγωγή, τη σημασιολογική επεξεργασία και ενσωμάτωση πληροφοριών, τη μνημονική ή λειτουργική επεξεργασία και την ανταπόκριση στο ερέθισμα (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011).

1.2 Ορισμός δυσλεξίας

Ο όρος «δυσλεξία» χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις μαθησιακές δυσκολίες της ανάγνωσης και ορθογραφημένης γραφής, οι οποίες δεν συνδέονται με άλλες οργανικές ή διανοητικές διαταραχές αλλά είναι ειδικές και προκαθορίζονται οργανικά (Πόρποδας, 1997) Ωστόσο, ο καθορισμός ενός ενιαίου και γενικά αποδεκτού ορισμού της δυσλεξίας αποτελεί μια δύσκολη υπόθεση. Η κυριότερη δυσκολία τίθεται στο ότι ο ορισμός της θεωρείται συγχρόνως παρόμοιος αλλά και διαφορετικός από άλλους όρους που αφορούν προβλήματα στη γραφή και στην ανάγνωση, όπως είναι: ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και οι αναγνωστικές δυσκολίες με αποτέλεσμα να δυσκολεύει τη διάγνωση της δυσλεξίας.

Η δυσλεξία έχει αναγνωριστεί ως μαθησιακό πρόβλημα του γραπτού λόγου από ειδικούς της ιατρικής επιστήμης από τις τελευταίες δεκαετίες του 19^{ου} αιώνα. Πολύ γρήγορα όμως, κατάλαβαν ότι η δυσλεξία δεν ανήκει μόνο στον τομέα της ιατρικής αλλά ως μαθησιακό πρόβλημα συνδέεται και με την εκπαίδευση καθώς και την ψυχολογία. Στο πέρασμα όλων αυτών των χρόνων, έχουν δοθεί αρκετοί όροι ώστε να καταφέρουν να ονομάσουν αυτή την αναγνωστική δυσκολία. Μερικοί από τους όρους αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν είναι «σύμφυτη αμβλυωπία συμβόλων», «σύμφυτη αλεξία», «σύμφυτη λεξική τύφλωση», «ειδική αναγνωστική επιβράδυνση» και «ειδική εξελικτική δυσλεξία». Ο λόγος ύπαρξης όλων αυτών των ορισμών προκύπτει εξαιτίας της διαφωνίας των εκπροσώπων της επιστήμης της ιατρικής, των παιδαγωγικών και της ψυχολογίας στο να συντονιστούν και να δημιουργήσουν έναν κοινό όρο.

Το 1962, ο Eisenberg διατύπωσε έναν ορισμό της δυσλεξίας που αναφέρει ότι η δυσλεξία είναι η διαταραχή που παρουσιάζεται σε παιδιά, τα οποία παρά τη φοίτηση τους σε συνηθισμένες σχολικές τάξεις αποτυγχάνουν να αποκτήσουν τις γλωσσικές δεξιότητες που σχετίζονται με την ανάγνωση, τη γραφή και την ορθογραφία, σε βαθμό ανάλογο με τις διανοητικές τους ικανότητες. Ωστόσο, το να υπάρχει ένας συγκεκριμένος ορισμός της δυσλεξίας είναι αρκετά σημαντικό τόσο για την διάγνωση όσο και την θεραπεία. Επειδή μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ένας σταθερός ορισμός που να καλύπτει όλες τις παραμέτρους, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετεί έχει δημιουργηθεί και ο κατάλληλος ορισμός. Για παράδειγμα, ένας ορισμός που εξυπηρετεί επιστημονικούς σκοπούς θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από αυστηρά επιστημονικά κριτήρια.

Μερικοί από τους ορισμούς που έχουν διατυπωθεί για την δυσλεξία είναι:

« Η δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία νευρολογικής βάσης. Χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην ακριβή ή/και ευχερή αναγνώριση λέξεων και από φτωχές δεξιότητες ορθογραφίας και αποκωδικοποίησης. Οι δυσκολίες αυτές είναι συνήθως αποτέλεσμα ενός ελλείμματος στο φωνολογικό μέρος της γλώσσας, το οποίο είναι συνήθως αναπάντεχο δεδομένης της ικανοποιητικής ανάπτυξης των άλλων γνωστικών ικανοτήτων και της παροχής αποτελεσματικής διδασκαλίας στην τάξη. Οι δευτερεύουσες συνέπειες μπορεί να περιλαμβάνουν προβλήματα στην αναγνωστική κατανόηση και μειωμένη αναγνωστική εμπειρία, που μπορεί να εμποδίζει την ανάπτυξη του λεξιλογίου και τη γνώση υπόβαθρου» (Lyon et al., 2003).

Ο ορισμός από την Βρετανική Ένωση για την δυσλεξία (1997) είναι ο εξής: *«Η δυσλεξία είναι μια πολύπλοκη νευρολογική κατάσταση που είναι ιδιοσυστατική στην προέλευσή της. Τα συμπτώματα μπορεί να επηρεάσουν πολλές περιοχές της μάθησης και της λειτουργίας, και μπορεί να περιγραφεί ως μία συγκεκριμένη δυσκολία στην ανάγνωση, στην ορθογραφία και στον γραπτό λόγο. Μία ή περισσότερες από αυτές τις περιοχές μπορεί να επηρεαστούν. Η αριθμητική ικανότητα, η δεξιότητα χειρισμού συμβόλων (μουσική), η κινητική λειτουργία και οι οργανωτικές δεξιότητες μπορεί επίσης να εμπλέκονται. Εντούτοις, συνδέεται κυρίως με το χειρισμό του γραπτού λόγου, παρόλο που και ο προφορικός λόγος μπορεί να επηρεάζεται σε κάποιο βαθμό».*

Όπως αναφερθήκαμε παραπάνω, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται ο ορισμός, διατυπώνεται και με διαφορετικά κριτήρια. Το κέντρο του Moray House για τον σκοπό της κατάρτισης των εκπαιδευτικών διατύπωσε τον εξής ορισμό: *«Οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες / Δυσλεξία μπορούν να οριστούν ως μορφές δυσκολιών που σχετίζονται με την επεξεργασία των πληροφοριών και εκτείνονται από πολύ ήπιες μέχρι εξαιρετικά σοβαρές μορφές που καταλήγουν σε περιορισμό της ανάπτυξης των ικανοτήτων γραφής και ανάγνωσης και αποκλίσεις στις επιδόσεις μέσα στα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος» (Reid, 1996).*

Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε έναν ακόμα παράγοντα ο οποίος δυσκολεύει την δημιουργία ενός ορισμού της δυσλεξίας. Η δυσλεξία αποτελεί μια «πολυπρόσωπη» διαταραχή, δηλαδή οι δυσκολίες της διαφέρουν από άτομο σε άτομο και ο βαθμός των δυσκολιών ποικίλλει στον καθένα. Επομένως, κανένας ορισμός δεν μπορεί να καλύψει την κάθε ατομική περίπτωση, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει ακόμα σαφήνεια και μια κοινή απόφαση σχετικά με την αιτιολογία του.

1.2 Συχνότητα εμφάνισης

Το ποσοστό εμφάνισης της δυσλεξίας είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ως σύνολο καθώς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Μερικοί από αυτούς τους παράγοντες δυσκολίας είναι οι δομικές ιδιομορφίες της κάθε χώρας, το γλωσσικό περιβάλλον και οι αυξομειώσεις του προβλήματος της δυσλεξίας στην κάθε χώρα. Ένα άλλο εμπόδιο που εμφανίζεται στον ακριβή υπολογισμό του ποσοστού αυτού, είναι το πρόβλημα που υπάρχει με την έλλειψη ενός κοινού ορισμού της δυσλεξίας, πράγμα το οποίο δημιουργεί δυσκολία στο να δοθεί η σωστή διάγνωση.

Στα διεθνή δεδομένα εκτιμάται ότι τουλάχιστον 10% του σχολικού πληθυσμού εμφανίζει προβλήματα στην ανάγνωση, στη γραφή και στην ορθογραφία, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά τα παιδιά είναι δυσλεξικά (Critchley, 1981). Η Βρετανική Ένωση Δυσλεξίας (British Dyslexia Association) αναφέρει ότι ένα ποσοστό 10% εμφανίζει μια «ήπια μορφή δυσλεξίας», ενώ ένα 4% πάσχει από μια πιο σοβαρή μορφή της (Crisfield, 1996). Στη Νέα Ζηλανδία, το Ίδρυμα για τη Δυσλεξία της Νέας Ζηλανδίας (Dyslexia Foundation of New Zealand, 2008) υποστηρίζει ότι το 10% των παιδιών έχει δυσλεξία. Όσον αφορά τα ελληνικά δεδομένα, δεν υπάρχει κάποιο επίσημο ποσοστό, αν και συχνά αναφέρεται ένα ποσοστό 5% παιδιών που εμφανίζουν κάποια μορφής δυσλεξία.

Δυσκολία υπάρχει επίσης και στην συχνότητα που εμφανίζεται η δυσλεξία στα δύο φύλα, εξαιτίας των διαφορετικών ορισμών και μετρήσεων που υπάρχουν. Ωστόσο στις περισσότερες έρευνες που υπάρχουν καταδεικνύουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης δυσλεξίας στα αγόρια παρά στα κορίτσια. Η διαχρονική μελέτη που έγινε από την Shaywitz (1990) υπέδειξε ότι τρεις ή τέσσερις φορές περισσότερα αγόρια από ό,τι κορίτσια αντιμετωπίζουν μαθησιακές δυσκολίες. Επίσης, στις επιδημιολογικές μελέτες των Rutter et. al. βρέθηκε ότι αναλογία αγοριών και κοριτσιών ως προς την 'ειδική αναγνωστική επιβράδυνση' ήταν 3,3:1.

Η δυσαναλογία αυτή που παρατηρείται ανάμεσα στα δύο φύλα, ίσως οφείλεται, σύμφωνα με τους Geschwind & Behan (1982), ότι τα αγόρια είναι πιο ευαίσθητα σε σχέση με τα κορίτσια στο μηχανισμό της αυξημένης τεστοστερόνης που κατά την εμβρυογένεση

τροποποιεί την ομαλή ανάπτυξη του αριστερού ημισφαιρίου. Η τροποποίηση αυτή έχει ως συνέπεια την αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης μαθησιακών δυσκολιών. Μία άλλη εξήγηση θα μπορούσε να οφείλεται σε κοινωνικούς παράγοντες, δηλαδή κάποιες στάσεις που υπάρχουν απέναντι στα δύο φύλα, όπως ότι ακόμα και στη σημερινή εποχή, οι γονείς είναι περισσότερο πρόθυμοι να αναζητήσουν βοήθεια από τους ειδικούς για το αγόρι και όχι για το κορίτσι (Miles,1978).

1.3 Συμπτώματα / Χαρακτηριστικά δυσλεξίας

Τα χαρακτηριστικά της δυσλεξίας διαφέρουν από άνθρωπο σε άνθρωπο και ως μια αναπτυξιακή διαταραχή, οι δυσκολίες που βιώνουν τα άτομα αυτά είναι λογικό να μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία τους.

Σύμφωνα με το *Rose Report* τα τρία τυπικά χαρακτηριστικά της δυσλεξίας είναι τα εξής: αδυναμία στη φωνολογική ενημερότητα, αδυναμία στη λεκτική μνήμη και αδυναμία στην ταχύτητα λεκτικής επεξεργασίας. Ωστόσο, υπάρχουν και αρκετά ακόμα συμπτώματα τα οποία μας βοηθούν ώστε να οδηγηθούμε στη διάγνωση της δυσλεξίας. Τα συμπτώματα αυτά είναι τα παρακάτω:

- Δυσκολίες στη φωνολογική ενημερότητα
- Φτωχή βραχυπρόθεσμη (ή εργαζόμενη) λεκτική μνήμη
- Φτωχή σειροθέτηση και ακολουθίες
- Φτωχή ορθογραφία
- Αδεξιότητα
- Περιορισμένη αίσθηση του ρυθμού
- Δυσκολία στη γρήγορη επεξεργασία πληροφοριών
- Αδυναμία συγκέντρωσης
- Μη σταθερή προτίμηση χεριού
- Περιορισμένη λεκτική ευχέρεια
- Περιορισμένες φωνητικές δεξιότητες
- Συχνές αντιστροφές γραμμάτων
- Περιορισμένη ικανότητα για νοερούς υπολογισμούς
- Δυσκολίες στην ομιλία και γλώσσα

- Χαμηλή αυτοεκτίμηση και άγχος όταν χρειάζεται να διαβάσει φωναχτά

Όπως αναφερθήκαμε παραπάνω, η δυσλεξία αποτελεί μία αναπτυξιακή διαταραχή, όπου τα συμπτώματα ενδέχεται να αλλάζουν ανάλογα με την ηλικία του ατόμου. Θα αναφέρουμε μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου με δυσλεξία σε όλα τα στάδια της ζωής του.

- Προσχολικό στάδιο: Ενδείξεις για δυσλεξία μπορεί να δείχνει η καθυστερημένη ή προβληματική ομιλία, η φτωχή εκφραστική γλώσσα, η δυσκολία στην ομοιοκαταληξία και το περιορισμένο ενδιαφέρον και/ή δυσκολία στην εκμάθηση των γραμμάτων.
- Πρώτη σχολική ηλικία: περιορισμένη γνώση γραμμάτων – ήχων, φτωχή φωνολογική ενημερότητα, φτωχές δεξιότητες γρήγορης κατονομασίας, ιδιόμορφο ορθογραφικό σύστημα και δυσκολίες αντιγραφής.
- Μέση σχολική ηλικία: αργή ταχύτητα ανάγνωσης, φτωχές δεξιότητες αποκωδικοποίησης όταν πρόκειται για καινούριες λέξεις και προβλήματα στην ορθογραφία.
- Εφηβεία και ενήλικη ζωή: φτωχή αναγνωστική ευχέρεια, αργή ταχύτητα γραφής και φτωχή οργάνωση και έκφραση στην εργασία.
- Εργασιακό χώρο: δυσκολίες στην οργάνωση, τη διαχείριση του χρόνου, την κοινωνική επικοινωνία, τη γραφή, την ορθογραφία, την ανάγνωση και τα μαθηματικά.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε πιο αναλυτικά στα κυριότερα λάθη που κάνουν στην ανάγνωση και στην γραφή – ορθογραφία τα άτομα με δυσλεξία.

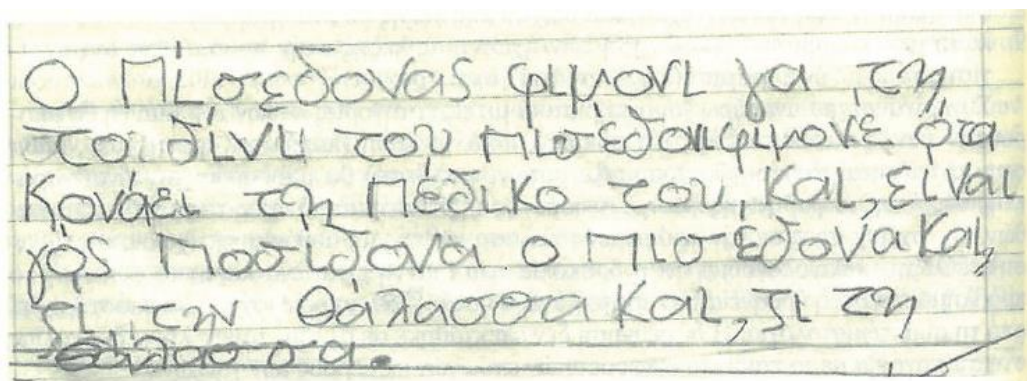
Αρχικά θα δούμε τα αναγνωστικά λάθη ενός δυσλεξικού ατόμου, τα οποία είναι τα εξής:

1. Δυσκολία στη διάκριση διαφορετικών λέξεων, οι οποίες όμως περιλαμβάνουν τα ίδια γράμματα (π.χ. ΤΗΣ – ΣΤΗ).
2. Δυσκολία στην ανάγνωση και προφορά ασυνήθιστων λέξεων.
3. Λαθεμένη προφορά φωνηέντων
4. Καθρεπτική ανάγνωση (π.χ. η λέξη «ΑΧ» διαβάζεται «ΧΑ»).
5. Παρεμβολή άσχετων φωνημάτων στην ανάγνωση λέξεων.
6. Ενδεχόμενη αντικατάσταση μιας λέξης από άλλη με παρόμοια σημασία (π.χ. Σκοτεινός – Μαύρος)

Σημαντικό είναι οι δυσκολίες στη γραφή και ορθογραφία των ατόμων με δυσλεξία να μην συνδέονται με την δυσγραφία, η οποία είναι μία λειτουργική ανωμαλία που οφείλεται σε βλάβη του οπτικό – κινητικού συντονισμού, ενώ η δυσκολία στη γραφή και στην ορθογραφία στα άτομα με δυσλεξία οφείλεται σε ανωμαλία των γνωστικών λειτουργιών.

Συνήθως η γραφή τους χαρακτηρίζεται από:

1. Ακαταστασία, με αποτέλεσμα οι λέξεις να είναι δυσανάγνωστες.
2. Ατελή ευθυγράμμιση των λέξεων πάνω στο χαρτί.
3. Γράμματα ή λέξεις γραμμένα καθρεπτικά
4. Παραλείψεις, επαναλήψεις και αντιμεταθέσεις γραμμάτων που αποτελούν τη λέξη.
5. Δυσκολίες στο να γράφουν σωστά τους αριθμούς καθ' υπαγόρευση (π.χ. να γράφουν 5 αντί για 2, ή 9 αντί για 6 κ.τ.λ.) (Πόρποδας, 1997).



Εικόνα 1: Δείγμα γραφής παιδιού με δυσλεξία. (Πηγή: Βλασσοπούλου Μ., et al, 2007).

1.6 Μορφές και τύποι δυσλεξίας

Η δυσλεξία διακρίνεται σε δύο μεγάλες και σαφώς καθορισμένες κατηγορίες: την επίκτητη δυσλεξία, η οποία αποτελεί αποτέλεσμα κάποιου εγκεφαλικού τραυματισμού και την ειδική ή εξελικτική δυσλεξία, η οποία χωρίζεται με βάση τα χαρακτηριστικά των δυσκολιών του ατόμου, σε οπτική και ακουστική δυσλεξία. Ο σκοπός του διαχωρισμού της δυσλεξίας σε επιμέρους τύπους αποτελεί σημαντική βοήθεια για την αξιολόγηση και διάγνωση καθώς και για την δημιουργία του κατάλληλου θεραπευτικού προγράμματος σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε ατόμου.

Επίκτητη δυσλεξία: Η επίκτητη δυσλεξία είναι αποτέλεσμα ενός εγκεφαλικού τραυματισμού στην πλευρικό – κροταφική χώρα του αριστερού ημισφαιρίου. Χαρακτηρίζεται από δυσκολία ή ανικανότητα του ατόμου στην επεξεργασία του γραπτού λόγου. Ωστόσο, η διαφορά από την ειδική δυσλεξία, είναι ότι το άτομο έχει κατακτήσει την ικανότητα της ανάγνωσης, της γραφής και της ορθογραφίας αλλά εξαιτίας του εγκεφαλικού τραυματισμού οι ικανότητες αυτές είτε ελαττώθηκαν είτε χάθηκαν τελείως.

Τα χαρακτηριστικά ενός ατόμου με επίκτητη δυσλεξία, στην αναγνωστική ικανότητα μπορεί να μοιάζουν με τα χαρακτηριστικά ενός ατόμου με ειδική δυσλεξία. Ωστόσο, είναι αρκετά συχνό, ένα άτομο με επίκτητη δυσλεξία να μην έχει καθόλου προβλήματα γραφής και ορθογραφίας, σε αντίθεση με ένα άτομο με ειδική δυσλεξία. Αυτό συμβαίνει διότι στην επίκτητη δυσλεξία είχαν ήδη κατακτηθεί οι δεξιότητες στην γραφή και στην ορθογραφία πριν τον εγκεφαλικό τραυματισμό και η ελλειμματική λειτουργία του εξαρτάται από τον βαθμό της βλάβης του εγκεφάλου.

Στην επίκτητη δυσλεξία, έχουν καθοριστεί τρεις τύποι, από τον Geschwind (1962), οι οποίοι είναι:

- 1) Σοβαρή ανικανότητα στην κατανόηση του προφορικού και γραπτού λόγου και μια δυσκολία στην παραγωγή ορθογραφημένης γραφής
- 2) Σαφή ανικανότητα στην ανάγνωση και στη γραφή, είναι και ο λιγότερο συνηθισμένος τύπος
- 3) Ανικανότητα στην ανάγνωση αλλά όχι τόσο στη γραφή

Κάποιες επιπλέον δυσκολίες που έχουν παρατηρηθεί στα άτομα με δυσλεξία είναι η δυσκολία στην ονομασία των γραμμάτων του αλφαβήτου ή στην προφορά ορθογραφικά κανονικών ψευδολέξεων, ελαττώματα στον προσανατολισμό και αναγνωστικά λάθη. Τα αναγνωστικά λάθη, τα οποία χωρίζονται: στα Α) «οπτικά λάθη», δηλαδή τα λάθη που κάνει ο αναγνώστης θεωρώντας ένα γράμμα ή μια λέξη για μία άλλη (π.χ. «φ» για «ψ», «τρέχω» για «βρέχω»). Β) Τα λάθη της μετατροπής των γραφημάτων σε φωνήματα, όπου ένα λαθεμένο φώνημα χρησιμοποιείται για ένα φωνητικά ασαφές γράφημα (π.χ. «ψωμί» - «σωμί»). Γ) Σημασιολογικά ή ετυμολογικά λάθη, τα οποία είναι αποτέλεσμα του ασθενή να διαβάσει σωστά τις λέξεις ενώ έχει επεξεργαστεί σημασιολογικά τις λέξεις και έχει καταλάβει τη σημασία τους (π.χ. «θερμός» τη διάβαζε «ζεστός»).

Ειδική δυσλεξία: Με βάση τα ελλείμματα που υπάρχουν, η ειδική δυσλεξία μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες: την οπτική και την ακουστική δυσλεξία.

A) Οπτική δυσλεξία: Η οπτική δυσλεξία χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στην οπτική αντίληψη, την οπτική διάκριση και την οπτική μνήμη. Εκδηλώνεται ως μια δυσκολία στη μάθηση μέσα από την οπτική λειτουργία. Το άτομο με οπτική δυσλεξία, αντιμετωπίζει μια τεράστια δυσκολία στο να μεταβάλλει τα γραπτά σύμβολα σε αντίστοιχο λεκτικό περιεχόμενο. Μερικά από τα χαρακτηριστικά των ατόμων με οπτική δυσλεξία, είναι η δυσκολία στη διάκριση σύνθετων σχεδίων, στην αντίληψη και αναπαραγωγή οπτικών ακολουθιών και ίσως να υπάρχει και αδεξιότητα στην κινητική ικανότητα. Επίσης, δε θα μπορούσαμε να μην αναφέρουμε ότι η οπτική δυσλεξία δεν συνυπάρχει και με προβλήματα στην όραση του ατόμου, συνήθως η σύνδεση αυτών των δύο είναι μηδαμινή.

