



Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: «Το Έλλειμμα της Μεγαλοκυτταρικής Θεωρίας  
στην διαδικασία της Ανάγνωσης σε άτομα με  
Δυσλεξία»

*Έλτσα Ζάτσαϊ 17079*

*Επιβλέπων Καθηγητής: Παύλος Χριστοδουλίδης*

*Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2019*



Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: «Το Έλλειμμα της Μεγαλοκυτταρικής Θεωρίας  
στην διαδικασία της Ανάγνωσης σε άτομα με  
Δυσλεξία»

*Έλτσα Ζάτσαϊ 17079*

*Επιβλέπων Καθηγητής: Παύλος Χριστοδουλίδης*

*Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2019*

The Magnocellular deficit theory in Reading  
processing in Dyslexics

# **Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή**

Ιωάννινα, 2019

## **Επιτροπή Αξιολόγησης**

### **1. Επιβλέπων καθηγητής:**

Πάυλος Χριστοδουλίδης,

Καθηγητής Ψυχολογίας , Πανεπιστημιακός υπότροφος

### **2. Μέλος επιτροπής**

### **3. Μέλος επιτροπής**

## **Ο/Η Προϊστάμενος/η του Τμήματος**

Όνομα Επίθετο,

τίτλος,

βαθμίδα

Υπογραφή

© Έλσα Ζάτσαϊ 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

## Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν προσωπικής μελέτης και εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται σαφώς στη βιβλιογραφία και στο κείμενο ενώ κάθε εξωτερική βοήθεια, αν υπήρξε, αναγνωρίζεται ρητά. Γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαι ενήμερη για την επέλευση των νόμιμων συνεπειών.

Έλσα Ζάτσαϊ  
Υπογραφή

## Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο: « Το έλλειμμα της μεγαλοκυτταρικής θεωρίας στην αναγνωστική διαδικασία», θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Παύλο Χριστοδουλίδη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την υποστήριξη, την πολύτιμη βοήθεια του αλλά και για τον χρόνο που διέθεσε για την διαπεραίωση της πτυχιακής μου εργασίας. Δεν θα μπορούσα σε αυτό το σημείο να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου, που μου έδωσαν την ευκαιρία να σπουδάσω και ήταν πάντα δίπλα μου να με ενθαρρύνουν και να με στηρίζουν.

## Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύεται ένα από τα πιθανότερα αίτια της δυσλεξίας, η μεγαλοκυτταρική θεωρία και τον αντίκτυπο που έχει στις αναγνωστικές δεξιότητες στα άτομα με δυσλεξία. Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η φυσιολογική διαδικασία της ανάγνωσης, τα στάδιά της καθώς οι μέθοδοι με τους οποίους κατά καιρούς έχει διδαχθεί.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρεται το οπτικό σύστημα και συγκεκριμένα η δομή του οπτικού συστήματος, τους μηχανισμούς οπτικής αντίληψης ενώ γίνεται και αναφορά στο μεγαλοκυτταρικό και μικροκυτταρικό σύστημα.

Τέλος ακολουθεί το τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο αυτής της εργασίας, όπου επισημαίνεται ο όρος της δυσλεξίας και μερικά χαρακτηριστικά της και αναλύεται η μεγαλοκυτταρική θεωρία. Συγκεκριμένα πώς και γιατί συνδέεται με τη δυσλεξία, πώς και γιατί επηρεάζει την ανάγνωση ενώ τέλος προτείνονται κάποιοι τρόποι παρέμβασης για την βελτίωση της ανάγνωσης στα άτομα με αναγνωστικές δυσκολίες.

**Λέξεις - κλειδιά:** δυσλεξία, ανάγνωση, οπτικό σύστημα, μεγαλοκυτταρική θεωρία



## Abstract

In this study is analyzed one of the most likely causes of dyslexia, magnocellular theory and its impact on reading skills in people with dyslexia. The first chapter discusses the normal reading process, its stages as well as the methods by which it has been taught from time to time.

The next chapter discusses the optical system, and in particular the structure of the optical system, the mechanisms of visual perception, while also refers to the magnocellular and parvocellular systems.

Finally, the third and final chapter of this work, points out the term dyslexia and some of its features, and analyzes the magnocellular theory. Specifically, how and why it is associated with dyslexia, how and why it affects reading while finally are being suggested some ways to intervene to improve reading in people with reading difficulties.

**Key words:** dyslexia, reading, visual system, magnocellular theory

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες .....	7
Περίληψη .....	8
Abstract .....	9
Κεφάλαιο 1: Ανάγνωση .....	11
1.1 Τι είναι η Ανάγνωση .....	11
1.2 Τα Στάδια της Ανάγνωσης .....	12
1.3 Αναδυόμενος Αναγραμματισμός .....	13
1.4 Πρώτη Ανάγνωση .....	14
1.5 Μέθοδοι και Μοντέλα Ανάγνωσης της Πρώτης Ανάγνωσης .....	14
Κεφάλαιο 2: Το Οπτικό Σύστημα .....	19
2.1 Η δομή του Οπτικού Συστήματος .....	19
2.2 Μηχανισμός Οπτικής Αντίληψης .....	20
2.3 Οδοί του Οπτικού Συστήματος .....	21
2.4 Μεγαλοκυτταρικό και Μικροκυτταρικό Σύστημα .....	22
2.5 Ο ρόλος της Μεγαλοκυτταρικής Οδού στην σειριακή ανάπτυξη της Οπτικής Προσοχής ....	23
Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στη Δυσλεξία και ανάπτυξη του Μεγαλοκυτταρικού ελλείμματος .....	25
3.1 Δυσλεξία: Οπτική και Ακουστική .....	25
3.2 Μεγαλοκυτταρική Θεωρία .....	27
3.3 Οπτικό Μεγαλοκυτταρικό Σύστημα των ατόμων με Δυσλεξία .....	30
3.3.1 Αμφιβληστροειδής χιτώνας .....	31
3.3.2 Πρωτογενής οπτικός φλοιός .....	32
3.4 Έρευνες για το Οπτικό Μεγαλοκυτταρικό Σύστημα .....	33
3.5 Η Οφθαλμοκίνηση των φυσιολογικά ανεπτυγμένων ατόμων κατά την Ανάγνωση .....	35
3.6 Η Οφθαλμοκίνηση των ματιών στα άτομα με Οπτική Δυσλεξία .....	36
3.7 Ο Ρόλος των Μεγαλοκυττάρων στην Ανάγνωση .....	37
3.8 Δυσλεξία και Ανάγνωση .....	40
3.9 Τρόποι Παρέμβασης για την Βελτίωση της Ανάγνωσης στα Άτομα με Δυσλεξία .....	41
3.9.1 Μεγαλύτερα γράμματα ή μονόφθαλμη κάλυψη .....	41
3.9.2 Κίτρινα Φίλτρα .....	42
3.9.3 Μπλε Φίλτρα .....	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	45

## Κεφάλαιο 1: Ανάγνωση

### 1.1 Τι είναι η Ανάγνωση

Ορίζοντας την ανάγνωση, μπορούμε να πούμε ότι «αποτελεί μία γνωστική διαδικασία μετατροπής των γραπτών συμβόλων σε φωνολογικό κώδικα, με βάση τον οποίο καθίσταται δυνατή η πρόσβαση στη σημασιολογική μνήμη για την κατανόηση της σημασίας της λέξης» (Πόρποδας, 2002). Ακόμη η ανάγνωση είναι σήμερα το κυριότερο μέσο μάθησης και απόκτησης γνώσεων. Η κατάκτηση της επιτυχούς αναγνωστικής δεξιότητας, είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιας εξάσκησης και βασίζεται σε δυο βασικές και ανεξάρτητες λειτουργίες, την αποκωδικοποίηση και την κατανόηση. Σύμφωνα με τον Πόρποδα η ανάγνωση αποτελεί το γινόμενο των δύο αυτών λειτουργικών παραγόντων, και μπορεί να αναπαραχθεί ως εξής : Αποκωδικοποίηση x Κατανόηση = Ανάγνωση

Πιο συγκεκριμένα η αποκωδικοποίηση περιλαμβάνει την ανάγνωση των γραπτών (οπτικών) συμβόλων που αποτελούν το γραπτό κώδικα καθώς και τη μετάφρασή τους σε φωνολογική (ακουστική) παράσταση (Πόρποδας, 2002). Για την διεκπεραίωση αυτής της λειτουργίας απαιτείται η γνώση του ορθογραφικού συστήματος στο οποίο είναι γραμμένη η λέξη καθώς και η συνειδητοποίηση ότι η αντίστοιχη λέξη συγκροτείται από φωνημικές μονάδες οι οποίες αναπαριστούνται από γραπτά σύμβολα.

Η κατανόηση αποτελεί το δεύτερο σημαντικό γνωστικό στοιχείο για την διεκπεραίωση της σωστής αναγνωστικής διαδικασίας. Η κατανόηση πραγματοποιείται όταν η σημασία μίας λέξης ανακαλείται από τη σημασιολογική μνήμη. Για να συντελεστεί αυτή η γνωστική διαδικασία ορθά, απαιτείται αφενός η συγκράτηση της λέξης αυτής από προηγούμενη γνωστική συγκράτηση στη μακροπρόθεσμη μνήμη και αφετέρου η δυνατότητα απροσδόκητης πρόσβασης στη λέξη στόχο. Για παράδειγμα η λέξη *μπαλα* απαιτεί μεν την αναγνώριση των γραπτών συμβόλων από τα οποία αποτελείται η λέξη και τη μετατροπή τους στον αντίστοιχο φωνολογικό κώδικα, αφετέρου δε την ανάκληση της σημασίας της από τη σημασιολογική μνήμη και την αναγνώρισή της. Η αποτυχία λειτουργίας μίας εκ των δύο αυτών γνωστικών λειτουργιών οδηγεί στην ανεπιτυχή ολοκλήρωση της ανάγνωσης. Καθώς βασική προϋπόθεση είναι η λειτουργία και των δύο αυτών γνωστικών λειτουργιών.

Η επιτυχημένη αποκωδικοποίηση χωρίς κατανόηση ή η επιτυχημένη κατανόηση χωρίς αποκωδικοποίηση δεν επαρκούν για το επιθυμητό αποτέλεσμα που δεν είναι άλλο από την ανάγνωση, αφού ο αναγνώστης δεν θα καταφέρει να αντλήσει την έννοια ή το νόημα όσων προσπαθεί να διαβάσει. Για τον λόγο αυτό ο καλύτερος ίσως τρόπος ελέγχου είναι η ανάγνωση ψευδολέξεων (Πόρποδας 2002 σ.45 ).

Τα περισσότερα παιδιά μαθαίνουν να διαβάζουν σχετικά εύκολα ή με μικρές δυσκολίες, υπάρχει ωστόσο και ένας μικρός αλλά αξιοσημείωτος αριθμός παιδιών που εμφανίζουν μεγάλη ή εξαιρετικά μεγάλη δυσκολία στην απόκτηση των αναγνωστικών δεξιοτήτων, παρά την ικανοποιητική υποστήριξη του κοινωνικού τους πλαισίου (σχολείο και οικογένεια) και την ικανοποιητική τους επίδοση σε άλλες περιοχές μάθησης. Οι μαθητές αυτοί είναι μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Το θέμα αυτό αναλύεται στο τρίτο κεφάλαιο.