Οι δυσκολίες στην ανάγνωση που μπορεί να παρατηρηθούν σε ένα παιδί με οπτική δυσλεξία είναι: Συχνά μπερδεύει λέξεις ή γράμματα που μοιάζουν οπτικά ή χρησιμοποιεί την καθρεπτική αντιστοιχία. Επιπλέον, έχει δυσκολία στην εκμάθηση της σωστής θέσης και προσανατολισμού των γραμμάτων, με αποτέλεσμα να έχει πρόβλημα στην άμεση και γρήγορη αναγνώριση των λέξεων. Σχετικά με την ορθογραφημένη γραφή τώρα, είναι συνήθως φτωχή και χαρακτηρίζεται από φωνητικά λάθη. Επιπρόσθετα, γράφουν παραβλέποντας τη γραφημική – φωνητική αντιστοιχία.

Ένα παιδί με οπτική δυσλεξία, εκτός των άλλων προβλημάτων μπορεί να αντιμετωπίζει και προβλήματα στην ακολουθίας σειράς / πραγμάτων, όπως να μην θυμούνται σωστά τους μήνες του χρόνου ή τις μέρες της εβδομάδας. Η δυσκολία στην ακολουθία σειράς προκαλεί και άλλα προβλήματα στο παιδί όπως όταν πρέπει να ακολουθήσει εντολές και να αναλάβει ρόλους υπευθυνότητας με αποτέλεσμα να μη μπορεί να φέρει εις πέρας αυτά που του ανατίθενται και αυτό να έχει ως αποτέλεσμα σοβαρές συνέπειες στην ψυχολογία και συμπεριφορά του.

B) Ακουστική δυσλεξία: Η ακουστική δυσλεξία χαρακτηρίζεται από μία έλλειψη της ικανότητας του ατόμου να αναπαριστά στο νου του, τους ξεχωριστούς ήχους της γλώσσας, να προχωράει σε μίξη – σύνθεση ήχων, να κατονομάζει πρόσωπα και πράγματα και να τηρεί την ακουστική ακολουθία, η οποία συνδέεται με την απομνημόνευση πληροφοριών, τηρώντας τη σωστή διάταξη και σειρά (Vellutino, 1981).

Το παιδί με ακουστική δυσλεξία παρουσιάζει δυσκολίες στην ανάλυση των λέξεων σε ακουστικές μονάδες συλλαβικής βάσεως και δυσκολίες στη διάκριση ακουστικών λεπτομερειών καθώς και στην αναπαραγωγή ηχητικών ενοτήτων. Μια από τις μεγαλύτερες δυσκολίες, των ατόμων αυτών, είναι όταν τους ζητηθεί να γράψουν καθ' υπαγόρευση ένα κείμενο. Δεν είναι ποτέ σίγουρα ότι ακούνε σωστά τις λέξεις ή τις φράσεις. Για τον λόγο αυτό, συχνά η επίδοση τους στην γραφή είναι κατώτερη από την ανάγνωση. Εμφανίζουν επίσης δυσκολίες στην ονομασία λέξεων που ομοιοκαταληκτούν, στην ερμηνεία διακριτικών σημείων και στη σωστή προφορά λέξεων. Στην ανάγνωση το παιδί διαβάζει ολικά, δηλαδή σαν μορφολογικά σύνολα. Όταν συναντήσει άγνωστες λέξεις, που δεν υπάρχουν στο οπτικό λεξιλόγιο του, τότε δυσκολεύεται.

Όπως και στην οπτική δυσλεξία, έτσι και στην ακουστική, δεν υπάρχουν αισθητηριακές ανωμαλίες. Τα άτομα με ακουστική δυσλεξία έχουν κανονική ακοή.

Τέλος, θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι σπάνια υπάρχουν περιπτώσεις που θα είναι μόνο οπτική ή μόνο ακουστική δυσλεξία, συνήθως συνυπάρχουν και οι δύο τύποι. Οι Ingram (1964) και Boder (1973) διέκριναν και μια τρίτη κατηγορία την *μικτή δυσλεξία*, η οποία χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στη λειτουργία και των δύο λειτουργικών καναλιών επεξεργασίας του γραπτού λόγου (Πόρποδας, 1997)

1.7 Αιτιολογία

Ο καθορισμός των αιτιών της δυσλεξίας δεν είναι ιδιαίτερα εύκολος. Οι επιστήμονες συνεχίζουν μέσα από τις έρευνες τους, να προσπαθούν να βρουν τη λειτουργική ανωμαλία που προκαλεί αυτές τις δυσκολίες σε ένα παιδί με δυσλεξία. Το κυριότερο ερώτημα, το οποίο οι επιστήμονες προσπαθούν να βρουν μια εξήγηση, είναι το πώς εκδηλώνεται η λειτουργική βλάβη και ποιες λειτουργικές διαδικασίες υπολειτουργούν ή δεν λειτουργούν με αποτέλεσμα την εμφάνιση δυσκολιών στην ανάγνωση και τη γραφή.

Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε τέσσερις κύριες κατηγορίες που αποτελούν αίτια της δυσλεξίας: α) νευρολογικές υπολειτουργίες β) ελλιπή ημισφαιρική κυριαρχία γ) γενετικές ανωμαλίες και δ) λειτουργικές ανωμαλίες στην αντιληπτική και γνωστική επεξεργασία (Πόρποδας, 1997).

1.7.1 Νευρολογικές υπολειτουργίες

Η δυσλεξία συνήθως εκδηλώνεται σε άτομα, πιο συχνά παιδιά παρά εφήβους, με κάποιες λειτουργικές ανωμαλίες νευρολογικής φύσεως, ελαφριάς μορφής. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν δυσκολίες στην αντίληψη και οργάνωση του χώρου, στη διάκριση των αντικειμένων από τον περιβάλλοντα χώρο και στην άρθρωση του προφορικού λόγου. Αποτέλεσμα αυτών, είναι η διάκριση σε δύο βασικών νευρολογικών θεωριών για την κατανόηση της δυσλεξίας.

Η πρώτη θεωρία παραδέχεται την ύπαρξη μιας κεντρικής αναπτυξιακής ανωμαλίας του εγκεφάλου και υποστηρίζει ότι η δυσλεξία είναι αποτέλεσμα μιας αμφίπλευρης ελαττωματικής ανάπτυξης των πίσω περιοχών του εγκεφάλου, η οποία μπορεί να οφείλεται σε ασθένεια ή σε κληρονομικούς παράγοντες. Από αυτό μπορεί να προκληθούν οργανωτικές ανωμαλίες και να δημιουργεί πρόβλημα στην απόκτηση της αναγνωστικής ικανότητας.

Η δεύτερη θεωρία υποστηρίζει την άποψη μιας λειτουργικής βλάβης στη γενική οργάνωση της εγκεφαλικής ημισφαιρικής κυριαρχίας. Σύμφωνα με τον Orton, το 1937, η δυσλεξία οφείλεται σε ελαττωματική γενική οργάνωση του εγκεφάλου.

1.7.2 Ελλιπής ημισφαιρική κυριαρχία

Μια άλλη εξήγηση της δυσλεξίας μπορεί να αποτελέσει ότι η ημισφαιρική κυριαρχία εκδηλώνεται καθυστερημένα ή δεν εκδηλώνεται καθόλου. Το κάθε ημισφαίριο έχει μια ξεχωριστή λειτουργία στον άνθρωπο, το δεξί ημισφαίριο κατευθύνει την αυτόματη χρήση της γλώσσας, ενώ το αριστερό τη δημιουργική χρήση της (Leong, 1976).

Η θεωρία αυτή βασίζεται σε τρεις λόγους. Ο πρώτος λόγος, είναι στο ότι η απώλεια της ομιλίας είναι αποτέλεσμα τραυματισμού του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι η δεξιοχειρία και η μονόπλευρη ευθύνη της ομιλίας οφείλονταν σε έμφυτη λειτουργική υπεροχή του αριστερού ημισφαιρίου. Ο τρίτος και τελευταίος λόγος, είναι ότι η αστάθεια της εγκεφαλικής κυριαρχίας εκδηλώνεται με τη δυσκολία εκτίμησης των εννοιών «δεξιά και αριστερά». Έτσι, η μεγάλη συχνότητα αριστεροχειρίας που

παρατηρείται στα άτομα με αναγνωστικές δυσκολίες, μαζί με τη σύγχυση των εννοιών του προσανατολισμού και της κατεύθυνσης μπορεί να θεωρηθούν ότι παίζουν ρόλο για την ελλιπή ημισφαιρική κυριαρχία.

1.7.3 Παράγοντες γενετικών ανωμαλιών

Τα αίτια της δυσλεξίας θα μπορούσαν να εξηγηθούν και από το εάν εμφανίζεται και σε άλλα μέλη της οικογενείας, δηλαδή αν οφείλεται σε κληρονομικούς παράγοντες. Έχει παρατηρηθεί από αρκετές έρευνες, και με πιο γνωστή την έρευνα του Hallgreen (1950), ότι αν ένα παιδί έχει δυσλεξία, κάποιος από την οικογένεια του θα εμφανίζει και αυτός συμπτώματα δυσλεξίας. Πολύ σημαντικές είναι και οι έρευνες από τον Critchley, το 1970, που έχουν γίνει σε μονοζυγωτικούς διδύμους όπου σε ποσοστό 100% και τα δύο παιδιά εμφάνισαν δυσλεξία, ενώ σε αντίθεση με τους διζυγωτικούς όπου μόνο ένα 33% εμφάνισαν και τα δυο παιδιά δυσλεξία.

Ωστόσο, αν και αρκετοί ερευνητές θεωρούν ότι οι γενετικοί παράγοντες έχουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της δυσλεξίας, υπάρχουν και αρκετοί όπως οι Rutter et al. (1970) που θεωρούν ότι η δυσλεξία οφείλεται περισσότερο στην οικογενειακή κατάσταση που επικρατεί στην οικογένεια και λιγότερο σε κληρονομικούς παράγοντες. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι αν και υπάρχουν αρκετές ενδείξεις για τον ρόλο του κληρονομικού παράγοντα, η νευρολογική και ψυχολογική φύση του παράγοντα αυτού παραμένει άγνωστη.

1.7.4. Λειτουργικές ανωμαλίες στην αντιληπτική και γνωστική επεξεργασία

Μια από τις πιο γνωστές αιτίες της δυσλεξίας είναι αυτή της θεωρίας των λειτουργικών ανωμαλιών στην αντιληπτική και γνωστική επεξεργασία. Αρχικά, θα αναλύσουμε αυτή τη θεωρία μέσα από τη θεώρηση της αιτιώδους σχέσεως ανάμεσα στη δυσλεξία και σε περιφερειακούς παράγοντες της όρασης. Έχει τεκμηριωθεί (Pavlidis, 1978) ότι τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν ασυνήθιστες «οφθαλμικές κινήσεις» που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη αστάθεια και συντομότερη διάρκεια συγκέντρωσης. Ωστόσο, δεν έχει δοθεί ακόμα μια οριστική απάντηση εάν αυτές οι κινήσεις αποτελούν το αίτιο της αναγνωστικής δυσκολίας ή είναι αποτέλεσμα αυτών.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στη λειτουργία της επεξεργασίας των πληροφοριών όπου υπάρχουν πολλές απόψεις σχετικά με αυτό. Μερικοί ερευνητές, όπως ο Birch (1962), υποστηρίζει ότι οι αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες είναι αποτέλεσμα μιας ελλατωματικής λειτουργίας του συστήματος της οπτικής αντίληψης, η οποία επηρεάζει την επεξεργασία πληροφοριών. Άλλοι ερευνητές, όπως ο Gestalt, θεωρούν ότι η αντιληπτική αδυναμία επηρεάζει την ικανότητα του παιδιού να αντιληφθεί τις λέξεις ως μορφολογικά σύνολα.

Ωστόσο, ο ρόλος των ανωμαλιών της οπτικής αντίληψης στη δυσλεξία δεν έχει ξεκαθαριστεί ακόμα. Από την έρευνα που έκανε ο Rabinovitch (1968) βγαίνει το συμπέρασμα ότι στα παιδιά με δυσλεξία η ικανότητα για οπτική και ακουστική αναγνώριση στο επίπεδο της αντίληψης λειτουργούν κανονικά. Άλλες έρευνες που έγιναν από τους Schilder (1944) και την Vernon (1957) καταλήγουν, ότι η αδυναμία της οπτικής δυσλεξίας δεν συνδέεται με την αναγνωστική δυσκολία.

Μια άλλη άποψη, αποδίδει τη δυσλεξία σε ελάττωμα στην ολοκληρωμένη επεξεργασία των πληροφοριών διαμέσου του αισθητηριακού συστήματος, καθώς και αδυναμία της οπτικής αντίληψης για τις έννοιες της διαδοχής, της διεύθυνσης και του προσανατολισμού (Benton, 1975).

Ο Orton, υποστήριξε αυτή την άποψη και ανέφερε ότι τα παιδιά με δυσλεξία κάνουν αρκετά «καθρεπτικά λάθη» στην ανάγνωση και γραφή γραμμάτων. Το 1959, ο Hermann, παρατήρησε ότι η δυσλεξία οφείλεται στη λειτουργική ανωμαλία της κατανόησης της διεύθυνσης, η οποία προκαλεί το σύνδρομο Gerstmann. Το σύνδρομο Gerstmann χαρακτηρίζεται από την «άγνοια των δαχτύλων», όπου το άτομο δυσκολεύεται να αναγνωρίσει τη θέση και ονομασία των δαχτύλων του. Το σύμπτωμα αυτό, σε συνδυασμό με τη δυσκολία του ατόμου στη διάκριση αριστερού – δεξιού, τη δυσκολία στη γραφή και αριθμητική, ενισχύουν την υπόθεση ότι τα λάθη της γραφής οφείλονται σε μια βασική και γενικότερη δυσκολία στην επεξεργασία πληροφοριών. Επειδή αρκετά από αυτά τα συμπτώματα εμφανίζονται και στα παιδιά με δυσλεξία, το σύνδρομο Gerstmann έχει χαρακτηριστεί ως δυσλεξία των ενηλίκων.

Ωστόσο, δεν έχει δοθεί ακόμα οριστική απάντηση για το κατά πόσο οι λειτουργικές ανωμαλίες που παρατηρούνται στην αντίληψη της διαδοχής και της διεύθυνσης, συνδέονται με τη δυσλεξία. Ο Benton (1975), και αργότερα ο Vellutino (1977), κατέληξαν ότι τα

ορθογραφικά λάθη που κάνει το παιδί με δυσλεξία δεν είναι αποτέλεσμα της δυσκολίας του να αντιληφθεί σωστά τις οπτικό – χωρικές σχέσεις αλλά στη δυσκολία να αντιληφθεί σωστά τις οπτικές – λεξικές σχέσεις. (Πόρποδας, 1997)

Καταλήγουμε λοιπόν, ότι δεν υπάρχει κάποια οριστική απάντηση για τα αίτια της δυσλεξίας και οι έρευνες για να δοθεί μια απάντηση σ' αυτό συνεχίζονται.

1.8 Διάγνωση και αξιολόγηση

Με τον όρο διάγνωση ορίζεται η πράξη της εντόπισης των διαταραχών από τα συμπτώματά τους. Με τη στενή τεχνική του έννοια, σημαίνει μόνο την αναγνώριση και ονομασία της διαταραχής (Pumfrey, 1991). Οι Miles & Miles (1990) θεωρούν ότι ο πιο κατάλληλος για να κάνει μια διάγνωση είναι ο ψυχολόγος, ωστόσο η δυσλεξία μπορεί να γίνει από τον κάθε ειδικό που έχει την κατάλληλη εμπειρία.

Το γεγονός, όμως, ότι η δυσλεξία αποτελεί μια πολύπλευρη διαταραχή που δεν έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και συμπτώματα, αλλά ποικίλλουν ανάλογα με τον κάθε άνθρωπο, καθιστά πολύ δύσκολη τη διάγνωση και τη διαφοροδιάγνωση της από άλλες διαταραχές της ανάγνωσης. Για αυτό θα πρέπει να γίνει προσεκτική παρακολούθηση όλων των χαρακτηριστικών του ατόμου και όχι μόνο παρατήρησης της ανάγνωσης και της γραφής. Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά, όπου τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν δυσκολίες, είναι οι υστερήσεις και τα ελλείμματα σε ό,τι αφορά την απόκτηση της γλώσσας, η λανθασμένη διάκριση των ήχων, η αντίληψη και η διαδικασία ανάκλησης πληροφοριών από τη μνήμη, με έμφαση στην ακουστική προσλαμβανόμενη ακολουθία ήχων, ο συντονισμός των λεπτών κινήσεων του παιδιού καθώς και η σύγχυση στην αναγνώριση δεξί και αριστερού. Θα πρέπει να επισημαίνουμε ότι δεν σημαίνει ότι ένα παιδί πρέπει να έχει όλα αυτά τα χαρακτηριστικά για να γίνει η διάγνωση.

Οι μέθοδοι αξιολόγησης θα πρέπει να καλύπτουν όλους τους τομείς και να είναι συστηματικές ώστε να οδηγηθούμε στον εντοπισμό των ελλειμμάτων του παιδιού. Η σωστή αξιολόγηση θα πρέπει να περιλαμβάνει διάφορες πλευρές, όπως είναι η γνωστική, συναισθηματική και κοινωνική ανάπτυξη, σωματική και ψυχική υγεία καθώς και προσωπικότητα και λειτουργικότητα του ατόμου. Γι' αυτό το λόγο και για να γίνει η σωστή διάγνωση χρειάζεται μια διεπιστημονική ομάδα η οποία θα πρέπει να είναι έγκυρη και

αποτελεσματική, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει τις ακόλουθες ειδικότητες, όπως είναι ο οφθαλμίατρος, ωτορινολαρυγγολόγος, παιδονευρολόγος, ακοολόγος, ψυχολόγος, ειδικός παιδαγωγός, λογοθεραπευτής και κοινωνικός λειτουργός ώστε να καλυφθούν όλες οι ανάγκες του παιδιού.

Πρώτα θα πρέπει να γίνει ένα σταθμισμένο τεστ νοημοσύνης, συνήθως χορηγείται η Κλίμακα Νοημοσύνης του Wechsler για Παιδιά (Wechsler Intelligence Scale for Children, WISC –R) για τον έλεγχο του γνωστικού επιπέδου του παιδιού. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει ένα σταθμισμένο τεστ αναγνωστικής ικανότητας. Θα πρέπει επίσης να γίνουν και κάποια ακόμα τεστ τα οποία θα μας δώσουν στοιχεία για την γνωστική – γλωσσική συμπεριφορά του παιδιού.

Με τη χρήση κάποιων νευροαπεικονιστικών μεθόδων μπορούμε να εξετάσουμε τον εγκέφαλο ενός παιδιού με δυσλεξία και όχι μόνο να μας δώσει διαγνωστικά στοιχεία αλλά και να μας βοηθήσει ακόμα περισσότερο στη μελέτη των ατόμων με δυσλεξία. Με τη χρήση του εγκεφαλογραφήματος από τον Duffy et al (1980) και Denckla (1983) διαπιστώθηκαν τα εξής σημαντικά ευρήματα, ότι τα σημεία που δυσλειτουργούν βρίσκονται στη περιοχή Broca και Wernicke καθώς και στη γωνιώδη έλικα. Οι περιοχές αυτές είναι υπεύθυνες για τα πεδία της γλώσσας και ανάγνωσης, στο αριστερό ημισφαίριο. Επίσης, στα άτομα με δυσλεξία φάνηκε να εμφανίζεται την τάση του θ πιο έντονη σε σχέση με άτομα χωρίς δυσλεξία. Ακόμα παρατηρήθηκε με την τεχνική PET, ότι η ενεργοποίηση του δεξιού μετωπιαίου λοβού ήταν ανώτερη από αυτή του αριστερού κατά τη διάρκεια της ανάγνωσης, τα ποσοστά ήταν υψηλότερα στους φυσιολογικούς αναγνώστες σε σύγκριση με αυτά των δυσλεξικών (Καραπέτσας, Α. Β, 1997).

Όπως αναφέραμε, με τη χρήση των τεχνικών απεικόνισης του εγκεφάλου μπορούμε να βοηθηθούμε αρκετά ώστε να κάνουμε τη διάγνωση της δυσλεξίας και άλλων διαταραχών. Έτσι, θα πρέπει να γίνει ένας εκτενής και λεπτομερής έλεγχος με σταθμισμένα τεστ, όλων των ικανοτήτων του παιδιού, ώστε να οργανώσουμε ένα πρόγραμμα θεραπείας που θα είναι κατάλληλο για τις ανάγκες του. Τέλος, είναι αρκετά σημαντικό να γίνει όσο δυνατόν πιο νωρίς η διάγνωση ώστε να διευκολυνθεί η αποκατάσταση του παιδιού, αν και τυπικά δεν μπορεί να γίνει η διάγνωση πριν την ηλικία των 7 ή 8 ετών διότι το παιδί θα πρέπει να γνωρίζει ανάγνωση και γραφή (Turner, 1997).

2. Κεφάλαιο 2: Νευροαπεικονιστικές μέθοδοι

2.1 Μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τις μεθόδους απεικόνισης του εγκεφάλου. Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε αναλυτικά στη δυσλεξία, τι είναι δυσλεξία, ποια είναι τα χαρακτηριστικά της, τα αίτια που την προκαλούν αλλά και τους τρόπους αντιμετώπισης της. Τώρα θα αναφερθούμε στις απεικονιστικές μεθόδους του εγκεφάλου ώστε να γίνουν κατανοητές πριν αναλύσουμε την σχέση αυτών των δύο. Οι μέθοδοι απεικόνισης του εγκεφάλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άτομα με δυσλεξία και να μας δώσουν κάποια αρκετά σημαντικά ευρήματα.

Οι μέθοδοι εγκεφαλικής απεικόνισης αποσκοπούν στη δόμηση εικόνων της ενεργοποίησης των εγκεφαλικών δομών που συναποτελούν το μηχανισμό μιας νοητικής λειτουργίας, όπως η ανάγνωση. Μόνο οι νευροφυσιολογικές διεργασίες που συντελούνται στις διάφορες περιοχές του εγκεφάλου που τις απαρτίζουν, είναι απεικονίσιμες. Επίσης, οι αλγόριθμοι που περιγράφουν τη χρονική διάρκεια, τον τρόπο και την ένταση με την οποία ενεργοποιούνται οι επιμέρους περιοχές του εγκεφάλου που συμμετέχουν στο μηχανισμό απεικονίζονται με μεγαλύτερη δυσκολία και μέσω μερικών μόνο από τις διαθέσιμες μεθόδους (Κοσμίδου, 2011).

Μέσω των απεικονιστικών μεθόδων μπορούν να τεκμηριωθούν κάποιες ενδείξεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά του εγκεφάλου. Οι μέθοδοι απεικόνισης διαφέρουν μεταξύ τους, ως προς το είδος των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων, στο χαρακτηριστικό της φυσιολογίας του εγκεφάλου που απεικονίζονται και στα θεωρητικά πρότυπα και τις τεχνικές διαδικασίες «εμφάνισης» των «λειτουργικών εικόνων». Επιπρόσθετα, οι μέθοδοι εγκεφαλικής απεικόνισης διαφέρουν στο βαθμό εγκυρότητας και αξιοπιστίας των εικόνων που παράγουν, ένα ακόμα χαρακτηριστικό στο οποίο διαφέρουν είναι η ευκρίνεια των λειτουργικών εικόνων. Όλα αυτά θα αναφερθούν αναλυτικά στη συνέχεια του κεφαλαίου.