## 1.2 Τα Στάδια της Ανάγνωσης

Σύμφωνα με τον Chall τα στάδια της ανάγνωσης είναι 6:

Το πρώτο στάδιο είναι η «προανάγνωση ή ψευδανάγνωση» και αφορά παιδιά έως 6 ετών, τα οποία προσποιούνται ότι διαβάζουν, επαναλαμβάνουν ιστορίες ενώ κοιτούν ένα οικείο βιβλίο, ονομάζουν γράμματα της αλφαβήτου και αναγνωρίζουν σημάδια και λογότυπους. Το δεύτερο στάδιο είναι της « αρχικής ανάγνωσης και αποκωδικοποίησης » για παιδιά ηλικίας 6-7 ετών. Εδώ το παιδί μαθαίνει τη σχέση μεταξύ γραμμάτων και ήχων ενώ μπορεί να διαβάσει απλά κείμενα με λέξεις, μπορεί ακόμη να συλλαβίσει μονοσύλλαβες άγνωστες λέξεις. Στο τρίτο στάδιο συναντάμε την «επιβεβαίωση κατακτήσεων, αύξηση της ευφράδειας» για 7- 8 ετών. Οι δεξιότητες αποκωδικοποίησης των γραπτών συμβόλων αυξάνονται και μπορεί έτσι να διαβάσει απλές και γνωστές ιστορίες με περισσότερη άνεση. Ακολουθεί το τέταρτο στάδιο, το «διάβασμα για μάθηση», 9- 14 ετών. Πλέον το παιδί δεν διαβάζει μόνο για να μάθει την διαδικασία της ανάγνωσης αλλά για να αποκτήσει νέες γνώσεις, να βιώσει νέα συναισθήματα αλλά από μία μόνο οπτική γωνία. Το πέμπτο στάδιο είναι εκείνο του «διαβάσματος από πολλές οπτικές γωνίες», 15- 17 ετών. Ο μαθητής αρχίζει να διαβάζει ποικίλη σύνθετη ύλη μεγάλου εύρους από διαφορετικές οπτικές γωνίες και απόψεις. Τέλος το έκτο στάδιο, η «δόμηση και αναδόμηση» για άτομα 18 ετών και πάνω. Εδώ ο μαθητής διαβάζει για να αφομοιώσει και να συνθέσει τη γνώση και το διάβασμα είναι γρήγορο και αποτελεσματικό.

### 1.3 Αναδυόμενος Αναγραμματισμός

Μελέτες υποστηρίζουν ότι η επαφή και αλληλεπίδραση των παιδιών με όψεις του γραπτού λόγου ξεκινάει από τα πρώτα κιόλας χρόνια της ζωής του, πολύ νωρίτερα δηλαδή από το πλαίσιο διδασκαλίας της ανάγνωσης και γραφής. Συγκεκριμένα υπάρχουν αρκετές προσεγγίσεις για την προσέγγιση της αναγνωστικής ετοιμότητας για την μάθηση του γραπτού λόγου, έτσι συναντούμε στη βιβλιογραφία όρους όπως ο "αναδυόμενος γραμματισμός" (early literacy). Με τον όρο αυτόν λοιπόν εννοούμε τις συμπεριφορές ανάγνωσης και γραφής των παιδιών προσχολικής ηλικίας, που σχετίζονται με την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση του γραπτού λόγου και την κατανόησή του. Αυτός ο όρος χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από την Clay (1996, στο Τάφα, 2001), η οποία περιέγραψε μορφές συμπεριφοράς που εμφάνιζαν τα παιδιά όταν προσποιούνταν ότι διαβάζουν, ή γράφουν έστω και αν δεν μπορούσαν ακόμη να το πραγματοποιήσουν με έναν συμβατικό τρόπο. Η αναδυόμενη ανάγνωση συγκεκριμένα αναφέρεται στην συμπεριφορά που εκδηλώνει ένα παιδί όταν προσποιητά προσπαθεί να διαβάσει ένα αγαπημένο του βιβλίο ή γενικότερα ένα έντυπο (π.χ. τον κατάλογο από ένα εστιατόριο, ένα διαφημιστικό φυλλάδιο), που βρίσκεται συχνά στο οικείο του περιβάλλον, και συνήθως εντάσσει αυτή τη συμπεριφορά μέσα στο παιχνίδι του. Κατά την προσποιητή αυτή ανάγνωση το παιδί μπορεί να αναφέρει ό,τι θυμάται από την αγαπημένη του ιστορία ή μπορεί να αναφέρει μια δική του εκδοχή για την ιστορία του βιβλίου κάνοντας πως το διαβάζει, με έναν τρόπο που δείχνει ότι γνωρίζει πώς γίνεται η πράξη της ανάγνωσης βιβλίων. Η συμπεριφορά αυτή από τα παιδιά μπορεί να έχει τις εξής μορφές: το παιδί ξεφυλλίζει το έντυπο (π.χ. βιβλίο, περιοδικό) ανά τακτά διαστήματα κατά τη διάρκεια της προσποιητής ανάγνωσης, δείχνει με το δάχτυλό του στις σειρές των προτάσεων, διαβάζει ολικά ορισμένες λέξεις που έχει συναντήσει σε άλλα κείμενα. Ωστόσο δεν εκδηλώνουν όλα τα παιδιά αυτή τη συμπεριφορά, αφού ένας σημαντικός αριθμός παιδιών αρνούνται να επιχειρήσουν να προσποιηθούν ότι διαβάζουν, ενώ, όσα παιδιά το επιχειρούν, εφαρμόζουν μια ποικιλία στρατηγικών και συμπεριφορών κατά την προσποιητή ανάγνωση (Δαλακλή & Αϊδίνης, 2010, στο Αϊδίνης, 2012).

## 1.4 Πρώτη Ανάγνωση

Σύμφωνα με τον Βουγιούκα «ο όρος πρώτη ανάγνωση έχει καθιερωθεί στην ελληνική βιβλιογραφία της ειδικής διδακτικής και χρησιμοποιείται για να δηλώσει ένα πρώτο αναγνωστικό στάδιο , κατά το οποίο ο μαθητής μαθαίνει το βασικό μηχανισμό την ανάγνωσης, μαθαίνει δηλαδή, στοιχειωδώς έστω, να διαβάζει» (Βουγιούκας 1994 σελ. 75).

Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό η πρώτη ανάγνωση ταυτίζεται με το πρώτο στάδιο της διδασκαλίας του γραπτού λόγου στην Α΄ τάξη και αναμένεται να ολοκληρωθεί μετά το πέρασμα 6 έως 9 μηνών όπου τα παιδιά θα μπορούν να αναγνωρίζουν αρκετές λέξεις και μικρά κείμενα.

## 1.5 Μέθοδοι και Μοντέλα Ανάγνωσης της Πρώτης Ανάγνωσης

Σύμφωνα με τους Bentolila & Germain (2005) υπάρχουν τρεις βασικές μέθοδοι

1. Μέθοδοι με έμφαση στον κώδικα («bottom up»)
2. Μέθοδοι με έμφαση στο νόημα («top-down»)
3. Μικτές Μέθοδοι

Ο Μπασλής (2006) τις τρεις μεγάλες κατηγορίες μεθόδων τις αναφέρει ως:

1. Η στοιχειακή-συνθετική ή ανοδική προσέγγιση
2. Η ολική – αναλυτική ή καθοδική προσέγγιση
3. Μοντέλα αλληλεπίδρασης ή αναλυτικό-συνθετική μέθοδος

Ωστόσο, υπάρχει και η πρόταση μίας εξισορροπημένης προσέγγισης σύμφωνα με την οποία η διδασκαλία πρέπει να είναι πολυσύνθετη και να περιέχει την ανάπτυξη των ικανοτήτων αποκωδικοποίησης, της ολικής αναγνώρισης της λέξης, του εμπλουτισμού του λεξιλογίου, συγκεκριμένων ικανοτήτων κατανόησης και χρήση της ανάγνωσης σε ένα κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο (Αϊδίνης,2006) καθώς στόχος της εκπαίδευσης δεν είναι μόνο οι μαθητές να είναι επαρκείς αλλά και να χρησιμοποιούν την ανάγνωση και τη γραφή για περαιτέρω μάθηση (Guthrie & Wigfield, στο Αϊδίνη, 2012).

### *1.5.1 Μέθοδοι με έμφαση στον κώδικα ή ανοδική προσέγγιση*

Οι μέθοδοι ανάγνωσης σε αυτή την κατηγορία εισάγουν τους μαθητές στις μικρότερες γλωσσικές μονάδες στην προφορική και γραπτή γλώσσα και στο συνταίριασμά τους. Αυτές οι μικρές μονάδες είναι τα γραφήματα ή αλλιώς οι συλλαβές της γραπτής γλώσσας και τα φωνήματα, δηλαδή οι ήχοι της προφορικής γλώσσας, τα οποία συνδυάζονται για να σχηματίσουν μεγαλύτερες γλωσσικές μονάδες δηλαδή συλλαβές, μορφήματα, λέξεις και προτάσεις. Αυτές οι μέθοδοι αναφέρονται επίσης και ως «από έξω προς τα μέσα» γιατί στηρίζονται στην αντίληψη ότι η ανάγνωση ξεκινά από χαμηλότερες γνωστικές λειτουργίες και σταδιακά προσεγγίζει τις υψηλότερες

Οι επικρατέστερες μορφές είναι :

#### I. Φωνολογική:

Η διδασκαλία βασίζεται σε αυτά που το παιδί ήδη γνωρίζει από τον προφορικό του λόγο και μετέπειτα εστιάζεται στην κατανόηση του γραπτού. Συγκεκριμένα αφού τα παιδιά εξοικειωθούν με τον προφορικό λόγο, ότι δηλαδή αποτελείται από ήχους, φωνήματα, συλλαβές, διδάσκονται τον γραπτό (γραφήματα, λέξεις) και τη μεταφορά φωνημάτων σε γραφήματα. Ο συγκεκριμένος τρόπος εκμάθησης θεωρείται σχετικά εύκολος όταν σε μία γλώσσα υπάρχει πλήρης αντιστοιχία φωνημάτων – γραφημάτων, όπως υπάρχει και στην ελληνική γλώσσα.

#### II. Συλλαβική:

Στην μέθοδο αυτή το βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι εστιάζει στην γνώση γραμμάτων με έμφαση στην συλλαβή και ύστερα των λέξεων. Δεν διδάσκονται μεμονωμένα γράμματα. Σκοπός της είναι να γίνει αυτόματη σύνδεση ανάμεσα σε φωνήματα και γραφήματα για τον σχηματισμό λέξεων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε ευρέως για την εκπαίδευση μαζών, την σχετικά γρήγορη εξάλειψη του αναλφαριθμητισμού και την εφαρμογή μιας βασικής πολιτικής εκπαίδευσης (Γαλλία, Ιαπωνία, Αργεντινή κ.α.) (Bentolila & Germain, 2005)

### III. Γραφό-φωνημική:

Εδώ διδάσκεται ο γραπτός κώδικας μέσω παρατήρησης και αντιπαράθεσης των μορφών των λέξεων που υπάρχουν στα κείμενα. Η διδασκαλία αυτής της μεθόδου ξεκινάει με συλλαβές σε προφορικό επίπεδο και μετέπειτα εφαρμόζοντας μορφολογικές και λεξιλογικές στρατηγικές κατακτά τον κώδικα. Εφαρμόζεται κυρίως σε γλώσσες όπου το σύστημα γραφής και η σχέση φωνήματος- γραφήματος είναι αδιαφανής και μη ομαλή. (Bentolila & Germain, 2005)

Η κύρια κριτική που ασκείται σε αυτή την μέθοδο είναι η εστίασή της στον κώδικα και όχι στην κατανόηση, με αποτέλεσμα να απομακρύνει τον αναγνώστη από αυτή. Διότι η αποκωδικοποίηση ενός κειμένου δεν οδηγεί και στην κατανόησή του. Έτσι ένα παιδί μπορεί να βρει αυτή τη δραστηριότητα καθαρά τεχνική, αφηρημένη, κουραστική και αδιάφορη με αποτέλεσμα να χάνει το ενδιαφέρον του.