Τέλος, αξίζει να τονίσουμε ότι ενώ οι επεμβατικές μέθοδοι είναι σε θέση να προσδιορίσουν εάν κάποια περιοχή του εγκεφάλου είναι όντως αναγκαία για την εκτέλεση μιας λειτουργίας, οι απεικονιστικές μέθοδοι μπορούν μόνο να επαληθεύσουν ότι η συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει αυξημένη νευρωνική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της λειτουργίας (Κοσμίδου, 2011).

2.2 Απεικονίσεις του εγκεφάλου στις διαταραχές της μάθησης

Με τη βοήθεια των σύγχρονων μεθόδων της εγκεφαλικής απεικόνισης μπορούμε πλέον να παρατηρήσουμε τη δομή των νευρικών δικτύων και των νευρικών ινών, της ροής του αίματος, της λειτουργίας του εγκεφάλου καθώς και τις αλλαγές που παρατηρούνται στη νευρωνική λειτουργία ανάλογα με τη δραστηριότητα που εκτελούμαι.

Ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα έχουν γίνει συσχετίσεις των διαταραχών της μάθησης και της εγκεφαλικής λειτουργίας, μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς ασθενών που εμφανίζουν κάποια βλάβη στον εγκέφαλο. Οι επιστήμονες, από τότε, χρησιμοποίησαν πολλές τεχνικές, κλινικές, ανατομικές και συμπεριφορικές ώστε να μπορέσουν να κατανοήσουν την σύνδεση του εγκεφάλου με τις μαθησιακές διαδικασίες, όπως είναι η ανάπτυξη της ανάγνωσης, της γραφής και των μαθηματικών ικανοτήτων καθώς και την έλλειψη αυτών των ικανοτήτων, που οδηγούν στις μαθησιακές διαταραχές.

Με το πέρασμα των χρόνων και την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες ώστε να μελετηθεί η δομή και η λειτουργία του εγκεφάλου και να αναλυθούν οι νευρωνικοί συσχετισμοί της ανθρώπινης σκέψης και συμπεριφοράς. Μέσω αυτών των τεχνικών, μπορεί να καταγραφεί η δραστηριότητα σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου και η καταγραφή αυτή έχει σχέση με τη διεργασία που λαμβάνει χώρα εκείνη τη στιγμή. Επιπλέον, οι τεχνικές αυτές, αποτελούν σημαντικό εργαλείο για έρευνες και προσφέρουν σημαντικά πειραματικά δεδομένα.

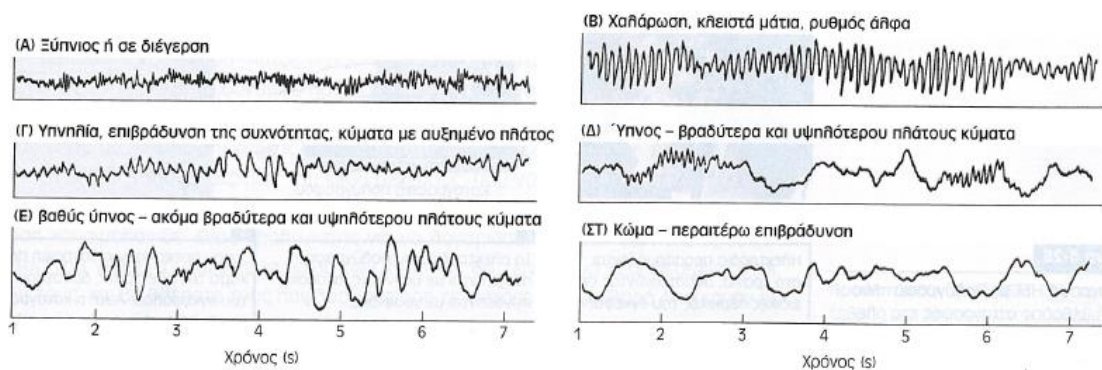
2.2.1. Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Στις αρχές του 1930, ο Hans Berger, ανακάλυψε ότι η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου μπορούσε να καταγραφεί με την απλή τοποθέτηση ηλεκτροδίων πάνω στο κρανίο. Η καταγραφή αυτής της δραστηριότητας παράγει ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) αποτελεί μια μη επεμβατική και ανώδυνη μέθοδο για την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου από την επιφάνεια του κρανίου και την εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας. Η μέθοδος αυτή, αποτελεί μία από τις συχνότερες μεθόδους καταγραφής της εγκεφαλικής λειτουργίας και δραστηριότητας, σε βρέφη, νήπια και παιδιά, διότι δεν απαιτούν την έκθεση σε ακτινοβολία και γενικότερα η

διαδικασία είναι περισσότερο φιλική προς τα παιδιά. Η τεχνική αυτή έχει πολύ καλή χρονική ανάλυση και δίνει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη χρονική εξέλιξη και αλληλουχία των γνωστικών λειτουργιών. Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα έχει χρησιμοποιηθεί και στη μελέτη των μαθησιακών διαταραχών, με σκοπό την εξέταση των νευροβιολογικών μηχανισμών που σχετίζονται σε αυτές τις διαταραχές. Επιπλέον, επειδή μετρούν απλά εγκεφαλικές αντιδράσεις, δεν απαιτούν παραγωγή λόγου ή κίνησης.

Για να γίνει η καταγραφή του ΗΕΓ χρησιμοποιούνται ζεύγη ηλεκτροδίων τα οποία τοποθετούνται στην επιφάνεια του κρανίου και καταγράφονται ηλεκτρικά σήματα τον εγκεφαλικό φλοιό, εφόσον είναι πιο κοντά στο κρανίο. Μερικά από τα χαρακτηριστικά τα οποία δείχνει το ΗΕΓ είναι τα ακόλουθα, τα οποία μπορείτε να δείτε και στην εικόνα.

- 1) Η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου δεν σταματά ποτέ, ακόμα και αν το άτομο κοιμάται ή είναι αναίσθητο.
- 2) Το ΗΕΓ που καταγράφεται από το φλοιό εμφανίζει ένα μεγάλο αριθμό προτύπων, κάποια από τα οποία παρουσιάζουν εξαιρετική ρυθμικότητα.
- 3) Το ΗΕΓ αλλάζει καθώς αλλάζει η συμπεριφορά.



Εικόνα 2: Χαρακτηριστικές καταγραφές ΗΕΓ. Τα πρότυπα των κυμάτων αντανακλούν διαφορετικές καταστάσεις συνείδησης σε ανθρώπους. Από το *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain* (p.12) των W. Penfield & H. H. Jasper, 1954, Boston: Little Brown. (Πηγή: Kolb & Wishaw, 2011).

Το ΗΕΓ βασίζεται σε κάποιους συγκεκριμένους ρυθμούς. Οι κυριότεροι ρυθμοί είναι οι άλφα, βήτα, δέλτα και θήτα. Ρυθμός άλφα, ονομάζεται η ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου που είναι σε εγρήγορση και έχει συχνότητα 8-12Hz. Οι κινήσεις στον ρυθμό άλφα, είναι αρκετά ρυθμικές, με συχνότητα περίπου 11 κύκλων το δευτερόλεπτο. Πήρε το όνομα άλφα γιατί είναι ο πρώτος ρυθμός που μελετήθηκε και καταγράφεται καλύτερα με τα μάτια κλειστά. Το κλείσιμο των ματιών προκαλεί αύξηση και το άνοιγμα των ματιών μείωση του ρυθμού άλφα, εάν το άτομο ενοχληθεί ή ανοίξει τα μάτια του ο ρυθμός άλφα σταματά

απότομα. Η μείωση του έχει συσχετισθεί με αισθητηριακό ερεθισμό ή πνευματική δραστηριότητα. Εντοπίζεται κυρίως στον ινιακό λοβό, όταν είμαστε ξύπνιοι, σε χαλάρωση και με τα μάτια κλειστά, αντιπροσωπεύοντας τη δραστηριότητα του οπτικού φλοιού απουσία εξωτερικών ερεθισμάτων.

Ρυθμός βήτα ονομάζεται κάθε ρυθμός με συχνότητα 13 μέχρι 35Hz. Ο ρυθμός συναντάται σχεδόν σε όλους τους ενήλικες και περισσότερο στις γυναίκες. Οι ρυθμοί β εμφανίζονται σε άτομα που είναι σε πλήρη εγρήγορση και έχουν την προσοχή τους στραμμένη σε εξωτερικά ερεθίσματα ή καταβάλλουν συγκεκριμένη πνευματική προσπάθεια.

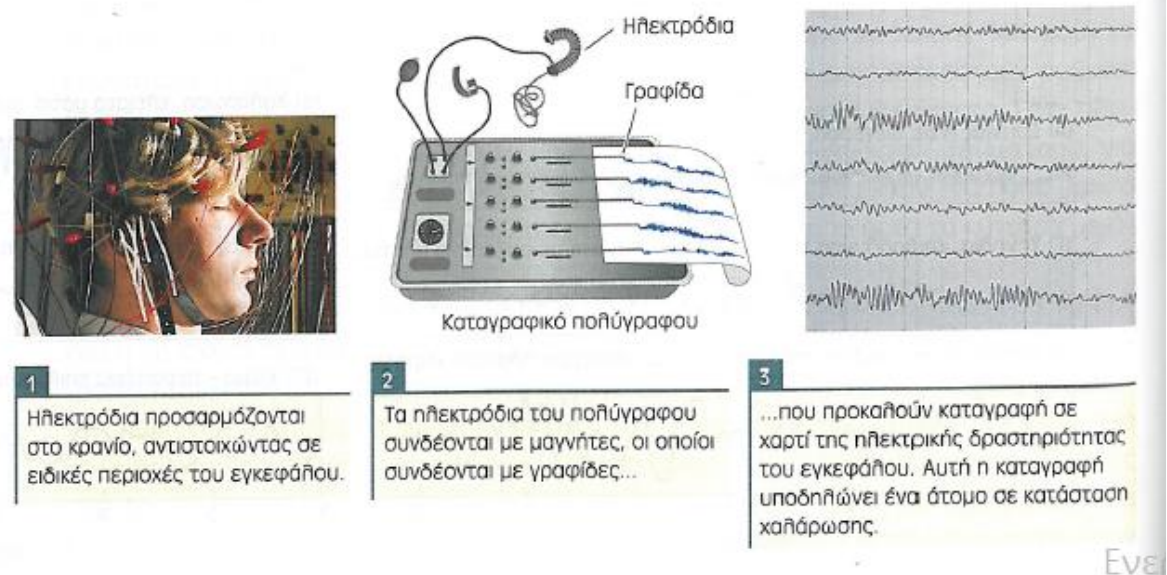
Ο ρυθμός δέλτα έχει συσχετισθεί με τον ύπνο στον φυσιολογικό άνθρωπο. Περιλαμβάνει τις συχνότητες από 0.1-4Hz. Η μορφολογία του δεν είναι συγκεκριμένη και στον ενήλικα που βρίσκεται σε εγρήγορση υποδηλώνει βαριά εγκεφαλική βλάβη.

Ο ρυθμός θήτα έχει συχνότητα 4-8Hz και αποτελεί τη συνηθέστερη παθολογική ηλεκτροεγκεφαλική δραστηριότητα, ανεξαρτήτου αιτιολογίας. Στα παιδιά 5-6 χρονών αποτελεί τη βασική ΗΕΓ δραστηριότητα και θεωρείται φυσιολογικός. Ο ρυθμός θήτα, εκτός ότι είναι ο ρυθμός που καταγράφει παθολογική δραστηριότητα, είναι και ο ρυθμός που περιγράφει την έκφραση της υπνηλίας. Για το λόγο αυτό, πρέπει να είναι κανείς προσεκτικός να μην αποδώσει κάθε δραστηριότητα που έχει ρυθμό θήτα σε παθολογία γιατί μπορεί απλώς να δείχνει υπνηλία.

Τα παραπάνω κύματα που εμφανίζονται σε κάθε ρυθμό καθιστούν το ΗΕΓ ένα αξιόπιστο εργαλείο για την απεικόνιση των σταδίων του ύπνου, τον υπολογισμό του βάθους της αναισθησίας, την εκτίμηση της σοβαρότητας του τραυματισμού της κεφαλής, και τη διερεύνηση για άλλες εγκεφαλικές δυσλειτουργίες. Η καταγραφή με ΗΕΓ παρέχει τόσο ένα χρήσιμο ερευνητικό εργαλείο, όσο και ένα χρήσιμο τρόπο διάγνωσης των εγκεφαλικών δυσλειτουργιών.

Ένα ΗΕΓ μετρά τα αθροισμένα διαβαθμιζόμενα δυναμικά από πολλές χιλιάδες νευρώνες. Οι νευρώνες του νευροφλοιού παρέχουν μια ιδιαίτερα καλή πηγή κυμάτων για ΗΕΓ, επειδή αυτά τα κύτταρα είναι διατεταγμένα σε στοιβάδες και έχουν την τάση να παράγουν διαβαθμιζόμενα δυναμικά με ρυθμικό ρυθμό. Τα σήματα του ΗΕΓ καταγράφονται συνήθως με ένα ειδικό τύπου παλμογράφου, ο οποίος ονομάζεται πολύγραφο. Η καταγραφή ΗΕΓ με πολύγραφο είναι μία απλή μέθοδος καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Προσαρμόζονται τα ηλεκτρόδια

στο κρανίο, αντιστοιχώντας σε ειδικές περιοχές του εγκεφάλου. Στη συνέχεια, τα ηλεκτρόδια του πολύγραφου συνδέονται με μαγνήτες, οι οποίοι συνδέονται με γραφίδες που προκαλούν καταγραφή σε χαρτί της ηλεκτρονικής δραστηριότητας του εγκεφάλου. Αυτή η καταγραφή υποδηλώνει ένα άτομο σε κατάσταση χαλάρωσης.



Εικόνα 3: Καταγραφή ΗΕΓ με πολύγραφο. Μια απλή μέθοδος καταγραφής της ηλεκτρικής δραστηριότητας του ανθρώπινου εγκεφάλου. (Πηγή: Kolb & Wishaw, 2011).

Τέλος, γνωρίζουμε ότι το ΗΕΓ χρησιμοποιείται σήμερα σε πολλούς τομείς της διαγνωστικής ιατρικής, αλλά και σε ψυχικές και νευροφυσιολογικές διαταραχές, όπως οι νευρώσεις, οι ψυχώσεις, οι διαταραχές της προσωπικότητας, η δυσλεξία, ο αυτισμός και η κατάθλιψη (Τριανταφύλλου, 1994). Εκτός όμως από τον τομέα της διαγνωστικής ιατρικής, το ΗΕΓ είναι ένα σημαντικό εργαλείο τόσο στον τομέα της προληπτικής ιατρικής ώστε να διαγνωσθεί εγκαίρως κάποια ασθένεια, όσο και στη θεραπευτική ιατρική, όπου βρίσκει εφαρμογή στην μέθοδο της νευροανάδρασης.

2.2.2 Μελέτες με ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

Με τη πάροδο του χρόνου, έχουν γίνει αρκετές μελέτες για την σχέση της χρήσης του ΗΕΓ και των διαταραχών της μάθησης. Πριν αναφερθούμε στις σημερινές έρευνες θα κάνουμε μια μικρή ανασκόπηση στα ευρήματα των πρώτων χρόνων που ξεκίνησαν οι μελέτες αυτές.

Αρχικά, οι μελέτες αυτές, είχαν κύριο στόχο την παροχή εργαλείων για την διάγνωση των διαταραχών της μάθησης και όχι την κατανόηση των αιτιών τους. Οι έρευνες αυτές, δεν είχαν ιδιαίτερη επιτυχία, ωστόσο, έδειξαν κάποια σχέση ανάμεσα στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και στις μαθησιακές δυσκολίες. Οι έρευνες συνεχίστηκαν και έτσι, τα χρόνια 1970-1990, αν και υπήρχαν αρκετά σημαντικά αποτελέσματα, υπήρχε και μια αντιπαράθεση των απόψεων στα αποτελέσματα σχετικά με την εμφάνιση διαφορών στα παιδιά με διαταραχές ανάγνωσης.

Το 1972, διαπιστώθηκε από τους Sklar, Hanley και Simmons, ότι τα παιδιά με δυσλεξία εμφάνιζαν πιο ενεργά κύματα θ και λιγότερο ενεργά κύματα α, από την περιοχή του βρεγμό-νιακού λοβού. Ο Ahn και οι συνεργάτες του (1980) και ο John και οι συνεργάτες τους, το 1983, περιέγραψαν μια αυξημένη συγκέντρωση αργής εγκεφαλικής δραστηριότητας, στα κύματα δ και θ, σε παιδιά με ειδικές μαθησιακές διαταραχές σε σχέση με συνομηλικούς τυπικά αναπτυσσόμενους, όταν είχαν κλειστά τα μάτια. Λίγο αργότερα, το 1991, οι Byring, Salmi, Sainio και Orn, στην έρευνα τους με παιδιά με δυσκολίες στο συλλαβισμό, παρατήρησαν ένα αρκετά χαμηλό ποσό στα κύματα α.

Ωστόσο, υπήρχαν και έρευνες που διαφωνούσαν με τα παραπάνω αποτελέσματα, όπως είναι οι έρευνες του Duffy, Denckla, Bartels, Snadini και Keissling το 1980, όπου παρατήρησαν υψηλά ποσά κυμάτων α από τους μετωπιαίους λοβούς αμφίπλευρα και από το οπίσθιο τμήμα του αριστερού ημισφαιρίου σε δυσλεξικά παιδιά ηλικίας 9-12 ετών. Άλλοι ερευνητές, όπως Fein, Galin και Yingling, το 1986, όταν εξέτασαν δυσλεξικά παιδιά και συνομήλικα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά, σε κατάσταση ηρεμίας, δε διαπίστωσαν καμία διαφορά στα κύματα α και θ. Το 1981, οι Leary και Batho, βρήκαν ότι το 71% των παιδιών με μαθησιακές διαταραχές παρουσιάζουν μη τυπικό ΗΕΓ, ενώ το ίδιο συμβαίνει στο 29% των τυπικά αναπτυσσόμενων συνομηλικών. Αν και υπάρχουν αρκετές απόψεις και ευρήματα πάνω σε αυτό το θέμα, θα καταλήξουμε στην άποψη του Rumsey και των συνεργατών του (1989), στο ότι οι διαφοροποιήσεις αυτών των μελετών οφείλονται στην επιλογή του δείγματος, στο εύρος των ηλικιών που εξετάστηκαν, την παρουσία ή απουσία ήπιων νευρολογικών ευρημάτων και στους υπό-τύπους των μαθησιακών διαταραχών που συμπεριλαμβάνουν στο δείγμα τους.

Τα τελευταία χρόνια με τη πρόοδο της υπολογιστικής τεχνολογίας, δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες στην επεξεργασία και ανάλυση του ΗΕΓ, όπως είναι και το ποσοτικό ΗΕΓ. Το ποσοτικό ΗΕΓ, είναι ένα ψηφιακά καταγεγραμμένο και ποσοτικοποιημένο

ηλεκτροεγκεφαλογράφημα που επιτρέπει να συγκρίνουμε διάφορες παραμέτρους του με νόρμες από μία σταθμισμένη βάση δεδομένων, όπου αυτό μπορεί να μας βοηθήσει στο να εντοπίσουμε τους παράγοντες που μας προκαλούν μαθησιακές διαταραχές (Κοσμίδου,2011).

Σε μία μελέτη που έκανε το 1995 η Harmony και οι συνεργάτες της, για να ελέγξουν την καθυστερημένη ωρίμανση του εγκεφάλου παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες, η οποία μελέτη πραγματοποιήθηκε και τρία χρόνια μετά την πρώτη μελέτη. Παρατηρήθηκαν ότι αν και υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην πρώτη μελέτη, στη δεύτερη οι διαφορές περιορίστηκαν μόνο στα κύματα θ από τις βρεγματο-ινιακές περιοχές. Αυτή η μελέτη δείχνει ότι με το ΗΕΓ μπορούμε να διαφοροποιήσουμε τα παιδιά διαφορετικό βαθμό δυσκολίας (Harmony et. al, 1995) αλλά και να βρούμε το βαθμό αυτών των δυσκολιών.

Το ΗΕΓ χρησιμοποιήθηκε και σε μία ελληνική έρευνα, σε ελληνικό πληθυσμό, που έγινε από τον Μιχελογιάννη et. al, το 1994, όπου παρατήρησαν εάν τα ΗΕΓ παιδιών με χαμηλή επίδοση στο σχολείο διαφοροποιούνται σε σχέση με αυτά των συνομηλίκων τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής ήταν ότι οι διαφορές στο ΗΕΓ, στις δύο αυτές ομάδες, ήταν σημαντικές και μπορούν να βοηθήσουν ώστε να δοθεί η διάγνωση των μαθησιακών δυσκολιών.

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα, του 2006, από την Coburn και τους συνεργάτες της, με σκοπό της χρήσης του ΗΕΓ ως κλινικό εργαλείο για την διάγνωση των μαθησιακών δυσκολιών, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα περισσότερα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες εμφανίζουν μη τυπικά ποσοτικό ΗΕΓ σε σύγκριση με τα παιδιά χωρίς μαθησιακές δυσκολίες. Ωστόσο, εκτός από τη χρήση του ΗΕΓ για τη διάγνωση των μαθησιακών δυσκολιών, εξαιτίας της καλής χρονικής του ανάλυση επιτρέπει τη μελέτη γνωστικών διεργασιών, γεγονός που μπορεί να ωφελήσει σε έρευνες με σκοπό τα αίτια των ειδικών διαταραχών της μάθησης, όπως είναι η δυσλεξία.

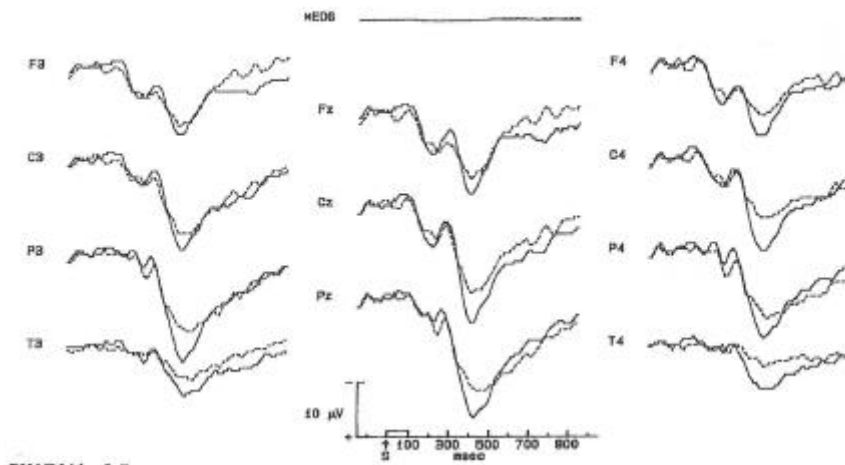
Συμπερασματικά, από όλες τις παραπάνω έρευνες που έχουν γίνει με το πέρασμα των χρόνων, διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζουν ένα διαφοροποιημένο ΗΕΓ σε σύγκριση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους. Έτσι, η συγκεκριμένη τεχνική μπορεί να προσφέρει πολλές πληροφορίες, τόσο στη διάγνωση των μαθησιακών δυσκολιών, όσο και ότι μπορεί να αναλυθεί και να συγκριθεί με μεγάλες νόρμες ΗΕΓ δεδομένων, που είναι πολύ σημαντικό διότι μπορεί να συνεισφέρει αρκετά στη διαφορική διάγνωση των διαταραχών αυτών.

Τέλος, μπορεί να δώσει και μια εικόνα για τους νευροβιολογικούς μηχανισμούς στις διαταραχές της μάθησης καθώς και τις δυνατότητες και ικανότητες του κάθε παιδιού, το οποίο θα βοηθήσει σημαντικά στη δημιουργία της κατάλληλης παρέμβασης.

2.2.3 Προκλητά δυναμικά

Προκλητά δυναμικά ονομάζονται οι σύντομες μεταβολές στο σήμα ενός ΗΕΓ, οι οποίες συμβαίνουν ως απάντηση σε ένα διακριτό αισθητικό ερέθισμα. Τα προκλητά δυναμικά, στο μεγαλύτερο μέρος τους διαβαθμίζονται στους δενδρίτες οι οποίοι πυροδοτούνται από κάποιο αισθητικό ερέθισμα. Ένα από τα προβλήματα με τα προκλητά δυναμικά, είναι ότι αναμιγνύονται στον εγκέφαλο με πάρα πολλά άλλα ηλεκτρικά σήματα, πράγμα που καθιστά δύσκολο στο να εντοπιστούν με μια απλή οπτική παρακολούθηση της καταγραφής ενός ΗΕΓ (Kolb & Wishaw, 2011).

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε μια καταγραφή προκλητών δυναμικών, η οποία προκύπτει όταν ένας άνθρωπος ακούσει έναν ήχο. Στην αρχή, όταν ακούγεται πρώτη φορά ο ήχος, η καταγραφή είναι ακανόνιστη, όταν όμως ληφθεί η μέση τιμή από εκατό παρουσιάσεις του ερεθίσματος, εμφανίζεται ένα χαρακτηριστικό πρότυπο κυμάτων. Το πρότυπο αυτό, αποτελείται από έναν αριθμό αρνητικών και θετικών κυμάτων, τα οποία ανακύπτουν σε ένα χρονικό διάστημα λίγων εκατοντάδων χιλιοστών του δευτερολέπτου μετά το ερέθισμα. Τα κύματα αριθμούνται βάσει του χρόνου στον οποίο προκύπτουν. Δεν αντιστοιχούν όλα τα κύματα αποκλειστικά σε κάποιο συγκεκριμένο ερέθισμα, ορισμένα είναι κοινά σε κάθε ακουστικό ερέθισμα το οποίο θα μπορούσε να παρουσιαστεί. Ωστόσο, άλλα κύματα αντιστοιχούν σε σημαντικές διαφορές αυτού του συγκεκριμένου ήχου.



Εικόνα 4: Γνωστικά προκλητά δυναμικά. Σύγκριση κυματομορφών υγιών ατόμων (η μαύρη γραμμή) και ατόμων με κρανιοεγκεφαλική κάκωση (η 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. (Πηγή: Κοσμίδου Μ., 2008).

Τα προκλητά δυναμικά διαχωρίζονται σε δύο ομάδες, τα εξωγενή ή αισθητηριακά δυναμικά και τα ενδογενή ή γνωστικά προκλητά δυναμικά. Εξωγενή προκλητά δυναμικά ονομάζονται τα ακουστικά προκλητά δυναμικά εγκεφαλικού στελέχους, τα οπτικά προκλητά δυναμικά και τα σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά. Τα εξωγενή ή αισθητηριακά χρησιμοποιούνται κυρίως στη διάγνωση διάφορων νευρολογικών διαταραχών λόγω της ικανότητας που έχουν στο να αξιολογούν τη νευρική δραστηριότητα στις αισθητηριακές οδούς. Σε αντίθεση, τα γνωστικά προκλητά δυναμικά, αξιολογούν τις γνωστικές παραμέτρους μιας γνωστικής διαδικασίας που εκτελεί το άτομο και τα χαρακτηριστικά τους επηρεάζονται από παράγοντες όπως η προσοχή, η προσπάθεια που καταβάλλεται, η μνήμη, η γνωστική επεξεργασία και η γλωσσολογική ανάλυση (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011).

Η χρήση των προκλητών δυναμικών έχει αρκετά πλεονεκτήματα και αρκετούς πρακτικούς λόγους για τη χρήση τους. Ένα από τα πλεονεκτήματα είναι ότι η τεχνική αυτή είναι μη επεμβατική, αυτό συμβαίνει γιατί τα ηλεκτρόδια εφαρμόζονται στην επιφάνεια του κρανίου και όχι του εγκεφάλου. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι το κόστος τους, ιδιαίτερα σε σύγκριση με άλλες τεχνικές ανάλυσης του εγκεφάλου, όπως οι απεικονιστικές τεχνικές του

εγκεφάλου, τα προκλητά δυναμικά έχουν αρκετά χαμηλό κόστος. Επίσης, τα προκλητά δυναμικά γίνεται να καταγραφούν από πολλές περιοχές του εγκεφάλου ταυτόχρονα, εφαρμόζοντας μια σειρά ηλεκτροδίων σε διαφορετικά σημεία του κρανίου. Επειδή συγκεκριμένες εγκεφαλικές περιοχές αποκρίνονται μόνο σε συγκεκριμένα είδη αισθητικών ερεθισμάτων, οι σχετικές αποκρίσεις στις διάφορες περιοχές μπορούν να χρησιμεύουν στη χαρτογράφηση της λειτουργίας του εγκεφάλου.

Μια άλλη χρήση για τα προκλητά δυναμικά, εκτός από την ανίχνευση των περιοχών του εγκεφάλου που επεξεργάζονται συγκεκριμένα ερεθίσματα, είναι και η μελέτη της σειράς με την οποία λειτουργούν οι διάφορες περιοχές και αυτό είναι αρκετά σημαντικό και χρήσιμο, διότι με αυτό τον τρόπο μπορούμε να μάθουμε την πορεία της πληροφορίας μέσα στον εγκέφαλο. Άλλες περιοχές έρευνας για τα προκλητά δυναμικά είναι στη μελέτη του τρόπου με τον οποίο σκέφτονται και επεξεργάζονται πληροφορίες τα παιδιά καθώς μεγαλώνουν και ωριμάζουν. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εξέταση του τρόπου με τον οποίο ένα άτομο με εγκεφαλική βλάβη αντισταθμίζει τη βλάβη χρησιμοποιώντας άλλες περιοχές του εγκεφάλου, οι οποίες δεν έχουν κάποια βλάβη. Επιπρόσθετα, τα προκλητά δυναμικά, μπορούν να βοηθήσουν στο να βρούμε ποιες περιοχές του εγκεφάλου παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ευαισθησία στη διαδικασία της γήρανσης και γι' αυτό το λόγο είναι υπεύθυνες περισσότερο στην έκπτωση των συμπεριφορικών λειτουργιών των ηλικιωμένων.

Τα προκλητά δυναμικά έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετά στη μελέτη των οπτικών, των ακουστικών και των γνωστικών διεργασιών που εμπλέκονται στις μαθησιακές δυσκολίες, και ιδιαίτερα στην δυσλεξία. Παρακάτω θα αναφερθούμε σε μερικές από αυτές τις μελέτες που έχουν γίνει όλα αυτά τα χρόνια.

2.2.4 Μελέτες με προκλητά δυναμικά

Σε μία από τις αρχικές έρευνες που έγινε η χρήση των οπτικών προκλητών δυναμικών (Conners, 1970), παρατηρήθηκε ότι ένα μειωμένο εύρος ενός αρνητικού κύματος N200 στον αριστερό βρεγματικό λοβό των παιδιών με δυσλεξία σχετίζεται με φτωχή αναγνωστική ικανότητα. Σε μία άλλη έρευνα, που έγινε το 1989 από τον Cielsieski, καταγράφηκαν τα προκλητά δυναμικά μετά από μη λεκτικά οπτικά ερεθίσματα σε άτομα με δυσλεξία και με ειδικές οπτικό-γνωστικές διαταραχές. Παρατηρήθηκαν μεγαλύτεροι

λανθάνοντες χρόνοι, ειδικά για την κυματομορφή N200 και χαμηλότερο εύρος στα παιδιά με δυσλεξία, τα προκλητά δυναμικά των οποίων δεν εμφάνιζαν στο εύρος τους τις επιδράσεις της εγκεφαλικής πλευρίωσης που παρατηρείται στα φυσιολογικά παιδιά και υποστηρίχθηκε ότι η συγκεκριμένη υπό-ομάδα των παιδιών με δυσλεξία παρουσιάζει ένα έλλειμμα στην επεξεργασία σύνθετων οπτικών ερεθισμάτων από το δεξί ημισφαίριο.

Μια άλλη έρευνα που έγινε σε δυσλεξικά παιδιά που εμφάνιζαν ελλείματα στην οπτική επεξεργασία (Taylor & Keenan, 1990), με τη χρήση δοκιμασιών που ασχολούνται με το διάβασμα, διαπίστωσαν καθυστέρηση στην εμφάνιση των κυματομορφών N200 και P300. Σε μία μελέτη που έγινε το 1999, από τους ίδιους ερευνητές, εξέτασαν παιδιά με δυσλεξία που εμφανίζουν ελλείματα στην ακουστική επεξεργασία σε φωνολογικές, ορθογραφικές και σημασιολογικές δοκιμασίες. Οι διαφορές, που παρατηρήθηκαν στο χρόνο στο χρόνο έλκυσης των κυματομορφών ανάμεσα στα παιδιά με δυσλεξία και στην ομάδα ελέγχου ήταν πολύ σημαντικά κατά τη φωνολογική δοκιμασία. Στις δύο αυτές μελέτες, βρήκαν ότι η κατανομή των προκλητών δυναμικών διέφερε ανάμεσα σε δυσλεξικούς και φυσιολογικούς αναγνώστες, το οποίο μας δείχνει διαφοροποίηση των παιδιών με δυσλεξία στη χρήση διαφορετικών φλοιωδών περιοχών του εγκεφάλου. Μια άλλη σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε ήταν στις κυματομορφές P200 και N200. Όλες οι παραπάνω μελέτες που αναφέραμε, υποστηρίζουν ότι η συνηθισμένη κυριαρχία του αριστερού ημισφαιρίου για τις αναγνωστικές δοκιμασίες δεν εμφανίζεται στα παιδιά με δυσλεξία. Τα συγκεκριμένα ευρήματα έχουν διαπιστωθεί και με μελέτες λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (Shaywitz, 2002) και με μαγνητοεγκεφαλογραφίας (Simos et. al., 2000).

Σε μια μεταγενέστερη έρευνα, που έγινε το 2005 από τους Bergmann, Hutzler, Klimesch και Wimmer, όπου εξέτασαν αν υπάρχουν διαφορές στα πρώιμα προκλητά δυναμικά ανάμεσα σε άτομα με δυσλεξία και άτομα με ευχέρεια στην ανάγνωση. Παρατηρήθηκαν ελλείματα στην επεξεργασία των λέξεων ή της αλληλουχίας των γραμμάτων. Παρατηρήθηκαν επίσης, μειωμένα αρνητικά δυναμικά στα δυσλεξικά άτομα στις μπροστινές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, τα οποία μπορεί να οφείλονται είτε στην παρατεταμένη επεξεργασία των λέξεων, είτε σε μία εγγενή δυσλειτουργία των περιοχών του αριστερού μετωπιαίου λοβού. Έτσι, με τα αποτελέσματα αυτά, οι ερευνητές κατέληξαν ότι τα μειωμένα προκλητά δυναμικά μπορεί να λειτουργήσουν ως δείκτες δυσκολιών στην ανάγνωση.

Η επίσης πρόσφατη έρευνα που έγινε το 2004, από τους Bonte και Blomert, οι οποίοι μελέτησαν τα προκλητά δυναμικά κατά την αναγνώριση λέξεων του προφορικού λόγου και διαπίστωσαν ότι η κυματομορφή N200 ήταν μεγαλύτερη στα άτομα με δυσλεξία σε σχέση με την ομάδα που δεν έχει δυσλεξία. Οι ερευνητές το ερμήνευσαν αυτό ως ότι η μεγαλύτερη κυματομορφή αντιπροσωπεύει την αυξημένη προσπάθεια επεξεργασίας που κάνουν τα παιδιά με δυσλεξία στο στάδιο της λεξιλογικής πρόσβασης.

Πολλές ακόμα μελέτες με ακουστικά προκλητά δυναμικά σε άτομα με μαθησιακές διαταραχές έχουν εστιάσει στη μη προσαρμοσμένη αρνητική κυματομορφή (MMN). Η MMN είναι ένα αρνητικό προκλητό δυναμικό, που κορυφώνεται 150-200 msec μετά το ερέθισμα και προκαλείται μετά από μια αλλαγή σε ένα ακουστικό ερέθισμα. Οι έρευνες MMN αποσκοπούν στη μελέτη των ακουστικών ελλειμμάτων στην δυσλεξία, οι οποίες έρευνες δείχνουν ότι τα άτομα με δυσλεξία παράγουν εξασθενημένη την κυματομορφή MMN σε συλλαβικά ερεθίσματα σε σχέση με τις ομάδες ελέγχου, το οποίο μας δείχνει μια διαταραχή στην πρώιμη ακουστική διάκριση.

Αρκετό ενδιαφέρον αποτελούν και οι μελέτες με MMN που έχουν γίνει σε βρέφη και νήπια που βρίσκονται σε γενετικό κίνδυνο για την εμφάνιση δυσλεξίας. Επειδή η κυματομορφή MMN αποτελεί μια αυτόματη αντίδραση και δεν χρειάζεται την εμπλοκή της προσοχής, έτσι αποτελεί την κατάλληλη μέθοδο για τη μελέτη των ακουστικών – αντιληπτικών ελλειμμάτων σε βρέφη και παιδιά. Σε μια πρόσφατη μελέτη που έγινε (van Leeuwen et al., 2008), παρατηρήθηκε ότι τα βρέφη 2 μηνών με γενετικό κίνδυνο για δυσλεξία δεν δείχνουν κάποια διαφορετική αντίδραση στην κορύφωση MMN σε χειριζόμενα φυσικά ερεθίσματα του λόγου, ενώ η ομάδα ελέγχου έδειξε δυο διαφορετικές αντιδράσεις, μία πρόωρη ηλεκτροαρνητική κορύφωση περίπου 570 msec μετά το ερέθισμα. Αυτά τα αποτελέσματα μας δείχνουν μια πρώιμη νευροβιολογική ένδειξη της διαταραχής στα βρέφη με κίνδυνο ανάπτυξης δυσλεξίας και μπορούν να λειτουργήσουν ως ένα πρώιμο σημάδι για την ανίχνευση της δυσλεξίας.

Επιπρόσθετα, στις μελέτες με προκλητά δυναμικά που έχουν γίνει σε βρέφη και νήπια που βρίσκονται σε γενετικό κίνδυνο για την εμφάνιση δυσλεξίας παρατηρήθηκαν αποκλίσεις σε πρώιμα συστατικά των προκλητών δυναμικών, όπως είναι το N100 και το MMN, που έχουν ως αποτέλεσμα διαφοροποιήσεις στην ακουστική και φωνολογική επεξεργασία, ενώ κάποια άλλα ευρήματα μας δείχνουν και αποκλίσεις στις πρωταρχικές λεξιλογικές και σημασιολογικές διεργασίες.

Ωστόσο, εκτός από την ανίχνευση πιθανών διαταραχών που μπορούν να μας προφέρουν τα προκλητά δυναμικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη μελέτη των επιδράσεων της διδασκαλίας στον εγκέφαλο. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες σχετικά με την αποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για τη διδασκαλία της ανάγνωσης σε σχέση με την εγκεφαλική λειτουργία. Μία από αυτές τις μελέτες, όπου εστίασε στην κορύφωση MMN (Kujala et al., 2001), παρατήρησε ότι μια αύξηση στο εύρος MMN φανερώνει την ευκολία των ατόμων στη διάκριση διαφορών ανάμεσα στα ερεθίσματα. Γι' αυτό, οι καταγραφές του έχουν εφαρμοστεί στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης σε άτομα με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία που εκπαιδεύτηκαν με ένα πρόγραμμα οπτικό – ακουστικών συνδυασμών εμφάνισαν βελτίωση στις αναγνωστικές τους ικανότητες, αλλά και στην ευχέρεια διάκρισης ανάμεσα στα ερεθίσματα.

Στην συνέχεια, θα αναφερθούμε στις μελέτες των χρονικά ύστερων κυματομορφών των προκλητών δυναμικών όπου ασχολήθηκαν με τις γνωστικές δυσλειτουργίες των μαθησιακών διαταραχών. Για να γίνει η καταγραφή αυτή, απαιτεί από τον εξεταζόμενο τη συνειδητή κινητοποίηση εγκεφαλικών μηχανισμών και γνωστικών διεργασιών. Αντανακλούν τη δραστηριότητα του θαλάμου και του φλοιού, δομές του εγκεφάλου που συμμετέχουν σε γνωστικές λειτουργίες, όπως η προσοχή και η σύνθεση πληροφοριών.

Κάποια από τα συστατικά των προκλητών δυναμικών που έχουν μελετηθεί, είναι το P300 και N400, για τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω. Το P300 είναι μια θετική κυματομορφή, που εμφανίζει τη μέγιστη κορυφή της στα 300 msec περίπου και αποτελεί το πιο διαδεδομένο από τα γνωσιακά προκλητά δυναμικά, το οποίο παράγεται όταν ο εξεταζόμενος καλείται να διακρίνει ανάμεσα σε δύο ερεθίσματα που διαφέρουν μεταξύ τους. Η καταγραφή του P300 αποσκοπεί στην εξέταση του ρόλου της προσοχής στις μαθησιακές δυσκολίες και κυρίως στην ανάγνωση. Κάποιες έρευνες, που έγιναν σε παιδιά με δυσλεξία και κανονικούς αναγνώστες, όπου εξετάστηκαν σε δοκιμασίες ακουστικής διάκρισης λεκτικών και μη λεκτικών ερεθισμάτων, παρατήρησαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία εμφάνιζαν μικρότερες και καθυστερημένες κυματομορφές στον κροταφικό λοβό, με τις διαφορές να είναι κυρίως στη λεκτική δοκιμασία. Σε μια άλλη έρευνα από τους Erez και Pratt το 1992, όπου χρησιμοποίησαν ως ερεθίσματα τόνους και μονοσύλλαβους ήχους χωρίς νόημα, παρατήρησαν μειωμένο εύρος στο P300 στα άτομα με δυσλεξία. Τα αποτελέσματα αυτά, υποδεικνύουν μια μειωμένη πρόσβαση των ατόμων με δυσλεξία στους μηχανισμούς της προσοχής. Μια πρόσφατη έρευνα, διαπίστωσε ότι τα άτομα με δυσλεξία παρουσιάζουν

μειωμένο εύρος στο P300 και επιβεβαίωσαν τις προηγούμενες μελέτες που υποστήριζαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία έχουν δυσκολίες να διακρίνουν σύνθετα και ταχέως παρουσιαζόμενα ακουστικά ερεθίσματα (Santos, Jolly-Pottuz, Moreno, Habib & Besson, 2007).

Ένα άλλο συστατικό των προκλητών δυναμικών, στο οποίο έχουν γίνει αρκετές μελέτες για τις μαθησιακές δυσκολίες, είναι το N400. Το N400 είναι ένα αρνητικό συστατικό των προκλητών δυναμικών που κορυφώνεται περίπου στα 400 msec μετά την έναρξη του ερεθίσματος και μας δείχνει την επεξεργασία σημασιολογικών πληροφοριών. Σε μια μελέτη που έγινε από τους Stelmack και Miles, το 1990, σε ενήλικες με δυσλεξία, παρατήρησαν μειωμένο εύρος N400, το ίδιο παρατηρήθηκε και σε άλλες έρευνες που έγιναν αργότερα σε παιδιά.

Τέλος, δεν θα μπορούσαμε να μην αναφέρουμε, ότι τα τελευταία χρόνια ότι τα προκλητά δυναμικά έχουν ξεκινήσει να χρησιμοποιούνται και για τη διερεύνηση άλλων διαταραχών της μάθησης, εκτός από τις αναγνωστικές δυσκολίες, όπως είναι η ειδική μαθησιακή διαταραχή της γραφής (δυσγραφία) και η αναπτυξιακή διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων (δυσαριθμησία).

2.3 Απεικονίσεις εγκεφάλου

2.3.1 Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET)

Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) είναι μία απεικονιστική μέθοδος της πυρηνικής ιατρικής η οποία καθιστά δυνατή την λήψη λειτουργικών εικόνων δηλωτικών του μεταβολισμού και κατά συνέπεια της φυσιολογικής ή παθολογικής λειτουργίας των οργάνων (Γεωργίου,2008). Η PET αποτελεί μία από τις βασικές μεθόδους για την μελέτη της δραστηριότητας του εγκεφάλου τη στιγμή που το άτομο εκτελεί μια διαδικασία. Ο σκοπός της PET είναι να ερευνά, στον φυσιολογικό οργανισμό, τις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά την λειτουργία διάφορων οργάνων.

Οι ποζιτρονικοί ανιχνευτές αποτελούν πολύ ακριβά μηχανήματα διότι απαιτούν την ύπαρξη κύκλωτρων για την παρασκευή ραδιενεργών ιστοτόπων. Το άτομο δέχεται μια ραδιοσημασμένη ουσία, σε μορφή ένεσης, η ουσία αυτή φτάνει στον εγκέφαλο και χρησιμεύει ως δείκτης καταγραφής της νευρωνικής δραστηριότητας, σε κάποια

συγκεκριμένη χρονική στιγμή, μετρώντας τη δραστηριότητα μεταβολισμού των διαφόρων εγκεφαλικών περιοχών.

Η τεχνική της PET, σε έρευνες που έχουν γίνει, χρησιμοποιείται κυρίως σε ενήλικες και ως τώρα δεν έχει γίνει κάποια έρευνα σε παιδιά με δυσλεξία, ώστε να μην εκτεθούν τα παιδιά σε κάποιο βαθμό ακτινοβολίας. Ωστόσο, αν και το ηλικιακό δείγμα που έχουμε είναι περιορισμένο, η ποζιτρονική τομογραφία μας είναι πολύ χρήσιμη και μας έχει δώσει αρκετές πληροφορίες για το νευρωνικό υπόβαθρο λειτουργιών, όπως είναι η ανάγνωση, οι φωνολογικές δεξιότητες και η εκτέλεση ενός μνημονικού έργου.

Σε μία μελέτη των Gross-Glenn et al. (1990) , σε μία αναγνωστική δοκιμασία μεμονωμένων λέξεων σε άτομα με αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες, παρατηρήθηκε ότι οι ενεργοποιούμενες εγκεφαλικές δομές διέφεραν. Στα άτομα που δεν είχαν αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες ενεργοποιούνταν περισσότερο οι περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού. Στην μελέτη των Hagman et al. (1992), πάλι σε άτομα με αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες και σε άτομα χωρίς, σε μία δοκιμασία ακουστικής διάκρισης συλλαβών, παρατηρήθηκε ότι τα άτομα με δυσλεξία έκαναν περισσότερα λάθη στο να διακρίνουν τη συλλαβή στόχο, ανάμεσα σε άλλες συλλαβές, πιέζοντας ένα κουμπί.