#### *1.5.2 Μέθοδοι με έμφαση στο νόημα ή καθοδική προσέγγιση*

Εδώ η διαδικασία ανάγνωσης έχει ως στόχο την κατανόηση και τον τρόπο που αυτή θα διδαχθεί. Σημαντικές είναι οι προηγούμενες γνώσεις του αναγνώστη, οι μη οπτικές πληροφορίες καθώς και τα συμφραζόμενα. Συγκεκριμένα ο αναγνώστης κάνει υποθέσεις σχετικές με τη σημασία των γραφημάτων που πρόκειται να διαβάσει και το μάτι προσηλώνεται στο αναγνωστικό υλικό (Μούσιου- Μυλωνά 2004). Με αυτόν τον τρόπο επιχειρεί να διαβάσει ένα κείμενο για να επιβεβαιώσει ή απορρίψει τις υποθέσεις που έχει κάνει. Επομένως δεν απαιτείται η προσέγγιση κάθε γράμματος ξεχωριστά και λέξης αλλά η απόκτηση μιας πρώτης αντίληψης του νοήματος. Η μέθοδος αυτή ακολουθεί αντίστροφη πορεία με αποτέλεσμα οι υψηλότερες γνωστικές λειτουργίες να καθοδηγούν τις χαμηλότερες.

Σύμφωνα με τους Bentolila & Germain (2005) σε αυτή την προσέγγιση ανήκουν οι:

#### I. Ολιστική:

Σε αυτή τη μέθοδο, η διδασκαλία της ανάγνωσης πραγματοποιείται με διαδικασίες ανάγνωσης βιβλίων όπου αρχικά διαβάζονται από τον εκπαιδευτικό. Προσφέρει άμεση πρόσβαση στη σημασία του κειμένου.



Εστιάζει λοιπόν στη συνολική σημασία του κειμένου ακόμη και αν υπάρχουν μερικές άγνωστες λέξεις. Για την αναγνώριση των άγνωστων λέξεων αξιοποιείται η γνώση των παιδιών, οι λέξεις είτε ανακαλύπτονται με υποθέσεις, είτε με βάση τα συμφραζόμενα, είτε αποκρυπτογραφούνται είτε ακόμη αναγνωρίζονται με το συνδυασμό στοιχείων κώδικα και κειμένου.

## II. Ολιστική ή μέθοδος Decroly:

Η αναγνωστική μονάδα εδώ είναι ένα παραμύθι, μια ιστορία ή μια αφήγηση. Αυτό ελκύει τα παιδιά καθώς βρίσκουν ενδιαφέρον σε αυτά τα κείμενα. Αυτή η μέθοδος εστιάζει στην εκμάθηση ολόκληρων προτάσεων που αναγνωρίζονται οπτικά και ύστερα ακολουθεί η ανάλυσή τους σε λέξεις, συλλαβές, γράμματα. Σύμφωνα με τη Μουσίου- Μυλωνά 2004 τα στάδια που ακολουθούνται είναι τα εξής:

A. Παρατηρητικότητα του μαθητή με οπτικές ασκήσεις

B. Μηχανική ανάγνωση φράσεων που έχουν προηγούμενος πει τα παιδιά και οι οποίες ύστερα καταγράφονται

Γ. Ανάλυση των προτάσεων σε λέξεις

Δ. Ανάλυση λέξεων σε συλλαβές και ανάλυση συλλαβών σε γράμματα

E. Συνειδητή ανάγνωση με ποικιλία κειμένων

## III. Φυσική:

Αποτελεί παραλλαγή της ολιστικής μεθόδου καθώς η επιλογή των κειμένων πηγάζει από το ενδιαφέρον των μαθητών και τις προηγούμενες γνώσεις τους και παράγονται από τα ίδια τα παιδιά. Ξεκινάει από τις μεγαλύτερες μονάδες του γραπτού λόγου και συνεχίζει προς τις μικρότερες. Ωστόσο όταν είναι απαραίτητο ενσωματώνει και μικρότερες μονάδες. Τοποθετεί την ανάγνωση στο επίκεντρο της εκμάθησης και διδάσκεται μέσα από ενεργές μεθόδους.

Σε αυτή τη μέθοδο ασκήθηκε έντονη κριτική καθώς θεωρήθηκε ότι υποτιμά την φωνολογική προσέγγιση της γλώσσας και συχνά απομακρύνοντάς την συνολικά. Ακόμη αυτή η μέθοδος απαιτεί τα παιδιά να έχουν κατακτήσει ένα πλούσιο λεξιλόγιο προκειμένου να κατανοήσουν ένα κείμενο. Έτσι παιδιά

από χαμηλότερα κοινωνικά-οικονομικά στρώματα πιθανόν να αδυνατούσαν να ανταπεξέλθουν και να παρουσίαζαν πρόβλημα.

### *1.5.3 Μικτές Μέθοδοι ή μοντέλα αλληλεπίδρασης*

Η μέθοδος αυτή ενσωματώνει χαρακτηριστικά και από τις δύο παραπάνω προσεγγίσεις , συνοψίζοντας σε ένα πρότυπο ανάγνωσης που συντίθεται από πληροφορίες που προέρχονται ταυτόχρονα από διαφορετικές πηγές.

Επικρατέστερες είναι οι:

#### I. Συνθετική:

Η μέθοδος αυτή συνδυάζει ταυτόχρονα την εκμάθηση της σημασίας των προτάσεων και των λέξεων (όπου γίνεται αποστήθιση βασικών λέξεων-κλειδιών και πρόβλεψη) όσο και της γνώσης των γραμμάτων και των συλλαβών (διδασκαλία των γραμμάτων και των συλλαβών με βάση τη συλλαβική μέθοδο). Αυτή η μέθοδος διευκολύνει τα παιδιά που δυσκολεύονται στη μία ή στην άλλη προσέγγιση. Ωστόσο, ορισμένες φορές η μέθοδος αυτή προκαλεί μια σύγχυση στα παιδιά καθώς πιθανότατα να δυσκολευτούν στην επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής για να κατανοήσουν ή να αποκωδικοποιήσουν τα γράμματα και τις λέξεις.

#### II. Η αναλυτικό-συνθετική μέθοδος:

Είναι η επικρατέστερη μέθοδος Πρώτης Ανάγνωσης. Βασική αρχή της είναι η αντιστοίχιση γραμμάτων με τους ήχους ή αλλιώς φωνημάτων και γραφημάτων και των συνδυασμών των γραμμάτων με σκοπό την σύνθεση της πρότυπης λέξης (Αϊδίνης, 2012).

Η κριτική που ασκείται εδώ, παρά τους υποστηρικτές που πιστεύουν πως αξιοποιούν το καλύτερο και από τις δυο μεθόδους, είναι ότι υπερφορτώνεται η μνήμη και οδηγεί στη σύγχυση και τον αποπροσανατολισμό των παιδιών (Bentolila & Germain 2005). Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 επιβλήθηκε από το Υπουργείο Παιδείας η εφαρμογή της αναλυτικό-συνθετικής μεθόδου σε όλα τα σχολεία της χώρας μας.

## Κεφάλαιο 2: Το Οπτικό Σύστημα

Όταν βλέπουμε μπροστά μας μια εικόνα, εμείς αντιλαμβανόμαστε ότι βλέπουμε μια ενιαία εικόνα του οπτικού πεδίου στην οποία υπάρχει κίνηση, πολλαπλά αντικείμενα με πολλά σχήματα και χρώματα. Ο τρόπος όμως που ο εγκέφαλός μας κωδικοποιεί την οπτική εικόνα είναι τελείως διαφορετικός. Κάθε στοιχείο της εικόνας απομονώνεται και κωδικοποιείται από διαφορετικούς νευρώνες. Για παράδειγμα, διαφορετικοί νευρώνες κωδικοποιούν το χρώμα, διαφορετικοί νευρώνες κωδικοποιούν το σχήμα ή το μέγεθος, διαφορετικοί νευρώνες κωδικοποιούν την κίνηση η οποία αποτελείται από τις μεταβλητές του προσανατολισμού και της απόστασης, διαφορετικοί νευρώνες κωδικοποιούν την αίσθηση του βάθους που έχει μια εικόνα και όλα αυτά με κάποιο τρόπο ολοκληρώνονται σε μία ενιαία πληροφορία σχηματίζοντας την εικόνα που τελικά βλέπουμε. Ωστόσο δεν είναι γνωστό ακόμη σε ποιο σημείο του εγκεφάλου όλα αυτά τα διαφορετικά στοιχεία ενώνονται για να δημιουργήσουν την αντίληψη της ολοκληρωμένης εικόνας.

### 2.1 Η δομή του Οπτικού Συστήματος

Το οπτικό σύστημα είναι τμήμα του περιφερειακού και κεντρικού νευρικού συστήματος το οποίο αποκωδικοποιεί την οπτική εικόνα του περιβάλλοντος και αποτελείται από τα μάτια, διάφορα τμήματα του εγκεφάλου και τις οδούς που τα συνδέουν. Το μάτι περιέχει δύο συστήματα: ένα που σχηματίζει την εικόνα και το άλλο που μεταμορφώνει την εικόνα σε ηλεκτρικές ώσεις. Λειτουργώντας ως φωτογραφική μηχανή ο οφθαλμός μας αποτελείται από τις ακόλουθες δομές:

- ✓ το σκληρό, που είναι το λευκό μέρος που περιβάλλει τον οφθαλμό ώστε να προστατεύει τόσο τα αιμοφόρα αγγεία όσο και τα νευρικά κύτταρα που βρίσκονται στο εσωτερικό του
- ✓ ο κερατοειδής χιτώνας, που προστατεύει την ίριδα και το φακό του οφθαλμού
- ✓ ο κρυσταλλοειδής φακός, που βοηθάει στην εστίαση της εικόνας στα οπίσθια του οφθαλμού, έχοντας τον ίδιο ρόλο με το φακό μιας φωτογραφικής κάμερας

- ✓ η κόρη (το μαύρο μέρος του οφθαλμού) και η ίριδα (το έγχρωμο τμήμα του οφθαλμού) που ελέγχουν την είσοδο του φωτός. Στο σκοτάδι, η κόρη διαστέλλεται ενώ σε έντονο φως συστέλλεται
- ✓ το υαλώδες υγρό, ένα ζελατινώδες υγρό που διατηρεί το μάτι στο σωστό του σχήμα
- ✓ ο αμφιβληστροειδής χιτώνας, στα οπίσθια του οφθαλμού που αποτελεί μέρος του περιφερειακού νευρικού συστήματος, αντιστοιχεί στο 'φιλμ' μιας παλιάς φωτογραφικής μηχανής και είναι το σημείο στο οποίο 'εμφανίζεται' η εικόνα στην οποία εστιάζει ο οφθαλμός. Η έξοδος του αμφιβληστροειδή προς το κεντρικό νευρικό σύστημα είναι το οπτικό νεύρο. (Hoon M, 2014)