Μια άλλη μελέτη των Rumsey et al. (1992), κατά την οποία χορηγήθηκε ραδιοσημασμένο οξυγόνο O και μετρήθηκε η εγκεφαλική αιματική ροή εγκεφάλων τη στιγμή δραστηριοποίησης σε μια ακουστική φωνολογική διαδικασία, σε μια ομάδα δυσλεξικών και μία μη δυσλεξικών ενηλίκων. Στην δοκιμασία αυτή, έπρεπε να βρεθούν τα ομοιοκατάληκτα ζευγάρια μονοσύλλαβων, δισύλλαβων και τρισύλλαβων λέξεων. Τα ευρήματα που διαπιστώθηκαν από αυτή την έρευνα είναι τα ακόλουθα:

α) Η ανίχνευση της ρίμας ενεργοποιούσε τις αριστερές κροταφικό – βρεγματικές φλοιικές περιοχές, εκτός της γωνιώδους έλικας.

β) Τα δυσλεξικά υποκείμενα είχαν σημαντικά χαμηλότερη ενεργοποίηση των περιοχών αυτών και την ανίχνευση της ρίμας.

γ) Το μειονέκτημα αυτό των δυσλεξικών ανδρών ήταν ειδικό, αφορούσε δηλαδή ειδικά τη φωνολογική δοκιμασία.

Η έρευνα των Paulesu et al. (1996) είχε επίσης πολύ σημαντικά ευρήματα. Σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε ραδιοσημασμένο οξυγόνο O και συμμετείχε μια ομάδα με

άτομα με δυσλεξία και μία ομάδα που εμφάνιζαν μαθησιακές δυσκολίες. Τα άτομα αυτά εξετάστηκαν σε τέσσερις δοκιμασίες, μία δοκιμασία είχε να κάνει με την ομοιοκαταληξία, μια δοκιμασία διάκρισης απλών γεωμετρικών σχημάτων, ένα λεκτικό έργο βραχυπρόθεσμης μνήμης και ένα έργο οπτικής βραχυπρόθεσμης μνήμης. Η δοκιμασία της ομοιοκαταληξίας και της λεκτικής βραχυπρόθεσμης μνήμης απαιτούσαν την ενεργοποίηση των φωνολογικών δεξιοτήτων ενώ οι υπόλοιπες δοκιμασίες θεωρήθηκαν ως οπτικές μη λεκτικές δοκιμασίες. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν από αυτή την μελέτη ήταν τα ακόλουθα. Πρώτα, ότι οι φωνολογικές δοκιμασίες στα άτομα που δεν έχουν μαθησιακό ιστορικό, εντοπίζονται κυρίως στις αριστερές ημισφαιρικές περιοχές γύρω από τη σχισμή Sylvius, αυτή περιοχή περιλαμβάνει επίσης και τέσσερα αρκετά σημαντικά συστήματα, τα οποία είναι: η περιοχή Broca, η περιοχή Wernicke, η insula ή νήσο του Reil και την υπερχειλίο έλικα.

Στους ενήλικες χωρίς ιστορικό μαθησιακών δυσκολιών, όλες αυτές οι περιοχές ενεργοποιούνταν συντονισμένα, στη διάρκεια των φωνολογικών δοκιμασιών. Όμως, στους ενήλικες με μαθησιακό ιστορικό, δεν φαινόταν συντονισμένη αυτή η ενεργοποίηση του συστήματος. Αρκετά σημαντικό εύρημα, είναι ότι στις δυο φωνολογικές δοκιμασίες, στα άτομα με δυσλεξία δεν ενεργοποιούνταν καθόλου η νήσος του Reil.

Καταλήγοντας, με βάση όλα τα ευρήματα των παραπάνω μελετών, οι επιστήμονες κατέληξαν ότι τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν προβλήματα στην εσωτερική επανάληψη των φθόγγων των λέξεων, για αυτό και εκτελούνται διαφορετικά οι φωνολογικές δοκιμασίες. Αυτή η αδυναμία, του φωνολογικού συστήματος, ίσως οφείλεται σε αδυναμία σύνδεσης των εμπρόσθιων με τις οπίσθιες γλωσσικές περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού. Επίσης, πολύ σημαντικό εύρημα αποτελεί και ότι ίσως η δυσλεξία να είναι ένα σύνδρομο δυσλειτουργικού συντονισμού, δηλαδή μια ανεπάρκεια στη σύνδεση των κρίσιμων φλοϊκών περιοχών της γλώσσας και του λόγου (Paulesu, et al., 1996). Τέλος, μπορούμε να πούμε ότι οι σύγχρονες μελέτες παρέχουν πολλά ευρήματα που μαρτυρούν την νευρολογική βάση της δυσλεξίας.

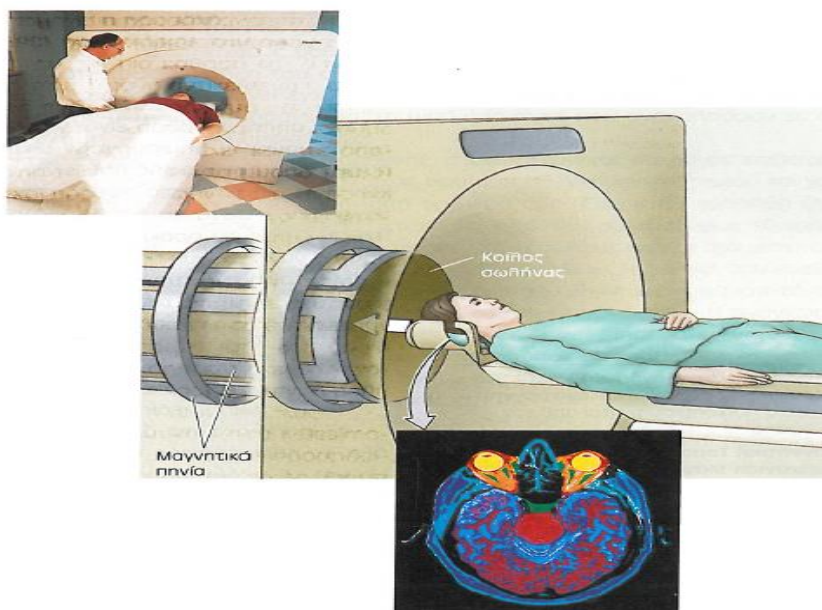
2.3.2 Απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI)

Η απεικόνιση του μαγνητικού συντονισμού (MRI) αποτελεί μια ακτινολογική μέθοδο απεικόνισης των δομών του εγκεφάλου. Ωστόσο, πλέον υπάρχουν πολλές μέθοδοι

που επιτρέπουν στο MRI να χρησιμοποιείται για να απεικονίσει και τη λειτουργία του εγκεφάλου, πέρα από τη δομή του (Brown & Hagoort, 2004).

Η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού παρέχει πιο ευκρινείς τρισδιάστατες εικόνες σε σχέση με την αξονική τομογραφία και δεν εκθέτει το άτομο σε ραδιενεργή ακτινοβολία. Με την MRI απεικονίζεται η διαφορά μεταξύ φαιάς και λευκής ουσίας και επιπλέον μπορεί και αποκαλύπτει ακόμα και τις μικροσκοπικές αλλαγές στη δομή των εσωτερικών οργάνων. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε και παρακολουθούμε την εξέλιξη μιας νόσου διεξάγοντας πολλές εξετάσεις και συσχετίζοντας αυτές τις δομικές πληροφορίες με τη συμπεριφορική ή γνωστική κατάσταση του ασθενή.

Η όλη διαδικασία διαρκεί δεκαπέντε λεπτά. Ο εξεταζόμενος ξαπλώνει μέσα σε ένα μεγάλο κυλινδρικό μαγνήτη και εκτίθεται σε πολύ ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Οι εικόνες μοιάζουν με αυτές της αξονικής τομογραφίας με τη μόνη διαφορά ότι παρουσιάζουν πιο έντονη αντίθεση μεταξύ φυσιολογικών και παθολογικών ιστών. Επίσης, η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού είναι ιδιαίτερα σημαντική στην ανίχνευση όγκων (Κοσμίδου, 2008).



Εικόνα 5: Μαγνητική τομογραφία (απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού). Το υποκείμενο τοποθετείται σε ένα μακρύ μεταλλικό κύλινδρο που έχει δύο ομάδες μαγνητικών πηνίων, οι οποίες είναι διευθετημένες με ορθές γωνίες η μία προς την άλλη. Ένα επιπρόσθετο πηνίο, που είναι γνωστό ως πηνίο ραδιοσυχρότητας, περιβάλλει το κεφάλι και έχει σχεδιαστεί για να διαταράσσει τα στατικά μαγνητικά πεδία ώστε να παραχθεί η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού. (Πηγή: Kolb & Wishaw, 2011).

2.3.3 Λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI)

Η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI), χρησιμοποιείται για να απεικονίσει τη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου, συγκεκριμένα, αποτελεί μία μη επεμβατική μέθοδο καταγραφής των αιμοδυναμικών συσχετίσεων των μεταβολών στην τοπική νευρική δραστηριότητα. Η ταχύτητα λήψης των δεδομένων, η χωρική της αναλυτικότητα και η ευαισθησία της στα πειραματικά αποτελέσματα εξαρτώνται από μεταβλητές όπως η ένταση του μαγνητικού πεδίου, ο εξοπλισμός σάρωσης και η χρησιμοποιούμενη μέθοδος απόκτησης δεδομένων (Brown & Hagoort, 2004).

Η fMRI έχει πολλά πλεονεκτήματα μερικά από τα οποία είναι τα ακόλουθα. Ένα από τα σημαντικότερα είναι ότι η fMRI δεν απαιτεί τη χορήγηση ακτινοβολίας, σε αντίθεση με άλλες μεθόδους, και ο αριθμός των παρατηρήσεων που μπορούν να γίνουν σε ένα υποκείμενο είναι απεριόριστος. Το γεγονός αυτό, ανοίγει το δρόμο σε πλουσιότερους και ισχυρότερους πειραματικούς σχεδιασμούς. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του fMRI, αποτελεί η μεγάλη χωρική ανάλυση του. Έτσι, μαζί με τη δυνατότητα συλλογής μεγάλων σετ δεδομένων από ένα και μόνο υποκείμενο, μπορεί να οδηγήσει στο να γίνουν πιο διεξοδικές νευροανατομικές μελέτες. Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα αποτελεί και η ταχύτητα με την οποία λαμβάνονται τα δεδομένα με την fMRI.

Ωστόσο, η fMRI αν και έχει αρκετά πλεονεκτήματα, έχει και μερικά μειονεκτήματα. Ένα μειονέκτημα είναι ότι, η fMRI δεν μπορεί να ανιχνεύσει τη δραστηριότητα σε όλες τις εγκεφαλικές περιοχές με την ίδια ευαισθησία. Αυτό, γίνεται εξαιτίας της υποβάθμισης της ποιότητας του σήματος BOLD από περιοχές που επηρεάζονται από τη μαγνητική ευαισθησία εξαιτίας άλλων παραγόντων πέραν της οξυγόνωσης του αίματος. Ένα ακόμα μειονέκτημα στη χρήση της μεθόδου fMRI είναι ότι η ποιότητα του σήματος μειώνεται και εισάγονται σφάλματα, ακόμα κι με τις πιο μικρές κινήσεις του κεφαλιού (Brown & Hagoort, 2004).

3. Κεφάλαιο 3: Οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι στην οπτική και ακουστική επεξεργασία

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε μία εκτεταμένη αναφορά στις μαθησιακές διαταραχές, πιο συγκεκριμένα στη δυσλεξία, αλλά και στις νευροαπεικονιστικές μεθόδους, τις οποίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να παρατηρήσουμε και να μελετήσουμε τις λειτουργίες του εγκεφάλου.

Μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς των ασθενών με εγκεφαλικές βλάβες, οι επιστήμονες ξεκίνησαν να συνδέουν την σχέση των εγκεφαλικών βλαβών και διάφορων λειτουργιών, όπως είναι η μάθηση. Για να γίνει κατανοητό το πώς συνδέονται ο εγκέφαλος στις διαδικασίες μάθησης του γραπτού και του προφορικού λόγου αλλά και των μαθηματικών ικανοτήτων χρειάστηκε να γίνουν πολλές κλινικές, ανατομικές και συμπεριφορικές μελέτες. Με τη χρήση όλων αυτών των νέων τεχνολογιών, που αναλύσαμε στο δεύτερο κεφάλαιο, πλέον μπορεί να γίνει πιο εύκολα η μελέτη του εγκεφάλου και να παρατηρήσουμε συγκεκριμένες περιοχές που μας ενδιαφέρουν και μας δίνουν σημαντικά στοιχεία που μας βοηθούν στη μελέτη ή ακόμα και στη θεραπεία διαφόρων διαταραχών.

Σύμφωνα με άλλα αυτά, αρχικά, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφέρουμε την σχέση του εγκεφάλου στην ανάγνωση και στη γραφή, πως λειτουργεί ο εγκέφαλος σε ένα άτομο με δυσλεξία. Στη συνέχεια, θα μιλήσουμε πιο συγκεκριμένα για την οπτική και ακουστική επεξεργασία στα άτομα με δυσλεξία, και για την κλινική απεικόνιση αυτών.

3.1 Φωνολογική ενημερότητα και ικανότητα ανάγνωσης

Η φωνολογική ενημερότητα ή επίγνωση ασχολείται με την ικανότητα της αναγνώρισης των φωνολογικών μερών σε μία λέξη και στη χρήσης αυτών των μερών, δηλαδή στην ικανότητα του παιδιού να κατανοεί τα δομικά στοιχεία του προφορικού λόγου αλλά και να τα χειρίζεται σωστά. Για να αποκτηθεί αυτή η ικανότητα, απαιτεί τις λειτουργίες της κατανόησης και της παραγωγής του επικοινωνιακού λόγου, αλλά απαιτεί εξίσου και τη δεξιότητα διαχωρισμού της δομής της γλώσσας από την επικοινωνιακή της πρόθεση. Πιο συγκεκριμένα, η φωνολογική ενημερότητα, είναι μία μεταγλωσσική δεξιότητα και αναφέρεται συγκεκριμένα στη σαφή κατανόηση ότι οι λέξεις αποτελούνται από διακριτά μέρη, τα οποία είναι οι συλλαβές και τα φωνήματα (Παντελιάδου, 2011).

Η σχέση της αναγνωστικής δεξιότητας και της φωνολογικής ενημερότητας έχει απασχολήσει αρκετά τους ερευνητές. Η φωνολογική ενημερότητα αποτελείται από ένα σύνολο ικανοτήτων που πρέπει να κατακτηθούν, οι οποίες ταξινομούνται με διαφορετικό βαθμό δυσκολίας. Για παράδειγμα, η ανάλυση των λέξεων σε συλλαβές, αποτελεί την πιο απλή δεξιότητα για την απόκτηση της αναγνωστικής δεξιότητας σε σχέση με την αντιστροφή φωνημάτων.

Έτσι, όπως είναι κατανοητό, ένα παιδί για να μάθει να διαβάζει και να γράφει, θα πρέπει προηγουμένως να έχει συνειδητοποιήσει ότι ο προφορικός λόγος διακρίνεται σε φωνολογικές μονάδες, άρα για να μεταβεί ομαλά από τον προφορικό στον γραπτό λόγο θα πρέπει να έχει αναπτύξει την φωνολογική ενημερότητα. Αρκετά σημαντικό, για την ομαλή ανάπτυξη της φωνολογικής ενημερότητας, είναι το παιδί να εκτίθεται από μικρή ηλικία σε εμπειρίες γραμματισμού.

Η σχέση της φωνολογικής ενημερότητας και της ανάγνωσης έχει μελετηθεί σε πολλές έρευνες, στην Ελλάδα έχουν γίνει έρευνες από τον Πόρποδα (1992) και τον Καρυώτη (1997). Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτές τις έρευνες είναι αρκετά. Μια έρευνα που έγινε από τους Badian το 1993 και Fox & Routh το 1984, σε άτομα με καλές και άτομα με φτωχές αναγνωστικές ικανότητες, έδειξαν ότι η διαφορά στα άτομα αυτά ήταν στην φωνολογική ενημερότητα. Τα άτομα με φτωχή αναγνωστική ικανότητα είχαν ανεπαρκείς ικανότητες ανεπαρκείς στην φωνολογική σε σχέση με τα άτομα με καλή αναγνωστική δεξιότητα.

Μερικοί ερευνητές θεωρούν ότι η φωνολογική ενημερότητα αποτελεί δεξιότητα που αναπτύσσεται σε μη λειτουργικούς αναγνώστες και ότι έχει σχέση με την αναγνωστική ικανότητα. Άλλοι θεωρούν ότι η ανάπτυξη της αναγνωστικής ικανότητας είναι αποτέλεσμα της αναγνωστικής δεξιότητας. Τέλος, μερικοί θεωρούν ότι οι δύο δεξιότητες αναπτύσσονται παράλληλα.

Το συμπέρασμα των ερευνών που έχουν γίνει ως τώρα, έχουν δείξει ότι η αξιολόγηση της φωνολογικής ενημερότητας αποτελεί δείκτη πρόβλεψης για την μελλοντική εμφάνιση αναγνωστικών δυσκολιών (Vellutino, 1991, Wagner, Torgesen, & Rashotte, 1994). Επίσης, όσο πιο υψηλό είναι το επίπεδο της φωνολογικής ενημερότητας ενός παιδιού, τόσο καλύτερη θα είναι και η μελλοντική του αναγνωστική του ικανότητα (Bradley & Bryant, 1983), αλλά και όσο πιο καλός είναι ένας αναγνώστης, τόσο καλύτερη είναι η φωνολογική του ενημερότητα.

Καταλήγουμε, ότι η φωνολογική ενημερότητα αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι για την εκμάθηση της αναγνωστικής δεξιότητας, καθώς και ότι η αξιολόγηση της αναγνωστικής δεξιότητας θα πρέπει να αποτελεί σημαντικό μέρος για την διάγνωση των αναγνωστικών δυσκολιών.

3.2 Εγκεφαλικοί μηχανισμοί που υποστηρίζουν τη λειτουργία της ανάγνωσης

Σύμφωνα με τις έρευνες και τις μελέτες που έχουν γίνει στον εγκέφαλο, παρατηρείται ότι η διαδικασία της ανάγνωσης και των επιμέρους δεξιοτήτων που την χαρακτηρίζουν βασίζεται σε ένα δίκτυο στενά συνδεδεμένων εγκεφαλικών περιοχών, όπου οι περισσότερες βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου. Με βάση το σημείο του εγκεφάλου στο οποίο έχει προκληθεί βλάβη μπορεί να έχει και διαφορετικές συνέπειες στην ικανότητα της ανάγνωσης και στις επιμέρους δεξιότητες της.

Οι περιοχές που απαρτίζουν το μηχανισμό της ανάγνωσης, με βάση τη λειτουργική τους εξειδίκευση, οργανώνονται σε τρία επιμέρους υποσυστήματα ή κυκλώματα. Το πρώτο κύκλωμα, περιλαμβάνει κροταφονιακές περιοχές, τόσο στη πλάγια όσο και στην κοιλιακή επιφάνεια του κροταφικού λοβού και στο οπίσθιο τμήμα της μέσης κροταφικής έλικας. Το δεύτερο υποσύστημα, αποτελείται από τις οπίσθιες κροταφικές και κροταφό – βρεγματικές περιοχές. Η πρώτη και η δεύτερη περιοχή αποτελούν ένα τμήμα της επεξεργασίας του προφορικού λόγου. Τέλος, το τρίτο υπόστρωμα, περιλαμβάνει το φλοιό της κάτω μετωπιαίας έλικας (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011).

Το πρώτο υποσύστημα, ευθύνεται για τις νευροφυσιολογικές διεργασίες γραφημικής επεξεργασίας μεμονωμένων λέξεων. Βλάβες σε αυτές τις περιοχές, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά αναγνωστικά ελλείμματα, όπως η δυσλεξία. Συνήθως, σε αυτές τις περιπτώσεις, διατηρείται η ικανότητα αναγνώρισης των γραμμάτων της αλφαβήτου και μπορεί να αποκωδικοποιήσει λέξεις με πολύ αργό ρυθμό και κόπο. Το υποσύστημα αυτό, φαίνεται να παίζει ρόλο και στην αυτόματη ανάκληση γραφημικών αναπαραστάσεων λέξεων. Έτσι, με βάση όλα τα παραπάνω, η ακεραιότητα του πρώτου υποσυστήματος είναι αναγκαία για την ικανότητα της αυτοματοποιημένης αναγνώρισης λέξεων, η οποία αναπτύσσεται πλήρως μετά από παρατεταμένη αναγνωστική πείρα.

Το δεύτερο υποσύστημα είναι υπεύθυνο για την γλωσσική ανάλυση του γραπτού λόγου, κυρίως της φωνολογικής αποκωδικοποίησης και τη λεξική ανάλυση. Αν προκληθεί

βλάβη σε αυτή την περιοχή, παρατηρούνται διαταραχές στην ανάγνωση, που είναι ανάλογες των ελλειμμάτων που παρατηρούνται και στον προφορικό λόγο.

Το τρίτο και τελευταίο υποσύστημα του μηχανισμού της ανάγνωσης, περιλαμβάνει την κάτω μετωπιαία έλικα, η οποία είναι υπεύθυνη για την αποκωδικοποίηση γραπτών ερεθισμάτων με διαφορετικό τρόπο από αυτό της κροταφοβρεγματικής περιοχής. Οι βλάβες που συμβαίνουν στην κάτω μετωπιαία έλικα, δεν προκαλούν πάντα σοβαρά αναγνωστικά προβλήματα, έτσι θεωρείται ότι η συμβολή του μετωπιαίου φλοιού στην ανάγνωση είναι δευτερεύουσας σημασίας.

Σε άλλες περιοχές, όπως είναι η γωνιώδη έλικα, αν υποστεί βλάβη μπορεί να προκαλέσει μια χαρακτηριστική μορφή αλεξίας, στην οποία ο ασθενής διαβάζει λέξεις αρθρώνοντας μεμονωμένα γράμματα. Οι νευροφυσιολογικές διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος στη γωνιώδη έλικα συμβάλλουν στην ενεργοποίηση φωνολογικών αναπαραστάσεων για ολόκληρες λέξεις, οι οποίες αποθηκεύονται στο φλοιό της άνω ή μέσης κροταφικής έλικας.

3.3 Αντιληπτικά και γνωσιακά ελλείμματα παιδιών με δυσκολίες στην ανάγνωση

Έλλειμμα ταχείας επεξεργασίας ακουστικών ερεθισμάτων: Αναφέρεται σε δυσκολία στην ικανότητα επεξεργασίας ταχέως μεταβαλλόμενων ακουστικών ερεθισμάτων όπως αυτών που απαρτίζουν συνεκφερόμενους φθόγγους στον προφορικό λόγο (Tallal, 1980). Το έλλειμμα αυτό προκαλεί δυσχέρεια στην ανάλυση της φασματικής και χρονικής διάστασης των ήχων της ομιλίας και των δυσκολιών στην φωνημική και φωνολογική επεξεργασία του λόγου. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι το έλλειμμα στην επεξεργασία μη λεκτικών ακουστικών ερεθισμάτων δε συνδέεται πάντα με δυσκολίες στην επεξεργασία ήχων ομιλίας και αναγνωστικών δυσκολιών (Amitay et. al., 2002).