## 2.2 Μηχανισμός Οπτικής Αντίληψης

Η οπτική πληροφορία αρχικά διαπερνά τον κερατοειδή χιτώνα που βρίσκεται στο πρόσθιο τμήμα του ματιού και τον φακό, ο οποίος εντοπίζεται πίσω από την κόρη και μετά το υαλοειδές υγρό που βρίσκεται στο μέσο του ματιού. Έστερα καταλήγει στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας του οφθαλμού περιέχει περίπου 125 εκατομμύρια οπτικούς υποδοχείς, οι οποίοι εξειδικεύονται στη μετατροπή του φωτός (από την οπτική πληροφορία) σε ηλεκτρικά σήματα. Υπάρχουν δύο τύποι υποδοχέων τα ραβδία και τα κωνία. Τα ραβδία είναι πιο ευαίσθητα στον αμυδρό φωτισμό και δεν μεταφέρουν την αίσθηση του χρώματος ενώ τα κωνία λειτουργούν σε άπλετο φωτισμό και είναι υπεύθυνα για την αντίληψη των λεπτομερειών του οπτικού ειδώλου καθώς και για την ασπρόμαυρη και έγχρωμη όραση. Τα κωνία του ανθρώπινου οφθαλμού είναι ευαίσθητα σε τρία χρώματα το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε αλλά σε συνδυασμό μας πληροφορούν για όλα τα υπαρκτά χρώματα. Όταν λοιπόν φτάνει η οπτική πληροφορία στους υποδοχείς του αμφιβληστροειδή, η φωτεινή ενέργεια που εισέρχεται στο οπτικό σύστημα μετατρέπεται σε ηλεκτρικά σήματα (νευρικές ώσεις) τα οποία μεταβιβάζονται στους πρωτοταγείς αισθητικούς νευρώνες του οπτικού συστήματος που είναι οι γαγγλιακοί νευρώνες. Οι άξονες των γαγγλιακών νευρώνων σχηματίζουν το οπτικό νεύρο, προβάλλουν στο θάλαμο, και συγκεκριμένα στον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα του θαλάμου. Οι νευρώνες του θαλάμου, κατόπιν, προβάλλουν στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό. Από τον πρωτοταγή οπτικό φλοιό, η οπτική πληροφορία μεταφέρεται σε σταδιακά εγκεφαλικές φλοιικές περιοχές ανώτερης τάξης, όπως ο δευτεροταγής οπτικός φλοιός, ο τεταρτοταγής οπτικός φλοιός και ο πεμπτοταγής οπτικός φλοιός για περαιτέρω επεξεργασία

αναγκαία για την αντίληψη. Η επεξεργασία αυτή διχάζεται σε ανώτερη, που πραγματοποιείται στο βρεγματικό λοβό του εγκεφάλου και αποτελεί το ραχιαίο μονοπάτι επεξεργασίας και κατώτερη, που πραγματοποιείται στον κροταφικό λοβό και συνθέτει το κοιλιακό μονοπάτι επεξεργασίας. Κατά τη μεταβίβαση του οπτικού ερεθίσματος συμβαίνουν πολλές βιοχημικές αντιδράσεις.

### 2.3 Οδοί του Οπτικού Συστήματος

Το οπτικό σύστημα αποτελείται κυρίως από δύο κύριες οδούς επεξεργασίας, το μεγαλοκυτταρικό και το μικροκυτταρικό, που παραμένουν σε μεγάλο βαθμό διαχωρισμένες και ανεξάρτητες σε όλο το οπτικό σύστημα. Αυτή η υποδιαίρεση ξεκινά από τον αμφιβληστροειδή και καταλήγει στον οπτικό εγκεφαλικό φλοιό, αλλά είναι πιο εμφανής και αρχικά ανακαλύφθηκε στον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα (Lateral Geniculate Nucleus) όπου τα μεγαλοκύτταρα είναι μεγαλύτερα από τα μικροκύτταρα (Galaburda, 1991). Ο έξω πλευρικός γονατώδης πυρήνας περιέχει 6 στοιβάδες κυτταρικών σωμάτων, οι οποίες χωρίζονται από την παρεμβολή νευραξόνων και δενδριτών. Πιο συγκεκριμένα οι νευράξονες των κυττάρων M καταλήγουν στις 2 κατώτερες στοιβάδες του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα και αποτελούν την μεγαλοκυτταρική οδό. Οι νευράξονες των κυττάρων P απολήγουν στις 4 ανώτερες στοιβάδες του LGN, που αποτελούν την μικροκυτταρική οδό. Ενώ πρόσφατα έχει ανακαλυφθεί και μία καινούργια στοιβάδα, τα κονιοκύτταρα που βρίσκονται σε μικρές στοιβάδες ανάμεσα στις στοιβάδες των μικροκυττάρων (Πλαϊνής, 2007).

Η μεγαλοκυτταρική οδός εκτείνεται από τις μεγαλοκυτταρικές στοιβάδες του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα διαμέσου της στοιβάδας 4Ca και 4B του IV πρωτοταγούς οπτικού φλοιού. Στη συνέχεια σχηματίζει τη ραχιαία/ βρεγματική οδό και προβάλλει στην μέση κροταφική περιοχή η οποία είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο του βάθους, των χωρικών σχέσεων και της κίνησης. Τέλος καταλήγει σε περιοχές του βρεγματικού λοβού που φέρουν ευθύνη για την λειτουργία αντίληψης του χώρου. Επομένως η μεγαλοκυτταρική οδός σχετίζεται με τον έλεγχο της κίνησης και των χωρικών σχέσεων και συμβάλλει στην αντίληψη του βάθους. Όπως είναι γνωστό τα μεγαλοκύτταρα του οπτικού συστήματος μπορούν να εντοπιστούν χωριστά σε τρεις περιοχές: στον αμφιβληστροειδή, τον έξω

πλευρικό γονατώδη πυρήνα και το στρώμα 4 του πρωτογενούς οπτικού φλοιού. (Πλαϊνης, 2007).

Εκ πρώτης όψεως, η μειωμένη ευαισθησία στην οπτική κίνηση μπορεί να φαίνεται ότι δεν έχει καμία σχέση με την ανάγνωση. Αλλά υποδεικνύει μειωμένη ευαισθησία του οπτικού μεγαλοκυτταρικού συστήματος. Συνολικά, το 10% των γαγγλιακών κυττάρων, των οποίων οι νευραξονικοί άξονες παρέχουν τα σήματα που περνούν από το μάτι στο υπόλοιπο τμήμα του εγκεφάλου, είναι αισθητά μεγαλύτερα (μεγαλοκύτταρα) από τα υπόλοιπα (μικροκύτταρα) (Enroth-Kugel & Robson, 1969, Shapley & Perry, 1986). Αυτό σημαίνει ότι συγκεντρώνουν φως από μια ευρύτερη περιοχή ώστε να είναι πιο ευαίσθητα και να αντιδρούν πιο γρήγορα σε μια μεγαλύτερη περιοχή, αλλά δεν είναι ευαίσθητα στις λεπτομέρειες και το χρώμα (Maunsell, Nealey και DePriest, 1990, Merigan και Maunsell, 1993). Προβάλλουν στην πρωτογενή οπτική περιοχή στον ινιακό φλοιό μέσω των δικών τους μεγαλοκυτταρικών στρωμάτων στον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα. Παρόλο που υπάρχει ανάμειξη των εισροών μεγαλοκυττάρων και μικροκυττάρων στον πρωτογενή οπτικό φλοιό, η ραχιαία οπτική οδός κυριαρχείται από την είσοδο του μεγαλοκυτταρικού συστήματος. Ως εκ τούτου, η ραχιαία οδός διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην οπτική καθοδήγηση των κινήσεων των ματιών και των άκρων (Milner and Goodale, 1995).

## 2.4 Μεγαλοκυτταρικό και Μικροκυτταρικό Σύστημα

Αρκετές ψυχοφυσικές μελέτες στη δεκαετία του '70 (Legge 1978, Breitmeyer & Ganz 1977) έδειξαν ότι η ανίχνευση ερεθισμάτων χαμηλής χωρικής συχνότητας πραγματοποιείται από ένα μέρος του οπτικού συστήματος που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο σε υψηλές χρονικές συχνότητες, έχει σύντομο προσωρινό χρόνο ολοκλήρωσης (δηλ. σύντομη κρίσιμη διάρκεια) (Breitmeyer & Ganz 1977, Legge 1978), τείνει να ανταποκρίνεται σε παροδικά ερεθίσματα και έχει σύντομες λανθάνουσες περιόδους. Αυτό αναφέρθηκε ως το παροδικό σύστημα. Ερεθίσματα υψηλών χωρικών συχνοτήτων, από την άλλη πλευρά, ανιχνεύονται από ένα μέρος του οπτικού συστήματος με υψηλή ευαισθησία στις χαμηλές χρονικές συχνότητες, παρατεταμένες παρουσιάσεις και μακρά χρονική ολοκλήρωση (δηλαδή, μεγάλη κρίσιμη διάρκεια). Αυτό αναφέρθηκε ως το σταθερό σύστημα. Τώρα γενικά θεωρείται πως τα ψυχοφυσικά καθορισμένα παροδικά και σταθερά συστήματα ταιριάζουν με τα ανατομικά καθορισμένα μεγαλοκυτταρικά και μικροκυτταρικά συστήματα αντίστοιχα. Λόγω αυτού, η θεωρία η οποία αρχικά περιγράφει το έλλειμμα στο παροδικό σύστημα (Lovegrove 1991)

έχει τώρα αναδιαμορφωθεί από την άποψη των μεγαλοκυττάρων και των μικροκυττάρων (Stein & Walsh, 1997) και οι όροι μεγαλοκυτταρικό και μικροκυτταρικό χρησιμοποιούνται για να αναφερθούν στα ανατομικά καθορισμένα συστήματα.

Ο διαχωρισμός μεγαλοκυτταρικού και μικροκυτταρικού συστήματος βασίζεται στην ανατομική οργάνωση του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα όπως προαναφέρθηκε και όσον αφορά τις ιδιότητες των μεγαλοκυτταρικών νευρώνων έχουν διερευνηθεί διεξοδικά στο οπτικό σύστημα (Callaway 2005, Enroth-Cugell & Robson, 1966). Το 10% των γάγγλιων κυττάρων στον αμφιβληστροειδή, των οποίων οι νευράξονες παρέχουν τα σήματα τα οποία περνούν το μάτι προς το υπόλοιπο μέρος του εγκεφάλου, έχουν οριστεί ως μεγαλοκυτταρικά σύμφωνα με το μέγεθος και τις φυσιολογικές τους ιδιότητες, ενώ το υπόλοιπο 90% είναι μικροκύτταρα, κονιοκύτταρα ή κύτταρα που περιέχουν μελανοψίνη. Επίσης τα μεγαλοκύτταρα είναι έως και 50 φορές μεγαλύτερα από τα μικροκύτταρα που εξυπηρετούν την ίδια περιοχή του αμφιβληστροειδούς (Kolb et al., 1992) και συνήθως ανταποκρίνονται γρήγορα σε όλες τις μεταβολές του φωτός, δηλαδή και όταν ενεργοποιείται ένα φως αλλά και όταν απενεργοποιείται. Ακόμη λόγω του μεγέθους τους, συγκεντρώνουν φως από μία ευρύτερη περιοχή φωτούποδοχέων και οι συνάψεις και οι άξονες τους μεταδίδουν τα σήματα πολύ γρήγορα. Αλλά δεν μπορούν να είναι ευαίσθητα στις λεπτομέρειες και τα χρώματα. Έτσι, είναι εξειδικευμένα για την ταχεία προσωρινή επεξεργασία του χρόνου και όχι για τη χωρική ευκρίνεια. Ως εκ τούτου, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση αλλαγών φωτός και οπτικής κίνησης, για τον οπτικό έλεγχο της προσοχής και των κινήσεων των ματιών. (Stein, 2018)

Οι νευραξόνες των γάγγλιων κυττάρων του αμφιβληστροειδούς προεξέχουν στον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα στην πορεία τους προς τον οπτικό φλοιό. Το LGN είναι ένα από τα λίγα σημεία του εγκεφάλου που μπορούμε να εντοπίσουμε ξεχωριστά ανατομικά τα μεγαλοκύτταρα από τα μικροκύτταρα. Αυτός ο διαχωρισμός συνεχίζεται στο στρώμα 4 A του πρωτογενούς οπτικού (ραβδωτού) φλοιού (περιοχή Brodmann 17) καθώς παρατηρείται και στον αμφιβληστροειδή (Callaway, 2005 από Stein, 2018).