Η υπόθεση αυτή εντάσσεται στις αισθητηριοκινητικές θεωρίες για την δυσλεξία, που εστιάζουν κυρίως στις αντιληπτικές και κινητικές λειτουργίες. Μια άλλη υπόθεση, στις αισθητηριοκινητικές θεωρίες, είναι και η δυσκολία ταχείας επεξεργασίας οπτικών ερεθισμάτων, η οποία αναφέρεται σε δυσλειτουργία της θάλαμο – φλοιϊκής μεγαλοκυτταρικής οδού, μέσω της οποίας μεταδίδονται οπτικές πληροφορίες σχετικά με ταχέως μεταβαλλόμενα στοιχεία του οπτικού πεδίου. Αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες

για τον έλεγχο των οφθαλμικών κινήσεων και για την σταθεροποίηση του προσβαλλόμενου οπτικού ειδώλου κατά την πραγματοποίηση γρήγορων σακκαδικών κινήσεων στην ανάγνωση. Σε λίγες μελέτες έχουν αναφερθεί ελλείμματα σε οπτικές ικανότητες που εξαρτώνται από πληροφορίες που μεταδίδονται από το μεγαλοκυτταρικό υποσύστημα, όπως είναι η δυσκολία στην αντίληψη της κίνησης και στην οπτική προσοχή στο χώρο. Τα ελλείμματα αυτά, βέβαια, είναι ήπια και είναι εμφανή σε ένα μικρό ποσοστό παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες.

Διαταραχή στον έλεγχο των οφθαλμικών κινήσεων: Η έρευνα του Παυλίδη, το 1998, ήταν αυτή που αύξησε τις απόψεις ότι οι ελαττωματικές οφθαλμικές κινήσεις αποτελούν αιτιολογικό παράγοντα της ειδικής αναγνωστικής δυσκολίας. Αυτά τα στοιχεία συνδέονται και με τις αναφορές παιδιών με δυσλεξία ότι τα «γράμματα χορεύουν στο χαρτί» ή ότι «γίνονται ένα» (Κοσμίδου & Κωνσταντίνου, 2011). Αν και πλέον οι περισσότερες απόψεις, συμφωνούν ότι οι διαταραχές στις οφθαλμικές κινήσεις είναι αποτέλεσμα και όχι αίτιο των σοβαρών προβλημάτων αποκωδικοποίησης, τα οποία βιώνουν τα άτομα με ειδική αναγνωστική δυσκολία (Rayner, 1998). Σε διάφορες έρευνες που έχουν γίνει, έχει παρατηρηθεί ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό μπορεί να συσχετισθεί με ελλείμματα στην σταθεροποίηση του βλέμματος στα διαλλείματα μεταξύ των γρήγορων οφθαλμικών κινήσεων.

Προβλήματα σε αυτοματοποιημένες κινητικές δεξιότητες: Σε διάφορες μελέτες που έχουν γίνει με τα χρόνια, έχουν παρατηρηθεί χαμηλές επιδόσεις μαθητών με ειδική αναγνωστική δυσκολία σε δοκιμασίες για την αξιολόγηση της ικανότητας απόκτησης και ευχερούς εκτέλεσης αυτοματοποιημένων κινητικών αλληλουχιών σε σχέση με τους τυπικούς αναγνώστες. Με το πέρασμα του χρόνου, η αναπτυξιακή αυτή δυσκολία, μπορεί να εμφανίσει δυσκολίες στην άρθρωση, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη προσπάθεια επεξεργασίας της αισθητηριακής ανατροφοδότησης της ομιλίας και με ελλιπή επεξεργασία της ακουστικής και φωνολογικής δομής των λέξεων, καθώς και ελλειμματική φωνολογική επίγνωση. Έρευνες των τελευταίων χρόνων έχουν δείξει, ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό παιδιών παρουσιάζει κινητικά ελλείμματα (Ramus, Pidgeon & Frith, 2003), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ελλειμμάτων προκύπτει λόγω της συνύπαρξης κάποιας άλλης αναπτυξιακής διαταραχής, όπως η ΔΕΠ-Υ.

Ελλείμματα σε μνημονικές και επιτελικές λειτουργίες: Οι μελέτες που έχουν γίνει έχουν δείξει ότι η πρωτογενής μνήμη συνδέεται με την ανάγνωση και τις διαταραχές της. Οι

δυσκολίες αφορούν την κωδικοποίηση και προσωρινή διατήρηση στη συνείδηση γλωσσικών πληροφοριών, δηλαδή τη λειτουργία της βραχύχρονης μνήμης και τη λειτουργία της ενεργού μνήμης κατά την επεξεργασία τόσο λεκτικών όσο και μη λεκτικών πληροφοριών. Έτσι, είναι λογικό, οι δυσκολίες στη βραχύχρονη και ενεργό μνήμη να δυσκολεύουν την κατανόηση γραπτών κειμένων αλλά και να συνδέονται με ελλείμματα στην φωνολογική επεξεργασία του γραπτού και προφορικού λόγου των ατόμων με ειδική αναγνωστική διαταραχή.

Πολλά παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες, μπορεί να εμφανίζουν δυσκολίες σε έναν ή περισσότερους τομείς επιτελικής λειτουργίας, όπως είναι η αναστολή, η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και η εναλλαγή γνωσιακών στρατηγικών. Επίσης, είναι αρκετά συχνό να υπάρχει και συνοσηρότητα με ΔΕΠ-Υ, σε παιδιά με ειδική αναγνωστική διαταραχή, το οποίο μπορεί να δυσκολέψει την ανάπτυξη των αναγνωστικών δεξιοτήτων.

Έχει παρατηρηθεί επίσης, σε άτομα με αναγνωστικές δυσκολίες, ότι μπορεί να εμφανίσουν ελλείμματα οπτικοχωρικής αλλά και ακουστικής προσοχής. Μερικοί ερευνητές θεωρούν ότι τα ελλείμματα στην ικανότητα διατήρησης της οπτικής προσοχής συνδέονται αιτιακά με την εμφάνιση αναγνωστικών δυσκολιών, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι προβλημάτων στη φωνολογική επεξεργασία.

3.4 Σύνδεση των κινητικών ικανοτήτων και της ανάγνωσης

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι οι κινητικές ικανότητες συμμετέχουν και αυτές στην απόκτηση της ικανότητας της ανάγνωσης. Το 2006, οι Son & Meisels παρατήρησαν ότι στις πρώτες τάξεις του νηπιαγωγείου, οι κινητικές δεξιότητες, και κυρίως οι οπτικό – κινητικές και οι δεξιότητες συντονισμού των κινήσεων των χεριών των παιδιών, μπορούν να προβλέψουν ότι το παιδί θα καταφέρει να διαβάσει στο τέλος της πρώτης τάξης. Μια έρευνα, που έγινε σε δύο ομάδες παιδιών προσχολικής ηλικίας, τα οποία μάθαιναν τα γράμματα είτε να τα γράφουν χειρόγραφα είτε με το να τα πληκτρολογούν. Παρατηρήθηκε ότι με το να τα γράφουν χειρόγραφα ενίσχυαν περισσότερο την ικανότητα του να αναγνωρίζουν τα γράμματα απ' ότι να τα πληκτρολογούν.

Άλλες έρευνες, ενισχύουν την ιδέα που έχει δημιουργηθεί για την σχέση μεταξύ των κινητικών ελλειμμάτων και των αναγνωστικών δυσκολιών. Έχει αποδειχθεί ότι τα άτομα με δυσλεξία, δεν τα κατάφερναν τόσο στις κινητικές δραστηριότητες σε σχέση με τους

υπόλοιπους συνομηλίκους τους. Σε μία έρευνα, παρατηρήθηκε ότι στο γραφόμετρο και στις χειρόγραφες δραστηριότητες, τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν απόκλιση στο να γράφουν μια συνεχόμενη, επαναλαμβανόμενη, με εναλλασσόμενη σειρά από γράμματα.

3.5 Οπτική επεξεργασία

3.5.1 Οπτική επεξεργασία και ανάγνωση

Αν και η ανάγνωση θεωρείται κυρίως μια γλωσσική ικανότητα, για να αποκρυπτογραφηθούν με επιτυχία οι λέξεις στον γραπτό λόγο, τα παιδιά θα πρέπει επίσης να καταφέρουν να αναπτύξουν και καλή ικανότητα οπτικής αντίληψης. Επιπλέον, όπως αναφέραμε παραπάνω, οι κινητικές ικανότητες είναι και αυτές αναγκαίες για την αναγνώριση των γραμμάτων και την εκμάθηση της ανάγνωσης.

Η απόκτηση της ικανότητας της ανάγνωσης, είναι απαραίτητη για την ακαδημαϊκή καριέρα του παιδιού. Όπως αναφέραμε, για να επιτευχθεί η δεξιότητα της ανάγνωσης, θα πρέπει να έχει αποκτηθεί πρώτα η φωνολογική ενημερότητα, από την οποία μπορούμε να προβλέψουμε και τυχόν αναγνωστικές ή μαθησιακές δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει το παιδί μελλοντικά. Ωστόσο, εκτός από την σχέση ανάμεσα στην φωνολογική ενημερότητα και την ικανότητα της ανάγνωσης, δεν θα πρέπει να αγνοηθούν πολύ περισσότερα που έχουν σημαντικό ρόλο επίσης.

Η επίτευξη της ανάγνωσης, χρειάζεται και την οπτική ανάλυση των γραμμάτων, τα οποία είναι τοποθετημένα σε μια αποκλειστική σειρά, όπως είναι μία ήδη γνωστή λέξη ή η ανάκτηση μιας λέξης από την μνήμη. Ο Franceschini et al., το 2012, έδειξε ότι η οπτικό – χωρική προσοχή στα παιδιά προσχολικής ηλικίας, αποτελεί σημαντική προειδοποίηση για τυχόν ανάπτυξη αναγνωστικών δυσκολιών στο μέλλον. Τα παιδιά που είχαν φτωχές αναγνωστικές ικανότητες κατά τη διάρκεια του πρώτου ή δεύτερου χρόνου του σχολείου, έκαναν πολλά περισσότερα λάθη σε μία οπτική και σε μία χωρική άσκηση σε σχέση με τους φυσιολογικούς αναγνώστες, όταν ήταν στο νηπιαγωγείο. Επιπλέον, αρκετές έρευνες δείχνουν ότι κάποια άτομα με δυσλεξία, παρουσιάζουν ένα έλλειμμα στην οπτική επεξεργασία ανεξάρτητα από την φωνολογική ενημερότητα. Έχει παρατηρηθεί επίσης, ότι μερικά παιδιά με δυσλεξία εμφανίζουν μια αδυναμία στην ανίχνευση συνεχόμενων κινήσεων ή μοτίβων ή εμφανίζουν κάποιο οπτικό έλλειμμα στην προσοχή.

Για να αποκωδικοποιήσουν τις γραμμένες λέξεις με επιτυχία, οι αρχάριοι αναγνώστες, θα πρέπει να αναπτύξουν καλές οπτικές ικανότητες. Συγκεκριμένα, όταν διαβάζουν καινούργιες λέξεις, χρησιμοποιώντας τον κανόνα του γραφήματος – φωνήματος, το οποίο θεωρείται αναμενόμενο στο επίπεδο της αλφαβήτας, το παιδί θα πρέπει να είναι ικανό να «τεμαχίσει» την κολλημένη πληροφορία. Αυτό σημαίνει, εναλλαγή από την διανεμημένη προσοχή στην πιο εστιασμένη προσοχή. Οι ραγδαίες αποκωδικοποιήσεις σειρών, επιτρέπουν την φυσιολογική ενσωμάτωση του γραφήματος / φωνήματος, το οποίο αποτελεί την ικανότητα για να δημιουργηθεί αυτόματα μια λεκτική αναπαράσταση και να περιοριστούν όλα τα γύρω γράμματα και λέξεις για να μειωθεί ο συνωστισμός – το οποίο είναι η παρέμβαση που δημιουργείται από τον ερεθισμό σε κοντινή απόσταση – και η καλύτερη αξιοποίηση της αναγνώρισης των γραμμάτων.

Υπάρχουν ενδείξεις, ότι τα άτομα με δυσλεξία, δυσκολεύονται περισσότερο από τον συνωστισμό παρά τον έλεγχο. Ένας τρόπος για να βοηθηθεί η αναγνωστική τους κατανόηση είναι να αυξηθεί μεταξύ γραμμάτων και λέξεων (Zorzi et. al., 2012).

Συμπερασματικά, εκτός από την φωνολογική ενημερότητα, που γνωρίζαμε ήδη πόσο σημαντική είναι για την εκμάθηση της ανάγνωσης και για την πρόωμη εύρεση της δυσλεξία, σημαντική είναι επίσης και η οπτική αντίληψη καθώς και οι κινητικές ικανότητες για την εκμάθηση της ανάγνωσης. Εκτιμάτε, ότι αυτές οι ικανότητες αποτελούν μια σημαντική δοκιμασία για την αντιμετώπιση των αναγνωστικών προβλημάτων. Υπάρχουν αρκετές ενδείξεις, που θεωρούν ότι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα παιδιά που είναι στο δημοτικό ή είναι και λίγο μεγαλύτερα, στην ανάγνωση, συνδέονται με τις πριν – αναγνωστικές ικανότητες που έχουν αποκτήσει από το νηπιαγωγείο (Lonigan, 2006).

3.6.2 Μεγαλοκυτταρική οδός και ανάγνωση

Η δυσλεξία, αρχικά θεωρούνταν μια διαταραχή του οπτικού συστήματος. Ωστόσο, από τότε, αρκετές εμπειριστατωμένες έρευνες, όπως του Laycock & Crewther (2008) και του Stein (2001), έχουν περιγράψει οπτικά ελλείμματα της κίνησης και της αντίθετης αντίληψης (contrast perception) στα άτομα με δυσλεξία. Μερικές έρευνες αναφέρουν ότι υπάρχουν ελλείμματα μόνο σε κάποιες υπό-ομάδες ατόμων με δυσλεξία. Για παράδειγμα, ο Borsting et. al. το 1996, καθώς και ο Heim et al, το 2008, αποδεικνύουν ότι η αντίθετη ευαισθησία σε χαμηλές χωρικές συχνότητες μειωνόταν μόνο σε μία ομάδα με άτομα με σοβαρά

προβλήματα δυσλεξίας, που είχαν δυσκολία και στην κατονομασία ολόκληρων λέξεων αλλά εμφάνιζαν και ακουστικά ελλείμματα, παρ' όλα αυτά, αυτές οι έρευνες δεν έχουν μελετήσει συστηματικά τις οπτικές δυνατότητες σε αυτές τις υπό-ομάδες.

Η μειωμένη οπτική ικανότητα στη δυσλεξία, εξηγείται από την ανεπαρκή λειτουργία στην γρήγορη επεξεργασία του ενός παροδικού περάσματος του οπτικού συστήματος, το οποίο είναι γνωστό ως μεγαλοκυτταρικό μονοπάτι (μεγαλοκυτταρική οδός). Η μεγαλοκυτταρική οδός χαρακτηρίζεται από μεγάλα κύτταρα, τα οποία επεκτείνονται από τη μία πλευρά στην άλλη του αμφιβληστροειδούς χιτώνα και προβάλλονται μέσω του κοιλιακού έξω πλευρικού γωνατώδη πυρήνα, στον οπτικό φλοιό και λίγο αργότερα στο μεγαλύτερο μέρος στον οπίσθιο βρεγματικό φλοιό.

Τα μεγαλοκύτταρα ειδικεύονται στις κινητικές σχέσεις, μεσολαβούν για τις γρήγορες προσωρινές αναλύσεις, για τις χαμηλές αντιθέσεις και για τις χαμηλές χωρικές συχνότητες. Ανατομικά, τα μεγαλοκυτταρικά ελλείμματα ίσως αποδίδονται σε φλοιωδικές ανωμαλίες στο οπτικό σύστημα, όπου νευρώνες στον έξω πλευρικό γωνατώδη πυρήνα έχουν βρεθεί να είναι λιγότεροι και λιγότερο δομημένοι (Livingstone et. al., 1991).

Αν και αυτά τα ευρήματα είναι αρκετά υποσχόμενα, θα πρέπει να τα εξετάζουμε με κάποιο βαθμό προσοχής, διότι τα αποτελέσματα αυτά, είναι από τις έρευνες που έχουν γίνει σε εγκεφάλους ατόμων που έχουν δυσλεξία και δεν έχουν αναπαραχθεί και σε άλλες, πιο συγκεκριμένες ομάδες ατόμων. Επιπλέον, οι πιθανές αναπτυξιακές καθυστερήσεις, οι επίκτητες και συγγενείς ασθένειες, πιθανόν να έχουν επηρεάσει, σε αυτές τις περιπτώσεις, την ανατομία του εγκεφάλου. Παρόλα αυτά, τα ευρήματα αυτά, είναι πολύ σημαντικά για την εγκυρότητα της μεγαλοκυτταρικής θεωρίας (Stein, 2001).

Τόσο οι ψυχοσωματικές έρευνες, όσο και τα αποτελέσματα από την VEP (Visual Evoked Potential) μας έχουν δώσει μερικές ενδείξεις για πιθανά ελλείμματα στο μεγαλοκυτταρικό σύστημα, στα άτομα με δυσλεξία, με το να γίνει καταγραφή της αντιληπτικής μέτρησης των συνδεδεμένων κινήσεων, την αντιθετική ευαισθησία, την ραγδαία κίνηση, την ορατή διατήρηση και την χωρική συχνότητα. Η αξία αυτών των αποτελεσμάτων, σε συνδυασμό με το υπό αμφισβήτηση αντίκτυπο των ανατομικών δεδομένων, είναι ένα θέμα το οποίο φέρνει πολλές αντιρρήσεις. Για παράδειγμα, ο Skottun και ο Skoyles, το 2008, αναρωτήθηκαν εάν η συνδεδεμένη κίνηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα τεστ για την κατανόηση και τη διερμηνεία της λειτουργίας της μεγαλοκυτταρικής οδού. Επιπλέον, οι ερευνητές, έχουν διαφωνήσει στο ότι με βάση παρόμοιων αντιληπτικών

ελλειμμάτων που έχουν βρεθεί σε άλλες ομάδες ασθενών, όπως η σχιζοφρένεια και ο αυτισμός, το μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα δεν μπορεί να συνδεθεί με την δυσλεξία. Παρά την προφανή διαφωνία, που υπάρχει γύρω από το θέμα της πιθανής σύνδεσης του μεγαλοκυτταρικού ελλείμματος και της δυσλεξίας, τα τωρινά δεδομένα που σχετίζονται με τη λειτουργία του οπτικού συστήματος, υπονοούν ότι ένας μεγάλος αριθμός σημαντικών λειτουργικών ρόλων σχετίζονται με το μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα στη δυσλεξία (Laycock & Crewther, 2008).

Σε μία πρόσφατη έρευνα, ο Laycock & Crewther (2008), εξερευνούν πως τα μεγαλοκυτταρικά ελλείμματα ίσως να επηρεάζουν το διάβασμα. Περιγράφουν, πως το μεγαλοκυτταρικό σύστημα συνεισφέρει στη ραγδαία ενσωμάτωση των οπτικών πληροφοριών όταν διαβάζουμε, μέσω της χωρικής, κροταφικής και τη διαδικασία της προσοχής, συμπεριλαμβανομένου τον έλεγχο, τον προσανατολισμό και την οργάνωση των σακκαδικών κινήσεων των ματιών.

Τέλος, ένα δεύτερο υποσύστημα οπτικής επεξεργασίας, γνωστό και ως parvocellular pathway, θεωρείται ότι συνδέεται με τη δυσλεξία. Το parvocellular pathway αποτελείται από μικρά κύτταρα, τα οποία συγκεντρώνονται μέσα στο βοθρίο (fovea), προβάλλεται στον οπτικό φλοιό μέσω του νωτιαίου πλευρικού γωνατώδη πυρήνα, και καταλήγει στον κροταφικό φλοιό. Είναι ευαίσθητο στις μεσαίες και υψηλές χωρικές συχνότητες, έχει ήπια κροταφική ανάλυση και είναι σημαντικό για την οπτική διαφοροποίηση με βάση το χρώμα, το σχήμα και την υφή.

3.6 Γενικά ελλείμματα ακουστικής επεξεργασίας

Η γενική ανάλυση των ακουστικών πληροφοριών και των δειγμάτων λόγου, γενικότερα, απαιτεί επιτυχής ερμηνεία των δύο χρονικών και φασματικών λειτουργιών του ήχου. Η Tallah, το 1975 και σε ακόλουθες μελέτες, θεώρησε ότι οι ελλειπείς γλωσσικές ικανότητες ίσως να προκύπτουν από ένα γενικό έλλειμμα, στη γρήγορη επεξεργασία που συμβαίνει στις προσωρινές πληροφορίες. Μαζί με τους συνεργάτες της, έδειξαν ότι τα άτομα με δυσλεξία, απέδιδαν χειρότερα όταν διέκριναν μεταξύ ενός ερεθίσματος μιας γρήγορης ομιλίας και καθόλου ομιλίας. Όταν εμφάνιζαν τα ερεθίσματα σε χαμηλότερες συχνότητες, η αντίληψη βελτιωνόταν. Οι Farmer & Klein, το 1995, επέκτειναν τις απόψεις της Tallah, με αισθητηριακούς τρόπους, για παράδειγμα, πρότειναν τις κροταφικές

διαταραχές στην οπτική και ακουστική αντίληψη. Οι έρευνες που έγιναν με ERP (Event-Related Potential), μελετάνε τη γενική ακουστική αντίληψη και δεν μελετούν μόνο τις κροταφικές περιοχές αλλά και τις φασματικές περιοχές της ακουστικής επεξεργασίας στη δυσλεξία. Οι έρευνες γίνονται σε αυτές τις περιοχές, με προσοχή στις ικανότητες διάκρισης, για διάκριση του τόνου, για τη διάρκεια με ερέθισμα, για τις λειτουργίες συντονισμού, τον εντοπισμό κενών και τις απόψεις για τις χρονικές εντολές. Η πλειοψηφία των ερευνών εξετάζει την ασυμφωνία των αρνητικών τμημάτων.

3.6.1 Διάρκεια ερεθίσματος

Η σύνδεση των χαρακτηριστικών της διάρκειας για το λόγο, διαφέρει από γλώσσα σε γλώσσα. Για παράδειγμα, στα Αγγλικά, η διάρκεια των φωνηέντων μπορεί να υποδεικνύει έναν αριθμό γλωσσικών σημάτων, όπως η διάκριση μεταξύ μεγάλων και μικρών φωνηέντων, τον τόνο και πληροφορίες σχετικά με τις ηχηρές συλλαβές ή τα άηχα σύμφωνα. Κάποιες άλλες γλώσσες, όπως είναι τα σουηδικά, τα φιλανδικά και τα ιαπωνικά, η διάρκεια των φωνηέντων διαφέρει ανάλογα με τη σημασιολογική χρήση τους. Η σχέση της διάρκειας, για το γλωσσικό ερέθισμα ποικίλλει (Kirmse et al., 2008).