## 2.5 Ο ρόλος της Μεγαλοκυτταρικής Οδού στην σειριακή ανάπτυξη της Οπτικής Προσοχής

Οι Alicia Cheng et al. (2004) μελέτησαν τον ρόλο της μεγαλοκυτταρικής οδού στην σειριακή ανάπτυξη της οπτικής προσοχής. Οι σειριακές αναζητήσεις είναι εκείνες στις οποίες εξετάζεται κάθε σύμβολο ξεχωριστά και στη συνέχεια όλα μαζί τα σύμβολα, προκειμένου να οδηγηθεί σε συμπέρασμα ο παρατηρητής (Sternberg, 1969). Η κανονική ανθρώπινη οπτική λειτουργία απαιτεί συχνά την ανίχνευση ενός στόχου μεταξύ αντικειμένων που γεμίζουν τη σκηνή, όπως όταν ψάχνει κάποιος για ένα γνωστό πρόσωπο σε ένα πλήθος. Ασχολήθηκαν με κάτι αντίστοιχο, με προσεκτικό φωτισμό των αντικειμένων ενός φόντου. Διερεύνησαν κατά πόσο ένα από τα προσαγωγικά κανάλια στην όραση, το χρωματικά-τυφλό μεγαλοκυτταρικό μονοπάτι, είναι απαραίτητο σε τέτοιες σειριακές αναζητήσεις. Για την διεξαγωγή αυτής της έρευνας χρησιμοποίησαν δύο βασικές ιδιότητες του μεγαλοκυτταρικού συστήματος (Hicks et al., 1983, Lee et al., 1990. Πρώτον, τα μεγαλοκύτταρα είναι σχεδόν τυφλά και δεν ανταποκρίνονται καθόλου ή ελάχιστα σε χρωματικά όρια που είναι απομονωμένα. Δεύτερον, τα μεγαλοκύτταρα είναι πολύ ευαίσθητα ακόμη και σε πολύ μικρές αντιθέσεις φωτεινότητας. Υπέθεσαν λοιπόν ότι σε μια οπτική απεικόνιση όπου τα αντικείμενα είναι απομονωμένα με το υπόβαθρο και επομένως δεν είναι ορατά στο μεγαλοκυτταρικό σύστημα, η σειριακή αναζήτηση θα επηρεαζόταν δραστικά αλλά όχι η αναζήτηση χαρακτηριστικών και ότι η σειριακή αναζήτηση θα διευκολυνόταν σε μεγάλο βαθμό από την προσθήκη ακόμη και μικρής αντίθεσης φωτεινότητας. Η έρευνα λοιπόν διεξήχθη χρησιμοποιώντας αντικείμενα που ήταν απομονωμένα με το φόντο αλλά με διαφορετικό χρώμα, για τα οποία τα μεγαλοκύτταρα θα ήταν τυφλά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αναζήτηση σε αυτές τις συνθήκες απαιτούσε πολύ μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Οι χρόνοι αντίδρασης μειώθηκαν σταδιακά καθώς αυξανόταν η αντίθεση φωτεινότητας στα αντικείμενα, με τη βελτίωση να είναι εμφανής ακόμη και στη χαμηλότερη κατάσταση αντίθεσης φωτεινότητας (2%). Επειδή τέτοιες αντιθέσεις φωτεινότητας μπορούν να ανιχνευθούν μόνο από μεγαλοκύτταρα και όχι από νευρώνες των άλλων καναλιών (μικροκυτταρικοί και κονιοκυτταρικοί), το μεγαλοκυτταρικό μονοπάτι φαίνεται ζωτικής σημασίας για τη σειριακή αναζήτηση. Αντίθετα, σε μια εργασία αναζήτησης χαρακτηριστικών, η οποία δεν απαιτεί την κατανομή της προσοχής, η αναζήτηση ήταν εξίσου αποτελεσματική με την απομόνωση, όπως όταν προστέθηκε στα αντικείμενα η αντίθεση φωτεινότητας.



## Κεφάλαιο 3: Εισαγωγή στη Δυσλεξία και ανάπτυξη του Μεγαλοκυτταρικού ελλείμματος

### 3.1 Δυσλεξία: Οπτική και Ακουστική

Η δυσλεξία είναι η πιο διαδεδομένη μαθησιακή δυσκολία (DSM-V) και επηρεάζει έως και το 9% των παιδιών σχολικής ηλικίας και σύμφωνα με τους Johnson & Mykelbust (1962) έχει δύο τύπους, την οπτική (visual dyslexia) και την ακουστική (auditory dyslexia). Η οπτική δυσλεξία αφορά την εμφάνιση δυσκολιών οπτικής αντίληψης, οπτικής διάκρισης και οπτικής μνήμης και δεν σχετίζεται με προβλήματα όρασης (Στασινός, 1999). Η επιλεκτική εξασθένηση των δεξιοτήτων ανάγνωσης, γραφής και ορθογραφίας παρά την κανονική νοημοσύνη, την αισθητηριακή οξύτητα, τα κίνητρα και τις οδηγίες είναι αυτά που χαρακτηρίζουν την οπτική δυσλεξία. Αρκετές μελέτες αντιλήψεων έχουν δείξει ότι τα άτομα με οπτική δυσλεξία επεξεργάζονται οπτικές πληροφορίες πιο αργά από τα κανονικά άτομα. Ενδεικτικά τα φυσιολογικά άτομα χρειάζονται περίπου τρία λεπτά προκειμένου να διαβάσουν ένα κείμενο δέκα σειρών. Αντίθετα τα δυσλεκτικά άτομα για το ίδιο κείμενο, θα χρειαστούν το λιγότερο δεκαπέντε λεπτά (Πόρποδας, 1997). Ο ρυθμός συγχώνευσης τρεμοπαίγματος του ματιού, ο οποίος είναι ο ταχύτερος ρυθμός με τον οποίο μπορεί να παρατηρηθεί μια αντίστροφη αντίθεση ενός ερεθίσματος, είναι ασυνήθιστα αργή στα παιδιά με δυσλεξία σε χαμηλές χωρικές συχνότητες και χαμηλές αντιθέσεις. Επιπλέον, τέτοιες οπτικές ανωμαλίες αναφέρθηκαν ότι βρέθηκαν σε > 75% των παιδιών με αναπηρία ανάγνωσης. Ακόμη όταν δύο οπτικά ερεθίσματα παρουσιάζονται με γρήγορη διαδοχή, οι δύο εικόνες συγχωνεύονται και εμφανίζονται ως μία ενιαία παρουσίαση. Τα άτομα με οπτική δυσλεξία έχουν επίσης πρόβλημα να διακρίνουν τη σειρά δύο ταχέων οπτικών ερεθισμάτων. Αντίθετα, λειτουργούν κανονικά σε δοκιμές που έχουν παρατεταμένες παρουσιάσεις ερεθισμάτων (Lovegrove, 1986, Galaburda 1991). Τα ευδιάκριτα κλινικά χαρακτηριστικά της οπτικής δυσλεξίας περιλαμβάνουν παραλείψεις λέξεων και γραμμάτων, αναστροφή γραμμάτων, παράλειψη άρθρων, σύντμηση λέξεων, δυσανάγνωστη γραφή, καταληκτικά λάθη, έλλειψη δομημένου λόγου, παράλειψη τόνων, χρήση κεφαλαίων γραμμάτων ανάμεσα σε μικρά γράμματα, κατοπτρική γραφή, έλλειψη σημείων στίξης και λάθη ιστορικής ορθογραφίας.

Ο δεύτερος τύπος, η ακουστική δυσλεξία θεωρείται πιο σοβαρός από την οπτική όσον αφορά την αντιμετώπισή της και δεν σχετίζεται με κάποια βλάβη στο ακουστικό σύστημα

του ατόμου αλλά χαρακτηρίζεται από αδυναμία ικανότητας του ατόμου να αναπαριστά στο νου του, τους ξέχωρους ήχους της ομιλούμενης γλώσσας, να προβαίνει σε μίξη-σύνθεση ήχων, να κατονομάζει πρόσωπα και πράγματα και να τηρεί την ακουστική ακολουθία, η οποία συνδέεται με την δυνατότητα απομνημόνευσης συναφών πληροφοριών, τηρώντας τη σωστή τους διάταξη και σειρά (Στασινός, 1999). Το παιδί αυτής της κατηγορίας παρουσιάζει δυσκολίες στην ανάλυση των λέξεων σε ακουστικές μονάδες συλλαβικής βάσεως και στη σύνθεση συλλαβικών ακουστικών μονάδων σε λεξικά σύνολα με εννοιολογικό περιεχόμενο (Πόρποδας, 1997). Επίσης χαρακτηρίζεται από αδυναμία στην συνειδητοποιημένη ακοή, στη διάκριση ακουστικών λεπτομερειών, στην ακουστική σύλληψη, μνήμη και αναπαραγωγή. Επειδή το παιδί με ακουστική δυσλεξία δεν μπορεί να αναγνωρίζει μικρές διαφορές μεταξύ ήχων, που αντιστοιχούν σε φωνήεντα ή σύμφωνα, δεν είναι σε θέση να συνδέει ήχους με τα αντίστοιχα γραπτά τους σύμβολα. Έτσι, η απόδοσή του στη γραφή και ορθογραφία είναι πολύ χαμηλή και μάλιστα κατώτερη από την αναγνωστική του επίδοση (Πόρποδας, 1997). Χαρακτηριστικά παραλείπει φθόγγους, συλλαβές και καταλήξεις λέξεων. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι ένα παιδί με δυσλεξία αυτού του τύπου, στην καλύτερη περίπτωση χρειάζεται 3-5 λεπτά της ώρας για να γράψει καθ' υπαγόρευση μια απλή πρόταση (Στασινός, 1999).

Μερικά από τα γενικά χαρακτηριστικά των ατόμων με δυσλεξία που αφορούν την ανάγνωση είναι:

- Αργούν να μάθουν το μηχανισμό της ανάγνωσης, σε σχέση με τους συμμαθητές του, ανάλογα βέβαια και με το βαθμό δυσκολίας και τη βοήθεια που θα παραχθεί.
- Όταν αρχίζουν να μαθαίνουν, η πρόοδός του είναι σταθερή αλλά και πιο αργή από τους συμμαθητές τους.
- Όταν διδάσκονται την ανάγνωση παρατηρείται ένα «κόλλημα» στο συλλαβισμό, κομπιαστό διάβασμα, εάν δεν βοηθηθούν με «ειδικό πρόγραμμα».
- Τα περισσότερα από αυτά τα παιδιά εμφανίζουν μειωμένη κατανόηση του κειμένου που διαβάζουν, με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να μελετούν μόνοι τους μερικά μαθήματα.
- Δυσκολεύονται να κρατούν τη σωστή σειρά που διαβάζουν.
- Δυσκολεύονται να γυρίσουν από το τέλος της γραμμής στην αρχή της επόμενης.
- Δεν χρωματίζουν τη φωνή τους όταν διαβάζουν, ή την χρωματίζουν εκεί που δεν χρειάζεται.

- Συγγέουν γράμματα που μοιάζουν οπτικά π.χ. τ-π , γ-χ .
- Δεν σταματούν στην τελεία, σαν να μην την βλέπουν, ούτε στο κόμμα. Ίσως σταματήσουν σε λάθος σημείο με αποτέλεσμα να αλλάξει νόημα.
- Αντιστρέφουν ή αλλάζουν τη σειρά των γραμμάτων σε λέξεις.
- Μαντεύουν λέξεις , παρασυρόμενα από κάποια γνωστή τους συλλαβή ή γράμματα, δηλαδή βλέπουν καντήλι και λένε μαντίλι.
- Εάν, την ώρα που διαβάζουν, σηκώσουν το κεφάλι τους να δουν κάτι, θα αργήσουν πολύ να βρουν το σημείο όπου είχαν μείνει.

Μέχρι στιγμής δεν έχει δοθεί κάποια εξήγηση την οποία να αποδέχονται όλοι οι επιστήμονες. Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες έρευνες προκειμένου να ανακαλυφθεί η πραγματική αιτία. Μια από τις σημαντικότερες, αν και αμφιλεγόμενες θεωρίες , είναι αυτή της μεγαλοκυτταρικής θεωρίας σύμφωνα με την οποία, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ακουστική και οπτική δυσλεξία είναι αποτέλεσμα μίας μεγαλοκυτταρικής έλλειψης του οπτικού συστήματος (Bernt Christian Skottun 1998).

### 3.2 Μεγαλοκυτταρική Θεωρία

Τα αίτια της δυσλεξίας έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολλών αντιπαραθέσεων και έχουν απασχολήσει πολλούς επιστήμονες σε παγκόσμιο επίπεδο. Κατά καιρούς πολλά αποτελέσματα ερευνών και διαφωνίες μεταξύ των ερευνητών έχουν έρθει στο προσκήνιο των συζητήσεων. Μία αρκετά διαδεδομένη θεωρία σχετικά με την αιτιολογία της δυσλεξίας είναι η μεγαλοκυτταρική θεωρία. Η θεωρία του μεγαλοκυτταρικού ελλείμματος της δυσλεξίας, έχει διατυπωθεί από πολλούς μελετητές (Lovegrove, 1986; Lovegrove, Livingstone, Rosen ,Drislane & Galaburda,1991; Lovegrove, 1991). Οι πρώτοι όμως οι οποίοι αναφέρθηκαν σε ένα οπτικό παροδικό έλλειμμα, πλέον γνωστό ως μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα, στα άτομα που έχουν δυσλεξία, ήταν οι Lovegrove, Bowling, Badcock and Blackwood, 1980 σε μία μελέτη με τη χρήση ημιτονοειδών πλεγμάτων όπου διερεύνησαν τις λειτουργίες ευαισθησίας αντίθεσης, για τις οποίες υπεύθυνο είναι το μεγαλοκυτταρικό σύστημα, σε φτωχούς αναγνώστες και βρήκαν ότι είχαν μειωμένη ευαισθησία στις χαμηλές χωρικές συχνότητες και υψηλές κροταφικές συχνότητες. Ωστόσο την τότε εποχή η έρευνά τους δεν βρήκε μεγάλη ανταπόκριση μέχρι το 1991 όταν η Livingstone και οι συνεργάτες

της δημοσίευσαν δυο μελέτες, ύστερα από έρευνες που είχαν διεξάγει, υποστηρίζοντας ότι η δυσλεξία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με ένα οπτικό μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη μελέτη αφορούσε πέντε ενήλικες δυσλεκτικούς και επτά ενήλικες μη δυσλεκτικούς, στους οποίους εξετάστηκε η εγκεφαλική δραστηριότητα στα οπτικά ερεθίσματα και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως όταν χορηγούνται γρήγορα και χαμηλής αντίθεσης οπτικά ερεθίσματα, τότε η αντίδρασή τους χαρακτηρίζονταν από κάποια καθυστέρηση σε σχέση με τις αντιδράσεις του εγκεφάλου των μη δυσλεκτικών ατόμων. Στην δεύτερη μελέτη εξέτασαν τους εγκεφάλους πέντε δυσλεκτικών ατόμων και πέντε μη δυσλεκτικών μετά τη νεκροψία όπου διαπιστώθηκε ότι τα μεγαλοκυτταρικά στρώματα του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα των δυσλεκτικών συμμετεχόντων, ο οποίος είναι ο θαλαμικός πυρήνας που μεταδίδει την οπτική εισροή στον οπτικό φλοιό, ήταν πιο μικρά σε μέγεθος και διαταραγμένα. Αυτό αργότερα, το 2015 επιβεβαιώθηκε σε ζωντανά άτομα από τους Giraldo & Chica με την χρήση της μεθόδου δομικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI) η οποία επιτρέπει την απεικόνιση του LGN ζωντανά. Ακόμη οι Galaburda & Livingstone, 1993 ύστερα από έρευνα που διεξήγαγαν κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα μεγαλοκύτταρα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος των ατόμων με δυσλεξία ήταν μικρότερα σε μέγεθος και αποδιοργανωμένα σε σύγκριση με τα φυσιολογικά άτομα. Ενώ με βάση τα τρία στάδια που περιλαμβάνει η λειτουργία της όρασης τα οποία συνοπτικά είναι: ο οφθαλμός να συλλέγει την οπτική εικόνα με τη βοήθεια του αμφιβληστροειδή, ύστερα το οπτικό νεύρο να την επεξεργάζεται- κωδικοποιεί και τη μεταβιβάζει στον εγκέφαλο και τέλος ο εγκέφαλος να την ανασχηματίζει και ολοκληρώνει την τελική επεξεργασία για να κατανοηθεί το ερέθισμα, υποστήριξαν ότι στα άτομα με δυσλεξία το δεύτερο στάδιο παρουσίαζε πρόβλημα. Πιο συγκεκριμένα ανωμαλίες στην μεγαλοκυτταρική οδό επηρέαζαν την ταχύτητα επεξεργασίας των οπτικών πληροφοριών, παρότι τα άτομα δεν παρουσίαζαν τίποτα το παθολογικό στην όραση ή στο οπτικό νεύρο, με αποτέλεσμα να επεξεργάζονται τις οπτικές πληροφορίες με πιο αργό ρυθμό απ' ό,τι η πλειοψηφία των ανθρώπων (Galaburda & Livingstone, 1993).

Όσον αφορά τη σχέση της ανάγνωσης με τη μεγαλοκυτταρική θεωρία θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουμε ποια διαδικασία ακολουθούν τα άτομα τα οποία δεν έχουν αναπτυξιακή δυσλεξία ή κάποιου άλλου είδους διαταραχή, τα οποία αναφέρονται στο πρώτο κεφάλαιο. Εν συντομία η διαδικασία ανάγνωσης χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό σύντομων προσηλώσεων που χωρίζονται από σακκαδικές κινήσεις μικρότερου εύρους (Rayner, 1978). Στα φυσιολογικά άτομα το μεγαλοκυτταρικό σύστημα καταστέλλει το μικροκυτταρικό

σύστημα την στιγμή της κάθε σακκαδικής κίνησης. Χωρίς αυτή την καταστολή η μικροκυτταρική δραστηριότητα θα συγχεόταν από τις διαφορετικές προσηλώσεις. Η μεγαλοκυτταρική θεωρία λοιπόν, υποστηρίζει ότι στα άτομα με δυσλεξία, αυτή η κατασταλτική αντίδραση είναι μειωμένη ή απουσιάζει και η δυσλεξία είναι αποτέλεσμα αποτυχίας να διατηρηθούν ξεχωριστά οι νευρωνικές δραστηριότητες που προκαλούνται κατά τη διάρκεια διαφορετικών προσηλώσεων, κατά τις οποίες ο εγκέφαλος συλλέγει τις πληροφορίες. Ακόμη ο Stein και οι συνεργάτες του (2000) αναφέρουν ότι η μεγαλοκυτταρική περιοχή του οπτικού συστήματος που αποτελεί συμπληρωματική περιοχή του οπτικού φλοιού και είναι σημαντική για την αντίληψη του χρόνου, των οπτικών γεγονότων και του ελέγχου των κινήσεων των ματιών, φαίνεται να δυσλειτουργεί. Αυτός ο ανεπαρκής έλεγχος των κινήσεων των ματιών είναι δυνατόν να οδηγεί σε ασταθή διόφθαλμη εστίαση-καθήλωση με συνέπεια ασταθή όραση. Είναι γνωστό ότι πολλοί δυσλεξικοί αναφέρουν ότι τα γράμματα φαίνονται να κινούνται όταν προσπαθούν να διαβάσουν με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση κατά την αναγνώρισή τους. Η μεγαλοκυτταρική θεωρία της δυσλεξίας, η οποία σχετίζει την ευαισθησία των οφθαλμικών κινήσεων με την αναγνωστική ικανότητα, συνδέει την περιοχή του οπίσθιου βρεγματικού λοβού με αναπτυξιακές διαταραχές.

Συνοψίζοντας, η μεγαλοκυτταρική θεωρία αναπτύσσεται σε μια προσπάθεια που γίνεται να δοθούν βιολογικές ερμηνείες της δυσλεξίας και αποδίδει τις δυσκολίες στο μεγαλοκυτταρικό οπτικό σύστημα. Μερικοί από τους υποστηρικτές της μεγαλοκυτταρικής θεωρίας οι οποίοι προσπάθησαν να την αποδείξουν είναι οι:

- **Lovegrove** (1980) ο οποίος γνωρίζοντας τα διακριτικά χαρακτηριστικά των οπτικών μεγαλοκυτταρικών και μικροκυτταρικών συστημάτων, προσπάθησε να αποδείξει ότι τα περισσότερα άτομα με δυσλεξία, έχουν ελαφρώς μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης στις χαμηλές χωρικές συχνότητες και στα χαμηλά επίπεδα φωτεινότητας που ευνοούνται από το μεγαλοκυτταρικό σύστημα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του τρεμοπαίγματος του ματιού. Ενώ στις υψηλότερες χωρικές συχνότητες που εξυπηρετούνται από το μικροκυτταρικό σύστημα, η ευαισθησία αντίθεσης ήταν φυσιολογική.
- **Livingstone & Galaburda** και οι συνεργάτες τους (1991) επιβεβαίωσαν αυτό που είχε πει αρχικά ο Lovegrove χρησιμοποιώντας οπτικά προκλητά δυναμικά για να μετρήσουν την εγκεφαλική δραστηριότητα, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως τα

άτομα με δυσλεξία εκδήλωναν μειωμένη ανταπόκριση όταν παρουσιάζονταν χαμηλής αντίθεσης οπτικά ερεθίσματα. Την ίδια χρονιά επίσης, σε μία δεύτερη μελέτη, κατέγραψαν τα μεγαλοκύτταρα του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα των ατόμων με δυσλεξία και συνειδητοποίησαν ότι ήταν μικρότερα σε μέγεθος από το φυσιολογικό και αποδιοργανωμένα.

- **Giraldo-Chica** με τους συνεργάτες τους (2015) μελέτησαν μέσω της μεθόδου δομικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI) τα στρώματα των μεγαλοκυττάρων στον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα in vivo-ζωντανά σε δυσλεκτικά και μη άτομα, προκειμένου να τα ελέγξουν. Τα αποτελέσματα έδειξαν αυτό που πριν μερικά χρόνια είχαν ανακαλύψει η Livingstone & Galaburda, ότι τα μεγαλοκύτταρα του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα είναι μικρότερα σε μέγεθος και όχι ταξινομημένα στα δυσλεκτικά άτομα.
- Επιπλέον, οι **Cornelissen** (2004) και οι συνεργάτες, έδειξαν ένα άλλο μεγαλοκυτταρικό, παροδικό έλλειμμα σε άτομα με δυσλεξία, την εξασθενημένη ευαισθησία της οπτικής κίνησης ακόμα και σε υψηλές αντιθέσεις και επίπεδα φωτισμού, και αυτό το αποτέλεσμα επιβεβαιώθηκε από τις μελέτες με λειτουργική απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό (fMRI).