Με σκοπό την εξέταση της διάρκειας της επεξεργασίας, που σχετίζεται από γλωσσικές πληροφορίες, ο Baldeweg et. al., το 1990, χρησιμοποίησαν και παθητικά, όπου οι συμμετέχοντες πρέπει να αγνοήσουν όλα τα ερεθίσματα, και ενεργητικά, όπου οι συμμετέχοντες πρέπει να αντιδράσουν στο ερέθισμα, παραδείγματα. Με τα παραδείγματα αυτά, για να συγκρίνουν τη διάρκεια στα 1000Hz, διαφορετικών διαρκειών σε δέκα ενήλικες με δυσλεξία, και δέκα χωρίς. Οι ενήλικες με δυσλεξία, χαρακτηρίζονταν από φτωχή ικανότητα ανάγνωσης, σε σχέση με τους ενήλικες χωρίς δυσλεξία, παρατηρήθηκε επίσης, φτωχή εργασιακή μνήμη και φτωχές φωνολογικές ικανότητες. Επιπλέον, η δυσλεξία, εξηγούνταν από τη μεγάλη απόκλιση στις γενικές ικανότητες και στις γραπτές γλωσσικές ικανότητες. Τέσσερα αποκλίνοντα ερεθίσματα, από μία ποικιλία συχνοτήτων (160,120,80,40 ms), παρουσιάστηκαν μαζί με μία στάνταρ διάρκεια των ερεθισμάτων των 200 ms. Οι αναλύσεις που έγιναν με τη MMN (Mismatch Negativity), έδειξαν μια φυσιολογική διάρκεια επεξεργασίας στη δυσλεξία και στις δύο MMN στην αδράνεια και στο εύρος της, ανεξάρτητα από την προσοχή. Παρόμοια, και οι Kujala et. al, το 2006, δεν παρατήρησε καμία διαφορά στους ενήλικες με δυσλεξία για τη διάρκεια των 50 και 100 ms και την αποκλίνουσα διάρκεια των 33 και 65, αντιστοίχως.

Τα παραπάνω αποτελέσματα αναφέρονται σε ενήλικες. Οι Huttunen et. al, το 2007, εξέτασαν παιδιά ηλικίας περίπου από 8 μέχρι 14 χρονών, με ή χωρίς κάποια αναγνωστική δυσκολία, σε ένα συνεχόμενο ηχητικό παράδειγμα όπου οι τόνοι των 600 και 800Hz (και οι δυο με διάρκεια 100ms) εναλλάσσονται συνεχόμενα, χωρίς κενά. Τα αποκλίνοντα ερεθίσματα, μειώθηκαν σε διάρκεια (30 ή 50ms) για 600Hz ερεθίσματος. Οι ερευνητές υποθέτουν ότι οι συνεχόμενοι ήχοι, θα ήταν μία πιο «ευαίσθητη» μέτρηση, μιας και αποφεύγει κάποια πιθανή ανάλυση MMN, ανατρέπεται και ίσως οφείλεται στο N1 που προκαλείται με την έναρξη του ερεθίσματος (Pihko et. al., 1995). Η MMN προκλήθηκε και από τις δύο ομάδες και στις διάρκειες, και δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στις ομάδες. Παρατηρήθηκαν, κάποιες μικρές διαφορές στην πλευρίωση, που δείχνουν μεγαλύτερη λειτουργία στο αριστερό ημισφαίριο, στην ομάδα με τις αναγνωστικές δυσκολίες. Αποτελεί μεγάλη έκπληξη, ότι δεν εμφανίστηκαν ελλείμματα ούτε στο πλάτος, ούτε στην αδράνεια, στην ομάδα με τα αναγνωστικά προβλήματα. Ένα πιθανό μειονέκτημα, στα συνεχόμενα παραδείγματα ήχου, είναι ότι περιορίζει την ανάλυση σε ένα μικρό πλαίσιο (300ms), που πιθανόν να αποκλείει σχετικά συστατικά.

Συμπερασματικά, τα δεδομένα του ERP δείχνουν ότι τα άτομα με δυσλεξία δεν εμφανίζουν κάποιο έλλειμμα στην επεξεργασία του ερεθίσματος σε διαφορετικές διάρκειες. Οι διάρκειες που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω έρευνες που αναφέραμε, είναι σχετικές για τη γλωσσική αντίληψη, κυμαίνονται από 30 μέχρι 200ms. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν ελλείμματα, ούτε στους πληθυσμούς όπου η διάρκεια είναι αρκετά σημαντική για τη γλωσσική αντίληψη.

3.6.2 Διάκριση συχνότητας

Το σημαντικότερο στα ακουστικά και γλωσσικά σήματα είναι οι συχνότητες που τις συγκροτούν. Στον λόγο, αυτές οι συχνότητες, αναφέρονται ως φορμαντς (formants). Τα φορμαντς, είναι σημαντικά συστατικά του ήχου, που παρέχουν πληροφορίες για τη διάκριση των φωνηέντων και των συμφώνων. Τα φωνήεντα συνήθως δημιουργούνται από τέσσερα έως έξι φόρμαντς, όπου τα δύο πρώτα φόρμαντς, παρέχουν πληροφορίες για να αποδώσουν την ιδιαιτερότητα των φωνηέντων. Τα σύμφωνα αλλάζουν την φορμαντ των φωνηέντων με πολλούς ασταθής τρόπους.

Θεωρείται, ότι η δυσλεξία χαρακτηρίζεται από ελλείμματα που διακρίνουν και αφορούν τη συχνότητα των πληροφοριών, τότε αυτά τα ελλείμματα πιθανόν να επιδρούσαν στην ικανότητα να αντιλαμβάνονται ραγδαίες αλλαγές συχνοτήτων που είναι σημαντικές για την αντίληψη του λόγου. Έρευνες για τη διάκριση της συχνότητας υποδεικνύουν ένα έλλειμμα στη δυσλεξία μόνο μεταξύ του ερεθίσματος που διαφέρει σε λιγότερο από 100Hz, με διαβαθμισμένο τρόπο.

Οι Baldeweg et. al., το 1999, παρατήρησαν καθυστερημένες και μειωμένες απαντήσεις από τη MMN, σε δυσλεξικούς ενήλικες για τις τονικές συχνότητες 1015, 1030 και 1060 Hz, αλλά όχι για 1090 Hz σε ένα στάνταρ ερέθισμα των 1000Hz. Σημαντικές είναι και οι συσχετίσεις που βρέθηκαν στη MMN στις αναλύσεις και στα προβλήματα στις λέξεις και χωρίς λέξεις. Επιπλέον, οι αναλύσεις του N1 ήταν φυσιολογικές στην ομάδα με τα άτομα με δυσλεξία που δείχνει ένα καλά – λειτουργικό προσωρινό ανιχνευτικό σύστημα (για παράδειγμα, μια φυσιολογική νευρική κωδικοποίηση ερεθίσματος στην έναρξη και στην εξισορρόπηση της). Η μειωμένη απάντηση από τη MMN προτείνει μια αφύσικη αποκωδικοποίηση των φυσικών χαρακτηριστικών του ερεθίσματος στην αισθητηριακή μνήμη.

Σε σύγκριση με αυτό, οι Kujala et. al. (2006), χρησιμοποίησαν πέντε αποκλίνοντα παραδείγματα όπου βρήκαν μια περιορισμένη MMN για την τονική αντίθεση σε ενήλικες με δυσλεξία. Ωστόσο, τα ελλείμματα στη συχνότητα, στην ομάδα με τα άτομα με δυσλεξία, βρέθηκαν και στη διαφορά που υπήρχε στον τόνο, στα 90 Hz. Τα πέντε αποκλίνοντα παραδείγματα, είναι ουσιαστικά διαφορετικά από τα παραδοσιακά παραδείγματα. Για να απεικονίσουν, το αποκλίνων ερέθισμα, για τη διάρκεια, την τοποθεσία, την ένταση και τα κενά, παρουσιάστηκαν μαζί με το αποκλίνων ερέθισμα του τόνου. Τα στάνταρ ερεθίσματα συνέβησαν μόνο στο 50% του χρόνου, συνεπώς, δεν βρέθηκε κανένα στοιχείο παρόμοιας μνήμης σε άλλες έρευνες. Είναι προφανώς ασαφή εάν μια περιορισμένη MMN, για το αποκλίνων τονικό ερέθισμα, μπορεί να προσδιοριστεί στη τονική διάκριση ή εάν οι πολλοί πειραματικοί συντελεστές ίσως μπερδεύουν και με αυτό τον τρόπο, να συνεισφέρουν στην εξασθένηση, για παράδειγμα εξαιτίας πιθανόν περιορισμών της χωρητικότητας της βραχύχρονης μνήμης, στην ομάδα με τα άτομα με δυσλεξία. Τελικά, οι έρευνες που χρησιμοποιούσαν μεγάλες διαφορές στις τονικές συχνότητες (200Hz και μεγαλύτερες) μεταξύ των τόνων, δεν παρατήρησαν κάτι μη φυσιολογικό στα άτομα με δυσλεξία, με εξαίρεση να αποτελεί η παρατήρηση από τους Sebastian & Yasin, το 2008, όπου βρήκαν ένα έλλειμμα για μικρές φασματικές αλλαγές.

Ένα παρόμοιο μοτίβο αποτελεσμάτων, μπορεί να παρατηρηθεί και σε έρευνες με παιδιά και σε ενήλικες με δυσλεξία. Οι Maurer et. al., το 2003, βρήκαν μια μειωμένη MMN, σε παιδιά του νηπιαγωγείου, τα οποία ήταν στην ομάδα κινδύνου για να εμφανίσουν δυσλεξία, εξαιτίας της κληρονομικής προδιάθεσης που διέθεταν. Οι Meng et al., το 2003, δεν παρατήρησαν καμία διαφορά μεταξύ παιδιών ηλικίας 8 με 13 ετών, με ή χωρίς δυσλεξία, σε μεγάλες τονικές διαφορές (150Hz).

Ωστόσο, και οι έρευνες από τους Shankamravan & Maruthy, το 2007, και από τους Schulte – Kome et. al., το 1998, δεν παρατήρησαν καμία διαφορά στις απαντήσεις της MMN, σε μικρότερες τονικές διαφορές των 100 και 50 Hz, σε έφηβους. Ένας λόγος που υπήρχαν πολλές ηλικιακές ομάδες, στην MMN, ίσως να οφείλεται σε ότι κάποιες ομάδες βασίστηκαν στις δυσκολίες της γραφής, ενώ άλλες ομάδες που βασίστηκαν στις αναγνωστικές δυσκολίες.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, οι Lachmann et. al., το 2005, υπέθεσαν ότι ένα μειονέκτημα των προηγούμενων ερευνών ήταν η αμέλεια της ανάλυσης της διάρκειας στις διαφορετικές πιθανές υπό-ομάδες. Οι ερευνητές, κατέληξαν σε δύο ομάδες παιδιών με δυσλεξία. Η πρώτη περιλαμβάνει παιδιά με μόνο έλλειμμα να διαβάζουν μόνο συχνές λέξεις, και η δεύτερη ομάδα, αφορούσε παιδιά, τα οποία, είχαν έλλειμμα και στις ψευδολέξεις και στις συχνές λέξεις. Μια MMN, στην πρώτη υπό-ομάδα, έδειξε από την απομόνωση συχνών λέξεων, βρέθηκαν τονικές διαφορές των 70Hz και η ομάδα με τις ψευδολέξεις ή τον συνδυασμό ελλειμμάτων ψευδολέξεων και συχνών λέξεων, εμφανίζεται μια ισάζια MMN, με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Είναι άγνωστο, εάν αυτή η ομάδα, που εμφάνιζε μειωμένη MMN, ήταν ομοιογενής για τις ψευδολέξεις και τις συχνές λέξεις. Επιπλέον, είναι άγνωστο, γιατί το διάβασμα συχνών λέξεων δημιούργησε ελλειμματική τονική διάκριση στον τόνο, ενώ οι ψευδολέξεις όχι.

Γενικά, ένας μεγάλος αριθμός από έρευνες, δείχνει ότι υπάρχουν υπό-ομάδες στη δυσλεξία, όπου ξεχωριστά νευρολογικά ελλείμματα οφείλονται για αυτά. Στην παραπάνω έρευνα, το πρόβλημα στο διάβασμα συχνών λέξεων μπορεί να μπορεί να αποδοθεί σε κάτι οπτικό ή καμιά φορά αναφέρεται και ως δυσλεξία dyseidetic. Η ομάδα με τα άτομα με τον συνδυασμό των ελλειμμάτων, χαρακτηρίζεται από ακουστικά ελλείμματα και μπορεί να χαρακτηριστεί και ως dysphonetic δυσλεξία (Boder, 1970). Έτσι, κατανοώντας πως διαφέρουν αυτές οι ομάδες, σε συμπεριφορικό και νευροφυσιολογικό επίπεδο, σχετίζεται και με την κατανόηση της αιτιολογίας και της ετερογένειας της δυσλεξίας.

Όπως είπαμε παραπάνω, ένα έλλειμμα στην επεξεργασία διαφορετικών τόνων μεταξύ δύο ήχων, φαίνεται να χαρακτηρίζει τη δυσλεξία. Αυτό το έλλειμμα, ίσως αντικατοπτρίζει την αναπαράσταση του πλάτους/ representational width (RW) στην ακουστική αντίληψη. Η αναπαράσταση του πλάτους είναι μια ιδέα που προτάθηκε από τους Naatanen & Alho, το 1997, για να περιγράψουν την διάκριση της ακρίβειας ενός ατόμου, το οποίο βασίζεται, στην αντίληψη τους και αντιλαμβάνονται τις διαφορές στους ήχους. Όσο πιο στενό είναι το πλάτος, τόσο καλύτερη είναι η ικανότητα της διάκρισης. Τα δεδομένα αυτά ίσως να αναπτύξουν την ιδέα αυτή για τη δυσλεξία, έτσι θα μπορούν να κάνουν γενικά ακριβής μετρήσεις, αλλά σε λιγότερο ακριβής έκταση.

3.6.3 Χειρισμός των τονικών μοτίβων

Τα τονικά μοτίβα, αντανακλούν πειράματα με πολλούς τόνους της κοιλότητας της ρινός που παρουσιάζονται σε ένα ρυθμικό μοτίβο, με ένα συνδυασμό από διάρκειες και συχνότητες, μεταξύ των τόνων. Οι αποκλίσεις στα μοτίβα, αντανακλούν λοιπόν, ένα συνδυασμό από ερεθίσματα διάρκειας και από ερεθίσματα συχνότητας. Αυτά, τα πιο περίπλοκα ακουστικά σήματα, μας παρέχουν μια πιο έγκυρη αναλογία στο λόγο, από την παρουσίαση των τόνων σε απομόνωση και δείχνουν την αναγκαιότητα να καταλαμβάνουν ραγδαίες ακολουθίες από πληροφορίες, όπως είναι τα φορμαντς και η voice onset timing.

Οι Kujala et al., το 2000, χρησιμοποίησαν μοτίβα που αποτελούνται από τέσσερις ή δύο τόνους των 50Hz (με διάρκεια 30 ms) και ποικίλει η διάρκεια του μεσοδιαστήματος μεταξύ της έναρξης των τόνων στα μοτίβα, με σκοπό να εξετάσουν τις ικανότητες διάκρισης στους ενήλικες με δυσλεξία. Στο μοτίβο με τους τέσσερις τόνους, τα μεσοδιαστήματα μεταξύ των τόνων στα στάνταρ ερεθίσματα ήταν 200, 150 και 50. Στην αποκλίνουσα κατάσταση, η δεύτερη και (150 ms) και η τρίτη (50 ms) διάρκεια, ήταν αλλαγμένες. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα, δύο αποκλίνουσες καταστάσεις, η πρώτη είναι η πρόωμη έναρξη του τρίτου τόνου και η δεύτερη η απουσία του τρίτου τόνου στην προβλεπόμενη θέση της.

Οι ομάδες ελέγχου, προκάλεσαν δύο απαντήσεις της MMN, που αντιστοιχούν στις αποκλίνουσες καταστάσεις. Ωστόσο, στα άτομα με δυσλεξία, φάνηκε μόνο στη δεύτερη MMN η απουσία του τρίτου τόνου στην αναμενόμενη θέση της. Στη δεύτερη απάντηση, φάνηκε να πλευριώθηκε στο δεξί ημισφαίριο, όπου η ομάδα με τη δυσλεξία έδειξε

αμφοτερόπλευρη δραστηριότητα. Στην ομάδα ελέγχου, η MMN ήταν παρόμοια μεταξύ των δύο ομάδων σε παρόμοια μεσοδιαστήματα.

Η παρουσία ενός ανεπαρκή MMN, σε μια επιπρόσθετη αποκλίνουσα κατάσταση, σε ακουστικά τονικά μοτίβα στους ενήλικες, επιβεβαιώθηκε από τους Schulte – Korne et. al. (1999) και Kujala et. al., το 2003. Οι αυξανόμενες συνέπειες θεωρήθηκαν ως πιθανός συντελεστής στο έλλειμμα της διάκρισης. Σε μια έρευνα που έγινε σε παιδιά στην Κίνα, ηλικίας 8 με 13 ετών, οι Meng et. al, το 2005, απέδειξαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία αντιλαμβάνονται τα τονικά μοτίβα με ακουστικό τρόπο. Τα παιδιά παρουσίαζαν μειωμένη MMN, σε μεγάλο χρονικό διάστημα, από 150 – 500 ms.

Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η δυσλεξία χαρακτηρίζεται από την ανικανότητα να επεξεργαστούν μικρά ρυθμικά μοτίβα, και ότι αυτή η ανικανότητα συνδέεται με τη φυσική ιδιότητα του ερεθίσματος. Η ακριβής αντίληψη των ρυθμικών μοτίβων απαιτεί την ικανότητα να αφομοιωθούν αυτοί οι ήχοι, προσωρινά. Η ενσωμάτωση των ακουστικών λειτουργιών, σε νευρική αναπαράσταση, στην αισθητηριακή μνήμη θεωρείται ότι προκύπτει μέσα από ένα συρόμενο προσωρινό «παράθυρο» περίπου 150 – 200 ms, και αναφέρεται ως το προσωρινό παράθυρο της ολοκλήρωσης. Μέσα από 150 – 200 ms εισερχόμενες ακουστικές πληροφορίες έχει ενσωματωθεί σε μια μοναδική αντίληψη.

3.6.4 Διαμόρφωση συχνότητας

Με σκοπό να ερευνηθεί εάν η ακουστική αντίληψη επηρεάζεται από τις γνωστικές λειτουργίες στα άτομα με δυσλεξία, ο Stoodley et. al., το 2006, έκανε μια έρευνα με άτομα υψηλής λειτουργικότητας, που φοιτούσαν σε πανεπιστήμιο και στην παιδική ηλικία είχαν διαγνωστεί με δυσλεξία, και τα σύγκρινε με άτομα τα οποία δεν είχαν πρόβλημα στην ανάγνωση και είχαν παρόμοιες νοητικές ικανότητες. Παρά τις υψηλές τους επιδόσεις, οι αναγνωστικές ικανότητες συνέχισαν να διαφοροποιούν τα άτομα με δυσλεξία. Υποθέτουν, ότι οι φοιτητές με δυσλεξία, έχουν αναπτύξει κάποιες στρατηγικές για να εξισορροπήσουν τις δυσκολίες που έχουν στην ανάγνωση με σκοπό να έχουν ακαδημαϊκή επιτυχία. Η έρευνα σχεδιάστηκε για να δείξει ότι τα ακουστικά ελλείμματα θα μπορούσαν να μην επηρεάζονται από τις γνωστικές στρατηγικές.

Ο Stoodley et. al., το 2006, χρησιμοποίησε ένα στάνταρ τόνο, των 1000 Hz και αποκλίνοντες τόνους (1000 Hz, η συχνότητα προσαρμόστηκε με 5,20 ή 240 Hz) σε τρία κομμάτια (17% αποκλίνοντα) για να τεστάρουν την ακουστική αντίληψη, σε ένα παθητικό παράδειγμα. Η MMN μειώθηκε στα 20 Hz, στις πρώτες (150 – 300 ms) και αργότερα (300-500ms), στην ομάδα με τα άτομα με δυσλεξία. Η σπουδαιότητα της MMN, σχετίζεται με τον υπολογισμό του αλφαριθμητισμού: μικρότερη MMN συνδέεται με μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ γνωστικών και αναγνωστικών ικανοτήτων, που μας δείχνει κάποιο έλλειμμα στη διαμόρφωση της συχνότητας που σχετίζεται με τον αλφαριθμητισμό. Ο λόγος που βρέθηκε μια συσχέτιση με τη διαμόρφωση συχνότητας των 20Hz, αλλά όχι με τη διαμόρφωση συχνότητας των 5 και 50Hz, ίσως μπορεί να εξηγήσει, με βάση τα ευρήματα, ότι το χρονικό περιθώριο των 20Hz είναι σημαντικό για να διακρίνουμε τα κλειστά σύμφωνα.

Σε μια άλλη έρευνα, όπου εξετάζαν τα ψυχοσωματικά συμπτώματα σε μια ομάδα ατόμων με δυσλεξία, που τα εκτέλεσαν όπως και η ομάδα ελέγχου, σε ενεργή ανίχνευση των αλλαγών των διαμορφώσεων της συχνότητας, πιθανώς αποδεικνύοντας τις πάνω – κάτω στρατηγικές για να βελτιωθεί η απόδοση. Επομένως, η MMN, φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητος δείκτης για τα αντιληπτικά ελλείμματα στη δυσλεξία.

3.6.5 Ανίχνευση κενών

Η ανίχνευση των κενών είναι μια χρονική εργασία επεξεργασίας, η οποία μετράει το ελάχιστο όριο ISI (Interstimulus interval) που χρειάζεται για να αντιληφθεί κάποιο κενό, σε συνεχόμενα ερεθίσματα. Ο Moisescu – Yiflach & Pratt, το 2005, ερεύνησε την ERP που σχετίζεται με ένα στάνταρ ερέθισμα (85% σε διάρκεια 280ms) από λευκούς ήχους, σε σύγκριση με το αποκλίνων ερέθισμα (15% σε διάρκεια 280ms) από λευκούς ήχους με κενά των 20ms και σε ενεργητικά και σε παθητικά παραδείγματα. Δεν βρέθηκαν διαφορές στις ομάδες, σε συμπεριφορικό επίπεδο. Ωστόσο, και η αδράνεια στη N1 και στην P3, ήταν σημαντικά παρατεταμένες στην ομάδα με τα άτομα με τη δυσλεξία, ενώ η σημασία της N1 ήταν σημαντικότερη σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Τα αποτελέσματα της N1, παρατηρήθηκαν και για τα ενεργητικά και για τα παθητικά παραδείγματα, ενώ η P3 μόνο στα ενεργητικά, αντανακλώντας την κατανομή των ικανοτήτων προσοχής. Τα αποτελέσματα του N1, τονίζουν περαιτέρω το έλλειμμα στην προσοχή. Το αυξημένο μέγεθος της N1, στα άτομα με δυσλεξία, σε πολλές έρευνες όπως

των Georgiewa et al., το 2002 και Helenius et. al., το 2002, ίσως σχετίζεται με τη γενική διανομή των ικανοτήτων πριν της προσοχής. Ωστόσο, σε υψηλά λειτουργικά άτομα με δυσλεξία που συμμετείχαν, μπορεί να αντανάκλα ικανοποιητικούς μηχανισμούς, με σκοπό να αυξήσουν τη διέγερση και την ετοιμότητα. Με τη σειρά της, η N1, στα άτομα με δυσλεξία ίσως αντανάκλα μια πρόιμη επένδυση στην ανάλυση του ερεθίσματος, με σκοπό να αντιμετωπίσουν αντιληπτικά προβλήματα.

Έτσι, με αυτή την έρευνα, ενισχύεται η άποψη ότι, τουλάχιστον, οι ενήλικες με δυσλεξία, χαρακτηρίζονται από ακουστικά ελλείμματα όταν επεξεργάζονται ερεθίσματα, χωρίς ομιλία, και υπογραμμίζει ότι αυτά τα ελλείμματα μπορεί να εκδηλωθούν. Τα δεδομένα της ERP δείχνουν ότι αυτό το αισθητηριακό πρόβλημα εμφανίζεται εντός 100ms από την έναρξη του ερεθίσματος.

Επίλογος

Έχουν γίνει αρκετές νευροαπεικονιστικές μελέτες, αρκετές αναφέρθηκαν στην παρούσα εργασία, που συνδέουν τη δυσλεξία με ελλείμματα στην οπτική και ακουστική επεξεργασία. Αν και τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών, δίστανται, καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα.

Για να επιτευχθεί η ανάγνωση, θα πρέπει να λειτουργεί σωστά το οπτικό σύστημα (αν και δεν είναι πάντα αναγκαίο). Ωστόσο, η ανάγνωση δεν είναι μόνο αυτό, ακόμα και η κωδικοποίηση μιας απλής λέξης απαιτεί τη συμμετοχή πολλών ακόμα εγκεφαλικών συστημάτων, που ειδικεύονται στην επεξεργασία της γλώσσας, τη χωρική προσοχή, την κίνηση των ματιών και άλλα.

Η σχέση της δυσλεξίας με την ακουστική επεξεργασία, ίσως δεν είναι τόσο εμφανή όσο αυτή της οπτικής επεξεργασίας, καθώς, το οπτικό σύστημα είναι απαραίτητο για την ανάγνωση, αλλά είναι και αυτή σημαντική. Το μεγαλύτερο κομμάτι της φωνολογικής ενημερότητας, που όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της ανάγνωσης, αλλά αποτελεί και πρόωμη ένδειξη για δυσλεξία, στηρίζεται στην ακουστική επεξεργασία (όπως η διάκριση των ήχων, η σύνθεση ήχων σε λέξεις).

Έχουν γίνει πολλές έρευνες με σκοπό την παρατήρηση του εγκεφάλου ατόμων με δυσλεξία για να δοθεί μια απάντηση στη σχέση δυσλεξίας και ακουστικής επεξεργασίας. Τα κύρια ελλείμματα που έχουν βρεθεί στην ακουστική επεξεργασία σε άτομα με δυσλεξία είναι όταν αυξηθούν τα ερεθίσματα ή όταν τα ερεθίσματα είναι παρόμοια. Επίσης, μπορεί να έχουν και δυσκολίες στη διαμόρφωση της συχνότητας και στα διαστήματα των κενών.

Καταλήγουμε λοιπόν, ότι τα ευρήματα που έχουμε ως τώρα, για τη νευροαπεικόνιση της ακουστικής και οπτικής επεξεργασίας, στα άτομα με δυσλεξία, είναι αξιοσημείωτα και μας δίνουν αρκετά σημαντικά στοιχεία. Ωστόσο, στο μέλλον αναμένουμε περισσότερες έρευνες πάνω σε αυτό το θέμα, με αρκετά σημαντικά ευρήματα.

Βιβλιογραφία

- Amitay, S., Ben-Yehudah, G., Banai, K., Ahissar, M. (2002). Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit. *Brain*, 125, 2272-2285.
- Badian, N., A. (1993). Phonemic awareness, naming, visual symbol processing, and reading. *Reading and Writing*, 5(1), 87-100.
- Baldeweg, T., Richardson, A., Watkins, S., Foale, C., Gruzelier, J. (1999). Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials. *Ann Neurol*, 45(4), 495-503.
- Bellocchi, S., Muneaux, M., Huau, A., Leveque, Y., Jover, M., & Ducrot, S. (2017). Exploring the Link between Visual Perception, Visual-Motor Integration, and Reading in Normal Developing and Impaired Children using DTV-2. *Dyslexia*, 23(3), 296-315.
- Benton, A. (1975). Developmental dyslexia: Neurological aspects. In Friendlander, W. (eds). *Advances in Neurology*. Raven Press, New York, 7, 1-9.
- Bergmann, J., Hutzler, F., Klimesch, W., & Wimmer, H. (2005). How is dysfluent reading reflected in ERP? *Journal of Neurolinguistics*, 18(2005), 153-165.
- Birch, H., G., Thomas, A., Chess, S., & Hertzog, M.E. (1962). *Individuality in the development of children*. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 4(4), 370-379.
- Boder, E. (1970). Developmental dyslexia: a new diagnostic approach based on the identification of three subtypes. *J School Health*, 289-290.
- Boder, E. (1973). Developmental Dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading patterns. *Developmental. Medicine and Child Neurology*, 15, 663-687
- Bonte, M., & Blomert, L. (2004). Developmental changes in ERP correlates of spoken word recognition during early school years: a phonological priming study. *Clinical Neurophysiology*, 115(2), 409-423.
- Borsting, E., Ridder, III, W.H., Dudeck, K., Kelley, C., Matsui, L., & Motoyama, J. (1996). The presence of magnocellular defect depends on the type of dyslexia. *Vision research*, 36(7), 1047-1053.
- Bradley, L., & Bryant, P., E. (1983). Categorizing sounds and learning to read – a causal connection. *Nature*, 301(5899), 419.
- Brown, C., M., & Hagoort P. (2004). *Νευροεπιστήμη της γλώσσας*. (Επιμ: Πήτα Ρ., Χρηστίδου-Κιοσέογλου Σ.). Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις: University Studio Press
- Byring, R., F., Salmi, T. K., Sainio, K.O & Orn, H., P. (1991). EEG in children with spelling disabilities. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 79(4), 247-255.
- Coburn, K., L., Lauterbach E., C., Boutros N., N., Black, K., J., Arciniegas D. B., & Coffey, C., E. (2006). The value of quantitative electroencephalography in clinical

psychiatry: a report by the Committee on Research of the American Neuropsychiatric Association. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 18(4), 460-500.

Conners, C., K. (1970). Cortical visual evoked response in children with learning disorders. *Psychophysiology*, 7(3), 418-428.

Critchley M. (1970). Developmental dyslexia: a constitutional disorder of symbolic perception.

Critchley M. (1981). Dyslexia: An overview. In Pavlidis G. Th. & T. R. Miles (Eds.), *Dyslexia research and its application to education*. (pp. 1-11). Chichester: Wiley & Sons.

Dansecu, E. R. (1997). Parental beliefs on childhood disability: Insights on culture, child development and intervention. *International Journal of Disability, Development and Education*, 44(1), 41-52.

Denckla, M., B. (1983). The neuropsychology of social – emotional learning disabilities. *Archives of Neurology*, 40, 461-462.

Duffy, F., H., Denckla, M., B., Bartels, P., H., & Sandini, G. (1980). Dyslexia: Regional differences in brain electrical activity by topographic mapping. *Annals of Neurology*, 7, 412-420.

Elliott, J. G. & Grigorenko, E. L. (2014). *Δυσλεξία. Νέες προσεγγίσεις – νέες προοπτικές*. (Επιμ: Ζακοπούλου, Β. – Μτφρ: Χριστοδουλίδης, Π. & Ζαραβέλλα Ε.). Πάτρα. Εκδόσεις: GOTSIS

Farmer, M.E., Klein, R.M. (1995). The evidence for a temporal processing deficit linked to dyslexia. *Psychonomic Bull Rev*, 2, 460-493.

Fernandez, T., Harmony, T., Rodriguez, M., Bernal, J., Silva, J., Reyes, A., & Marosi, E. (1995). EEG activation patterns during the performance of tasks involving different components of mental calculation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 94(3), 175-182.

Fox, B., & Routh, D., K. (1984). Phonemic analysis and synthesis as word attack skills: Revisited. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1059-1064.

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current biology*, 22(9), 814-819.

Georgiewa, P., Rzanny, R., Gaser, C., Gerhard, U., J. Vieweg, U., Freesmeyer, D., Mentzel, H., S., Kaiser, W., A., Blanz, B. (2002). Phonological processing in dyslexic children: a study combining functional imaging and event related potentials. *Neurosci Lett*, 318(1), 5-8.

Geschwind, N. (1962) A human cerebral disconnection syndrome, a preliminary report. *Neurology*, 12, 675-685.

- Geschwind, N., & Behan, P. (1982). Left-handedness: association with immune disease, migraine and developmental learning disorder. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 79(16), 5097.
- Gross-Glenn, K., Jallad, B., Novoa, L., Helgren – Lempeis, V., & Lubs, H. A. (1990). Nonsense passage reading as a diagnostic aid in the study of adult familial dyslexia. *Reading and Writing*, 2(2), 161-173.
- Hallgren B. (1950). Specific dyslexia (congenital word blindness): A clinical and genetic study. *Acta Phychiatrica et Neurologica Scandinavica Supplementum*, 65(1), 265.
- Hammil D. D. (1990). On defining learning disabilities: An emerging consensus. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 74-84
- Harrar, V., Tammam, J., Perez-Bellido, A., Pitt, A., Stein, J., & Spence, C. (2014). Multisensory integration and attention in developmental dyslexia. *Current Biology*, 24(5), 531-535.
- Heim, S., Tschierse, J., Amunts, K., Wilms M., Vossel, S., Willmes, K., Grabowska, A., Huber, W. (2008). Cognitive subtypes of dyslexia. *Acta Neuroboi*, 68(1), 73-82.
- Helenius, P., Salmelin, R., Richardson, U., Leinonen, S., Lyytinen, H. (2002). Abnormal auditory cortical activation in dyslexia in 100 ms after speech onset. *J Cogn Neurosci*, 14(4), 603-617.
- Hermann, K. (1959). Reading disability: A medical study of word blindness and related handicaps. Springfield, III: Charles C. Thomas.
- Huttunen, T., Halonen, A., Kaartinen, J., Lyytinen, H. (2007). Does mismatch negativity shows differences in reading-disabled children compared to normal children and children with attention deficit? *Dev Neuropsychol*, 31(3), 453-470.
- Kirk, S. A. (1962). *Educating exceptional children*. Boston: Houghton Mifflin
- Kirmse, U., Ylinen, S., Tervaniemi, M., Vainio, M., Schroger, E., Jacobsen, E., T. (2008). Modulation of the mismatch negativity (MMN) to vowel duration changes in native speakers of Finnish and German as a result of language experience. *Int J Psychophysiology*, 67(1), 131-143.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2011). *Εγκέφαλος και συμπεριφορά*. (Επιμ: Καστελλάκης Α., Παναγής Γ.). Εκδόσεις: Πασχαλίδης Π.Χ.
- Kujala, T., Karma K., Ceponiene, R., Belitz, S., Turkkila P., Tervaniemi, M., & Naatanen, R. (2001). Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading – impaired children. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 98(18), 10509-10514
- Kujala, T., Lovio, R., Lepisto, T., Laasonen, M., Naatanen, R. (2006). Evaluation of multi-attribute auditory discrimination in dyslexia with mismatch negativity. *Clin neurophysiol*, 117(4), 885-893.

- Kujala, T., Myllyviita, K., Tervaniemi, M., Alho, K., Kallio, J., Naatanen, R. (2000). Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain activity measurements. *Psychophysiology*, 37(2), 262-266.
- Lachmann, T., Berti, S., Kujala, T., Schroger, E. (2005). Diagnostic subgroups of developmental dyslexia have different deficits in neural processing of tones and phonemes. *Int Psychophysiol*, 56(2), 105-120.
- Laycock, R., Crewther, D., P., & Crewther, S., G. (2008). The advantage in being magnocellular: a few more remarks on attention and the magnocellular system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(8), 1409-1415.
- Leary, P., M., Batho, K.A.T.H.L.E.E.N (1981). The role of the EEG in the investigation of the child with learning disability. *South African medical journal= Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*, 59(24), 867-868.
- Livingstone, M., R., Rosen, G., D., Drislane, F.,W, & Galaburda, A.,M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(18), 7943-7947.
- Lonigan, C., J. (2006). Development, assessment, and promotion of preliteracy skills. *Early Education and Development*, 17(1), 91-114.
- Lyon G., Shaywitz S. & Shaywitz B. (2003). A definition of dyslexia. *Ann Dyslexia* 53, 1-14.
- Maurer, U., Bucher, K., Brem, S., Brandeis, D. (2003). Altered responses to tone and phoneme mismatch in kindergartens at familial dyslexic risk. *Neuroreport*, 14(17), 2245-2250.
- Meng, X., Sai, X., Wang C., Wang J., Sha, S., Zhou, X. (2005). Auditory and speech processing and reading development in Chinese school children: behavioral and ERP evidence. *Dyslexia*, 11(4), 292-310.
- Miles T., R. & Miles, E. (1990). *Dyslexia: a hundred years on*. Bristol, PA: Open University Press.
- Miles, R. E., Snow, C. C., Meyer, A. D., & Coleman Jr, H. J. (1978). Organizational strategy, structure and process. *Academy of management review*, 3(3), 546-562.
- Moiescu-Yiflach, T., Pratt, H. (2005). Auditory event related potentials and source current density estimation in phonologic/auditory dyslexics. *Clin Neurophysiol*, 116(11), 2632-2647.
- Naatanen, R., Alho, K. (1997). Mismatch negativity – the measure for central sound representation accuracy. *Audiol Neurootol*, 2(5), 341-353.
- Orton, S. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. New York, Norton
- Paulesu, E., Danelli, L., & Berlingeri, M. (2014). Reading the dyslexic brain: multiple dysfunctional routes revealed by a new meta-analysis of PET and fMRI activation studies. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 830.

- Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R., S., & Frith, D., C. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrome? Evidence from PET scanning. *Brain*, 119(1), 143-157.
- Pavlidis G. (1978). The dyslexic's erratic eye movements: Case studies. *Dyslexic Review*, 1, 22-28.
- Pavlidis, G. (1981). Do eye-movements hold the key to dyslexia? *Neuropsychologia*, 19, (1), 57-64.
- Pihko, E., Leppasaari, T., Lyytinen H. (1995). Brain reacts to occasional changes in duration of elements in a continuous sound. *Neuroreport*, 6(8), 1215-1218.
- Pumfrey P., D., & Reason, R. (1991). *Specific Learning Difficulties (dyslexia)*.
- Rabinovitch, M. S., & Strassberg, R. (1968). Syntax and retention in good and poor readers. *Canadian Psychologist/Psychologie canadienne*, 9(2), 142.
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 712-722.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124(3), 372.
- Reid G. (1998). *Δυσλεξία. Εγχειρίδιο για Ειδικούς*. (Επιμ: Παπαδάτος, Γ. – Μτφρ: Αντωνίου, Α. Σ.). Αθήνα. Εκδόσεις: Παρισιάνου Α.Ε
- Rumsey, J., M., Andreason, P., Zametkin, A., J., Aquino, T., King, A., C., Hamburger, S., D., ... Cohen, R., M. (1992). Failure to activate the left temporoparietal cortex in dyslexia: An oxygen 15 positron emission tomographic study. *Archives of Neurology*, 49(5), 527-534.
- Rutter M., Tizard, J., & Whitmore, K. (1970). *Education, health and behavior*. London: Longmans
- Santos, A., Jolly-Pottuz, B., Moreno, S., Habib, M., & Besson, M. (2007). Behavioral and event-related potentials evidence for pitch discrimination deficits in dyslexic children: Improvement after intensive phonic intervention. *Neuropsychologia*, 45(5), 1080-1090.
- Schulte-Korne, G., & Bruder, J. (2010). Clinical neurophysiology of visual and auditory processing in dyslexia: a review. *Clinical neurophysiology*, 121(11), 1794-1809
- Schulte-Korne, G., Bartling, J., Deimel, W., Remschmidt, H. (1999). Attenuated hemispheric lateralization in dyslexia: evidence of a visual processing deficit. *Neuroreport: For Rapid Commun Neurosci Res*, 10(17), 3697-3701.
- Schulte-Korne, G., Deimel, W., Bartling, J., Remschmidt, H. (1998). Auditory processing and dyslexia: evidence for a specific speech processing deficit. *Neuroreport*, 9(2), 337-340.

- Sebastian, C., Yasin, I. (2008). Speech versus tone processing in compensated dyslexia: discrimination and lateralization with a dichotic mismatch negativity (MMN) paradigm. *Int J Psychophysiol*, 70(2), 115-126.
- Shankarnarayan, V., C., Maruthy, S. (2007). Mismatch negativity in children with dyslexia speaking Indian languages. *Behav Brain Funct*, 3, 36.
- Shaywitz, B., A., Shaywitz, S., E., Pugh, K., P., Mencl, W., E., Fulbright, R., K, Skudlarski P., ... & Gore J. C. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological psychiatry*, 52(2), 101-110.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., & Escobar, M.D. (1990). Prevalence of reading disability in boys and girls: Results of the Connecticut Longitudinal Study. *Journal of the American Medical Association*, 264(8), 998-1002.
- Simos, P., G., Breier, J., I., Fletcher, J. M., Bergman, E., & Papanicolaou, A.C. (2000). Cerebral mechanisms involved in word reading in dyslexic children. A magnetic source imaging approach. *Cerebral Cortex*, 10(8), 809-816.
- Sklar, B., Hanley, J., & Simmons, W., W. (1973). A computer analysis of EEG Spectral Signatures from Normal and Dyslexic Children. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 1(1), 20-26.
- Skottun, B., C., & Skoyles, J., R. (2008). Dyslexia and rapid visual processing: A commentary. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30, 666-673.
- Son, S., H., & Meisels, S., J. (2006). The relationship of young children's motor skills to later reading and math achievement. *Merrill-Palmer Quarterly (1982-)*, 755-778.
- Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 12-36.
- Stelmack, R., M., & Miles, J. (1990). The effect of picture priming on event-related potentials of normal and disabled readers during a word recognition memory task. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12(6), 887-903.
- Stoodley, C., J., Hill, R., P., Stein, J., F, Bishop, D., V. (2006). Auditory event-related potentials differ in dyslexics even when auditory psychophysical performance is normal. *Brain Res*, 1121(1), 190-199.
- Tallal, P. (1975). A different view of auditory processing factors in language disorders. *J Speech Hear Disord*, 40(3), 413-415.
- Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-198.
- Taylor, M., J., & Keenan, N.K. (1990). Event related potentials to visual and language stimuli in normal and dyslexic children. *Psychophysiology*, 27, 318-327.
- Turner, M. (1997). *Psychological Assessment of Dyslexia*. Whurr Publishers.
- 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.

Van Leeuwen, T., Been, P., van Herten, M., Zwarts, F., Maassen, B., & van der Leij. (2008). Two-month-old infants at risk for dyslexia do not discriminate /bAk/from/dak/: a brain-mapping study. *Journal of Neurolinguistics*, 21(4), 333-348.

Vellutino, F. R. (1979). *Dyslexia: Theory and research*.

Vellutino, F., R. (1977). Alternative conceptualizations of dyslexia – evidence in support of a verbal-deficit hypothesis. *Harvard Educational Review*, 47(3), 334-354.

Vellutino, F., R. (1991). Introduction to three studies on reading acquisition: Convergent findings on theoretical foundations of code – oriented versus whole – language approaches to reading instruction. *Journal of educational psychology*, 83(4), 437.

Vernon, M. (1957). *Backwardness in reading*. Cambridge, England, Cambridge University Press.

Wagner, R., K., Torgesen, J., K., Rashotte, C., A. (1994). Development of reading related phonological processing abilities: New evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental psychology*, 30(1), 73.

Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., ... & Ziegler, J., C. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(28), 11455-11459.

Αναστασίου Δ. (1998). *Δυσλεξία: Θεωρία και Έρευνα, όψεις πρακτικής*. Αθήνα. Εκδόσεις: Ατραπός

Βλασσοπούλου Μ., Γιαννετοπούλου Α., Διαμάντη Μ., et. al., (2007). *Γλωσσικές δυσκολίες και γραπτός λόγος στο πλαίσιο της σχολικής μάθησης*. Εκδόσεις: Γρηγόρη.

Γεωργίου, Ε. (2008). *Ιατρική Φυσική. Διαγνωστικές & Θεραπευτικές εφαρμογές των ακτινοβολιών*. Εκδόσεις: Π.Χ. Πασχαλίδης

Γεωργίου, Β. (2008). *Ιατρική Φυσική (Δεύτερος τόμος). Διαγνωστικές και θεραπευτικές εφαρμογές των ακτινοβολιών*. Εκδόσεις: Π.Χ ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ

Καραπέτσας, Α., Β. (1997). *Η δυσλεξία στο παιδί. Διάγνωση και θεραπεία*. Αθήνα. Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα.

Καρυώτης, Θ. (1997). Η ανάπτυξη της φωνολογικής συνείδησης και η πρόσκτηση της αναγνωστικής δεξιότητας. *Γλώσσα*, 43, 41-49

Κοσμίδου Μ., (2008). *Κλινική Νευροψυχολογική Εκτίμηση*. Αθήνα. Εκδόσεις: Παρισιάνου Α.Ε

Κουτσούρης Δ., Νικήτα Κ., Παυλόπουλος Σ. (2004). *Ιατρικά απεικονιστικά συστήματα*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις: Τζιόλα

Κωνσταντίνου Μ., Κοσμίδου Μ. (2011). *Νευροψυχολογία των μαθησιακών δυσκολιών*. Αθήνα. Εκδόσεις: Παρισιάνου Α. Ε.

- Μήτσιου – Δάχτυλα, Γ. (2008). *Δυσλεξία. Νευροψυχολογία μαθησιακών διαταραχών. Διάγνωση και αντιμετώπιση*. Αθήνα. Εκδόσεις: Χρήστος Ε. Δαρδανός
- Παντελιάδου Σ., (2011). *Μαθησιακές Δυσκολίες και Εκπαιδευτική Πράξη Τι και Γιατί*. Αθήνα. Εκδόσεις: Πεδίο
- Παντελιάδου, Σ. & Αργυρόπουλος, Β. (2011). *Ειδική Αγωγή: Από την έρευνα στη διδακτική πράξη*. Εκδόσεις: Πεδίο
- Παυλίδης Γ. (2000). *Δυσλεξία – μαθησιακές δυσκολίες: Αίτια – Διάγνωση – Αντιμετώπιση*, στο Βάμβουκα, Μ.Ι., & Πεδιαδίτη, Α.Δ. (2000). *Δύσκολες Μορφές Συμπεριφοράς στη Σχολική Τάξη*. Ρέθυμνο, σελ. 53-81
- Πόρποδας Κ. (1992). Η εκμάθηση της ανάγνωσης και της ορθογραφίας σε σχέση με την ηλικία και τη φωνημική ενημερότητα. *Ψυχολογία*, 1, 30-43.
- Πόρποδας, Κ. Δ. (1997). *Δυσλεξία: Η ειδική διαταραχή στη μάθηση του γραπτού λόγου (Ψυχολογική θεώρηση)*. Αθήνα. Εκδόσεις: Μορφωτική
- Στασινός, Δ. Π. (2003). *Δυσλεξία και Σχολείο*. Αθήνα. Εκδόσεις: GUTENBERG
- Τριανταφύλλου Π., Ν. (1994). *Στοιχεία γενικής ψυχολογίας*. Εκδόσεις: Ηράκλειτος.