### 3.3 Οπτικό Μεγαλοκυτταρικό Σύστημα των ατόμων με Δυσλεξία

Ένα πλεονέκτημα του διαχωρισμού των οπτικών μεγαλοκυτταρικών και μικροκυτταρικών συστημάτων είναι ότι η ευαισθησία τους μπορεί να εκτιμηθεί ψυχοφυσικά σε φυσιολογικά άτομα χρησιμοποιώντας ερεθίσματα που ενεργοποιούν εκλεκτικά το ένα ή το άλλο. Η χωρική αντίθεση και η χρονική ευαισθησία τρεμοπαίγματος του ματιού περιορίζονται κυρίως από την απόδοση του περιφερειακού οπτικού συστήματος μέχρι το επίπεδο του οπτικού φλοιού. Ο Lovegrove και οι συνεργάτες του (1980) χρησιμοποίησαν επομένως ημιτονοειδή πλέγματα για να δείξουν ότι η ευαισθησία αντίθεσης των δυσλεκτικών μειώθηκε σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, ιδιαίτερα σε χαμηλές χωρικές και υψηλές χρονικές συχνότητες. Έτσι, πρότεινε ότι οι δυσλεκτικοί μπορεί να έχουν μια επιλεκτική βλάβη στο οπτικό παροδικό σύστημα που στη συνέχεια ονομάστηκε οπτικό μεγαλοκυτταρικό σύστημα. Έχει επίσης διαπιστώσει ότι στις υψηλές χωρικές συχνότητες που μεσολαβούν από το μικροκυτταρικό σύστημα, η ευαισθησία αντίθεσης των δυσλεκτικών, ήταν στην πραγματικότητα υψηλότερη από ότι στα μη δυσλεκτικά άτομα. Η καλύτερη

απόδοση σε υψηλές χωρικές συχνότητες, δείχνει ότι οι δυσλεξικοί δεν ήταν απλά κακοί σε όλες τις οπτικές δοκιμασίες.

Ο Martin και ο Lovegrove (1987) ύστερα από έρευνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ευαισθησία τρεμοπαίγματος του ματιού των δυσλεκτικών φαίνεται να είναι χαμηλότερη από την ομάδα ελέγχου. Όλα αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι δυσλεκτικοί μπορεί να έχουν μια ειδική βλάβη στο οπτικό μεγαλοκυτταρικό τους σύστημα (Livingstone et al., 1991, Stein & Walsh, 1997, Stein & Talcott, 1999).

Όπως έχουμε δει, μεγαλοκυτταρικοί νευρώνες βρίσκονται επίσης στον ινιακό φλοιό. Ενεργοποιούνται πιο αξιόπιστα με διέγερση της οπτικής κίνησης. Ως εκ τούτου, η δοκιμή ευαισθησίας στην οπτική κίνηση έχει αποδειχθεί ο πιο συνεπής τρόπος για να δείξει κανείς ένα μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα στα δυσλεκτικά άτομα, διότι η κίνηση εμπλέκει όχι μόνο τα περιφερειακά μεγαλοκύτταρα αλλά και τα κεντρικά στάδια επεξεργασίας μέχρι και την ελάχιστη περιοχή V5 δηλαδή τη μεσαία κροταφική (temporal) οπτική περιοχή στον κεντρικό φλοιό.

### 3.3.1 Αμφιβληστροειδής χιτώνας

Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας είναι ένα λεπτό στρώμα νευρικού ιστού, που καλύπτει το πίσω μέρος του οφθαλμού. Είναι υπεύθυνος για τη μετατροπή της οπτικής εικόνας σε “ηλεκτρικό” σήμα, το οποίο στη συνέχεια θα επεξεργαστεί ο εγκέφαλος και θα το μετατρέψει ξανά σε εικόνα. Υπάρχει μία σειρά από ψυχοφυσικές δοκιμές της χρονικής επεξεργασίας, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ευαισθησίας των μεγαλοκυττάρων του αμφιβληστροειδή. Λόγω της διαφασικής φύσης των ανταποκρίσεων των μεγαλοκυτταρικών γαγγλιακών κυτταρικών στην κατώτατη αντίθεση τους, οι μαύρες και λευκές ρίγες, γνωστές ως «πλέγματα», που φθάνουν πάνω από 10 φορές ανά δευτερόλεπτο, εμφανίζονται αισθητά δύο φορές πιο σφικτές από ό, τι είναι στην πραγματικότητα. Αυτή είναι η «ψευδαίσθηση του διπλασιασμού της χωρικής συχνότητας» (Rosli et al., 2009). Έχει αποδειχθεί ότι τα δυσλεξικά άτομα χρειάζονται υψηλότερη αντίθεση για να δουν αυτά τα πλέγματα χαμηλής αντίθεσης (Pammer & Wheatley, 2001). Προκειμένου να αποφευχθεί η απώλεια της όρασης λόγω της λεύκανσης των αμφιβληστροειδών κώνων, τα μάτια πρέπει να κάνουν μικροσκοπικές σακκαδικές κινήσεις συνεχώς και το οπτικό σύστημα να αντισταθμίζει αυτές τις κινήσεις αγνοώντας την κίνηση της εικόνας που προκαλείται από αυτά. Ωστόσο, σε άτομα με δυσλεξία με μειωμένη ευαισθησία των μεγαλοκυττάρων, η διαδικασία αυτή είναι λιγότερο αποτελεσματική,

οδηγώντας ενδεχομένως την θόλωση της όρασης. Η ευαισθησία σε αυτή την κίνηση μπορεί να μετρηθεί προσαρμόζοντας τον αμφιβληστροειδή σε ένα δονούμενο ερέθισμα για ένα λεπτό. Στη συνέχεια, όταν εμφανιστεί ένα στατικό ερέθισμα, θα εμφανιστεί με δόνηση για ένα σύντομο χρονικό διάστημα επειδή τα μεγαλοκύτταρα έχουν προσαρμοστεί σε αυτόν τον βαθμό της μέσης κίνησης του αμφιβληστροειδούς. Ωστόσο, εάν το σύστημα των μεγαλοκυττάρων είναι λιγότερο ευαίσθητο, όπως και στους δυσλεκτικούς, η περίοδος της δόνησης θα είναι μικρότερη και αυτό είναι πράγματι εκείνο που βρέθηκε στους ενήλικες δυσλεξικούς (Stein, 2017).

### 3.3.2 Πρωτογενής οπτικός φλοιός

Η απλούστερη δοκιμασία της ταχύτητας της προσωρινής επεξεργασίας είναι η δοκιμή σύντηξης τρεμοπαίγματος. Η συχνότητα ενός φωτός που τρεμοπαίζει αυξάνεται σταδιακά μέχρι να εμφανιστεί συνεχής. Αυτό το σημείο σύντηξης καθορίζεται κυρίως από τις ιδιότητες των μεγαλοκυτταρικών νευρώνων στον πρωτογενή οπτικό φλοιό. Πολλές μελέτες επιβεβαίωσαν ότι, ειδικά αν το φως είναι αμυδρό, οι δυσλεξικοί βλέπουν το τρεμόπαιγμα να συγχωνεύεται σε σημαντικά χαμηλότερες συχνότητες από ό,τι στην ομάδα ελέγχου (Brannan et al., 1998, Talcott et al., 1998, Pina Rodrigues et al., 2017). Ένα φως που αναβοσβήνει μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει εξαιρετικά χαμηλή χωρική και υψηλή χρονική συχνότητα. Σε χαμηλές χωρικές συχνότητες κάτω από 3 κύκλους ανά βαθμό και υψηλές χρονικές συχνότητες άνω των 10 συχνοτήτων (Hz), η ευαισθησία αντίθεσης του πλέγματος ολόκληρου του οπτικού συστήματος καθορίζεται από τις ιδιότητες των μεγαλοκυττάρων στο πρωτογενή οπτικό φλοιό V1. Πολλές μελέτες έχουν δείξει τώρα ότι οι δυσλεξικοί ως ομάδα, έχουν σημαντικά χαμηλότερη ευαισθησία αντίθεσης σε αυτές τις χαμηλές χωρικές και υψηλές χρονικές συχνότητες από ό,τι οι μη δυσλεκτικοί, που αποτελούν την ομάδα ελέγχου (Lovegrove, 1982, Martin & Lovegrove, 1987, Mason, 1993). Είναι ενδιαφέρον το ότι φαίνεται ότι στο άλλο άκρο του φάσματος, στις στατικές υψηλές χωρικές συχνότητες που εξυπηρετούνται από τα μικροκύτταρα, οι δυσλεξικοί μπορούν στην πραγματικότητα να εμφανίζουν μεγαλύτερη ευαισθησία αντίθεσης (Martin and Lovegrove, 1984). Ίσως αυτό να δείχνει ότι στον ανταγωνισμό για συνδέσεις που εμφανίζονται νωρίς στην ανάπτυξη του εγκεφάλου, το μικροκυτταρικό σύστημα μπορεί να αυξήσει τη συνδεσιμότητά του σε δυσλεκτικά, για να γεμίσει τον κενό χώρο που απομένει από την απουσία των



μεγαλοκυττάρων. Αυτό μπορεί να βοηθήσει να εξηγήσει τα εξαιρετικά ταλέντα των δυσλεκτικών.

### 3.4 Έρευνες για το Οπτικό Μεγαλοκυτταρικό Σύστημα

Η πρώτη μελέτη είναι αυτή των Lovegrove, Bowling, Badcock και Blackwood (1980). Αυτοί οι συγγραφείς μελέτησαν την ευαισθησία αντίθεσης των δυσλεκτικών αναγνωστών και φυσιολογικών αναγνωστών σε τέσσερις χωρικές συχνότητες (2, 4, 12 και 16 c: deg) χρησιμοποιώντας εννέα διαφορετικές διάρκειες διέγερσης (40, 60, 80, 100, 150, 200, 300, 500 και 1000 ms). Διαπιστώθηκε ότι οι δυσλεκτικοί αναγνώστες τείνουν να έχουν χαμηλότερη ευαισθησία από τα φυσιολογικά άτομα. Ωστόσο, η μελέτη αυτή δεν σχεδιάστηκε τότε με τη μεγαλοκυτταρική θεωρία υπόψιν, αλλά από τότε έχει ερμηνευθεί πως παρέχει στοιχεία για αυτή τη θεωρία (Lovegrove, 1990; Borsting, Ridder, Dudeck, Kelley, Matsui & Motoyama, 1996; Stein & Walsh, 1997).

Η πιο άμεση απόδειξη, ότι πολλοί δυσλεκτικοί έχουν μειωμένη την ανάπτυξη του οπτικού μεγαλοκυτταρικού συστήματος δόθηκε και από τους Livingstone, Rosen, Drislane and Galaburda (1991) οι οποίοι χρησιμοποίησαν την μέθοδο «οπτικών προκλητών δυναμικών» ή αλλιώς VEPs για να καταγράψουν την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου όταν παρουσιάζονταν οπτικά ερεθίσματα. Συμμετείχαν συνολικά 12 άτομα, 5 με δυσλεξία και 7 χωρίς. Η διαδικασία περιλάμβανε ένα αισθητικό ερέθισμα, το οποίο ήταν ένα ορθογώνιο που αποτελούνταν από τριάντα έξι μικρότερα ορθογώνια με αντιθετική φωτεινότητα, ούτως ώστε όταν προβαλλόταν στην οθόνη έδινε την εντύπωση ενός καρό μοτίβου. Το ερέθισμα λοιπόν αυτό προκαλούσε αλλαγές στην ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Τα προκλητά δυναμικά, που ήταν αυτές οι αλλαγές, συγκρίθηκαν μεταξύ των δυσλεκτικών και μη ατόμων όταν ολοκληρώθηκε η έρευνα, με σκοπό να βρεθούν τυχόν αλλαγές στον εγκέφαλο των δυσλεκτικών. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι όταν στους δυσλεκτικούς ενήλικες προβάλλονταν γρήγορα και χαμηλής αντίθεσης οπτικά ερεθίσματα, τότε η εμφάνισή τους πραγματοποιούνταν από μειωμένα οπτικά δυναμικά, δηλαδή η αντίδραση σε αυτές τις αλλαγές από την πλευρά του εγκεφάλου τους, χαρακτηριζόταν από κάποια καθυστέρηση σε σχέση με τις αντιδράσεις του εγκεφάλου των μη δυσλεκτικών ατόμων. Από την άλλη πλευρά, όταν προβάλλονταν ερεθίσματα που ήταν μικρής ταχύτητας ή μεγαλύτερης αντίθεσης, τότε τα οπτικά δυναμικά των δυσλεκτικών ατόμων δεν εμφάνιζαν κάποια διαφοροποίηση σε σχέση με των μη δυσλεκτικών.

Επομένως οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι: αφού η μεγαλοκυτταρική οδός του οπτικού συστήματος ευθύνεται για την αντίληψη αντιθέσεων φωτεινότητας και κίνησης ενός οπτικού ερεθίσματος, και τα δυσλεκτικά άτομα έδειξαν ότι όταν τα ερεθίσματα ήταν χαμηλότερης αντίθεσης φωτεινότητας και πιο γρήγορα, οι διεργασίες που εκτελούσε ο εγκέφαλός του ήταν πιο αργές, τότε δεν τίθεται προς αμφισβήτηση πως η μεγαλοκυτταρική οδός εμφανίζει κάποια ανεπάρκεια στην λειτουργία της στα άτομα με δυσλεξία. Ωστόσο δεν ισχύει το ίδιο για τη μικροκυτταρική οδό, καθώς η οδός αυτή είναι υπεύθυνη για την αντίληψη χρωμάτων και λεπτομερειών των αντικειμένων, και τα άτομα με δυσλεξία δεν εμφάνισαν κάποια διαφοροποίηση σε σχέση με τα μη δυσλεκτικά άτομα όταν τα ερεθίσματα που λάμβαναν ήταν μικρής ταχύτητας και υψηλής αντίθεσης φωτεινότητας( είχαν δηλαδή διαφορά).

Οι ίδιοι ερευνητές συνέχισαν το πείραμά τους, αυτή τη φορά εξέτασαν τους εγκεφάλους πέντε δυσλεξικών ατόμων και πέντε μη δυσλεκτικών μετά τη νεκροψία. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την προηγούμενή τους έρευνα και ασχολήθηκαν περαιτέρω με τον έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα. Διαπιστώθηκε ότι τα μεγαλοκυτταρικά στρώματα του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα του θαλάμου ήταν διαταραγμένα και οι νευρώνες ήταν περίπου 30% μικρότεροι σε σχέση με τους εγκεφάλους ελέγχου (Livingstone et al., 1991, Galaburda & Livingstone, 1993). Επιπλέον, οι νευρώνες LGN στους δυσλεξικούς εγκεφάλους δεν ήταν τόσο σαφώς οργανωμένοι σε στρώματα και τα μεγαλοκύτταρα φαίνεται να είχαν μεταναστεύσει αφύσικα, έτσι ώστε πολλά εντοπίστηκαν ανάμεσα στα στρώματα 2 και 3. Αυτό το αποτέλεσμα έχει πλέον επιβεβαιωθεί και *in vivo* (ζωντανά) από τον Giraldo-Chika (2015) χρησιμοποιώντας MRI δομική μαγνητική τομογραφία που μπορούσε να δείξει άμεσα την απεικόνιση του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα σε ζωντανά άτομα με δυσλεξία. Στην έρευνά του συμμετείχαν 13 άτομα με δυσλεξία ( πέντε κορίτσια και επτά αγόρια) και 13 άτομα χωρίς δυσλεξία ( τρία κορίτσια και δέκα αγόρια) ηλικίας είκοσι δύο έως είκοσι έξι ετών. Στα άτομα αυτά λοιπόν μελετήθηκαν τα μεγαλοκύτταρα του έξω πλευρικού γονατώδη πυρήνα (LGN), της μόνης θέσης στον εγκέφαλο που μπορούν να διαχωριστούν τα μεγαλοκύτταρα από τα μικροκύτταρα, με τη μέθοδο δομικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI). Στα 13 λοιπόν δυσλεκτικά άτομα, διαπιστώθηκε ότι στον αριστερό έξω πλευρικό γονατώδη πυρήνα οι μεγαλοκυτταρικές στρώσεις ήταν σημαντικά πιο λεπτές από ό, τι ήταν στα μη δυσλεκτικά άτομα. Αυτή η λειτουργική ασυμμετρία είναι άγνωστη αλλά σίγουρα συμφωνούν με τη μεγαλοκυτταρική θεωρία. Δεν μπορούσε κανείς να παράσχει ισχυρότερες

αποδείξεις από αυτό, ότι το οπτικό μεγαλοκυτταρικό σύστημα δεν αναπτύσσεται αρκετά κανονικά σε δυσλεκτικά άτομα.

Εικόνα 1. Οι μεγαλοκυτταρικές στιβάδες και μικροκυτταρικές στιβάδες ενός μη δυσλεκτικού (αριστερά) και ενός δυσλεκτικού (δεξιά).



### 3.5 Η Οφθαλμοκίνηση των φυσιολογικά ανεπτυγμένων ατόμων κατά την Ανάγνωση

Η ανάγνωση είναι μια σύνθετη λειτουργία. Απαιτεί ένα καλά εστιασμένο είδωλο στον αμφιβληστροειδή και ακέραιο οπτικό νεύρο για την πρόωμη επεξεργασία του. Στον οπτικό φλοιό πραγματοποιείται η ανάλυση της πληροφορίας, πρώτα όσον αφορά την αναγνώριση των χαρακτήρων και των λέξεων και στη συνέχεια την κατανόηση του νοήματος. Την ίδια στιγμή, ο αισθητικοκινητικός συντονισμός εξασφαλίζει τις απαραίτητες οφθαλμικές κινήσεις (σακκαδικές και προσηλώσεις) που κινούν τα μάτια από λέξη σε λέξη. Συγκεκριμένα οι σακκαδικές κινήσεις είναι οι ηθελημένες ή αντανακλαστικές σπασμωδικές κινήσεις οι οποίες είναι γρήγορες και ταυτόχρονες κινήσεις και των δύο ματιών προς την ίδια κατεύθυνση και μόνο 5-20% εμφανίζεται με κατεύθυνση προς τα αριστερά (παλίνδρομες κινήσεις) (Duchowski, 2007). Οι προσηλώσεις είναι η διατήρηση του βλέμματος σε μια συγκεκριμένη περιοχή για μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου, η οποία επιτρέπει στον εγκέφαλο να συγκεντρώσει τις πληροφορίες κατά την ανάγνωση (Irwin, 1992). Στη διάρκεια της σακκαδικής κίνησης αναστέλλεται στιγμιαία η (συνειδητή) αντίληψη των δεδομένων που συνεχίζουν να προβάλλονται στον αμφιβληστροειδή. Πιστεύεται ότι στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό τα νευρωνικά σήματα που κάνουν δυνατή την καταστολή της δραστηριότητας που μεταβιβάζεται εκεί μέσω της μικροκυτταρικής οδού προέρχεται από ώσεις που μεταβιβάζονται εκεί μέσω της μεγαλοκυτταρικής οδού. Η ταχύτητα ανάγνωσης επιβραδύνεται όταν το είδωλο στον αμφιβληστροειδή είναι θολό, αλλά

και όταν η κατανόηση είναι δύσκολη. Ως εκ τούτου, η ταχύτητα ανάγνωσης επηρεάζεται από οπτικό-κινητικούς και ανώτερους γνωσιακούς / μαθησιακούς παράγοντες.

### 3.6 Η Οφθαλμοκίνηση των ματιών στα άτομα με Οπτική Δυσλεξία

Ο έλεγχος των κινήσεων των ματιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα σήματα των μεγαλοκυττάρων. Ως εκ τούτου, η σχετική μη ευαισθησία των δυσλεκτικών στην οπτική κίνηση επηρεάζει σημαντικά τον έλεγχο της κίνησης των ματιών τους (Eden et al., 1994, Kirkby et al., 2008). Συγκεκριμένα, η ακρίβεια της προσήλωσης των ματιών τους διακυβεύεται (Fischer & Hartnegg, 2000).

Η σταθερή προσήλωση των επιγραφόμενων γραμμάτων ή λέξεων είναι προφανώς σημαντική για την επιτυχή ανάγνωση και αυτή η προσήλωση εξαρτάται από το μεγαλοκυτταρικό σύστημα που ανιχνεύει τυχόν ανεπιθύμητες κινήσεις των ματιών που διαφορετικά θα προκαλούσαν σύγχυση και περιφορά του κειμένου. Αυτό το σήμα κίνησης τροφοδοτείται στη συνέχεια στο σύστημα του οφθαλμικού κινητήρα, το οποίο το αναιρεί κατευθύνοντας τα μάτια πίσω στο στόχο. Ένα ασθενές σύστημα μεγαλοκυττάρων οδηγεί επομένως σε λιγότερο σταθερή οπτική προσήλωση, γεγονός που οδηγεί με τη σειρά του στην πιθανότητα να φαίνεται πως οι λέξεις και τα γράμματα μετακινούνται, ένα σύμπτωμα για το οποίο πολλοί δυσλεξικοί διαμαρτύρονται (Harriss et al., 2015). Τα δύο μάτια πρέπει επίσης να συγκλίνουν για ανάγνωση, προκειμένου να επικεντρωθούν στο κείμενο. Το σύστημα των μεγαλοκυττάρων εμπλέκεται αποφασιστικά στο πρώτο στάδιο του ελέγχου αυτών των κινήσεων. Είναι ενδιαφέρον ότι το σύστημα ελέγχου της κίνησης των οφθαλμών είναι το πιο ευάλωτο σε φάρμακα και ασθένειες, καθώς γνωρίζουμε το κόστος μας εάν καταναλώσουμε υπερβολικό αλκοόλ. Τα μάτια μας σταματάνε να συγκλίνουν σωστά και τα πράγματα φαίνονται διπλά. Έχει αποδειχθεί πως πολλά άτομα που είναι φτωχοί αναγνώστες έχουν έναν τέτοιο έλεγχο ασταθούς επέκτασης (Bucci et al., 2007), εξ ου και η τάση να βιώνουν τη διπλωπία. Επιπλέον, η έκταση αυτών των προβλημάτων συσχετίζεται με την μειωμένη ευαισθησία οπτικής κίνησης (Ray et al., 2005). Πράγματι, η ευαισθησία κίνησης σε άτομα προβλέπει ορθογραφική ικανότητα ανάγνωσης σε όλους (Witton et al., 1998).

Επειδή όλες οι κινήσεις των ματιών εξαρτώνται από την ανατροφοδότηση των μεγαλοκυττάρων, η μη ευαισθησία προκαλεί βλάβη σε κάθε είδους κίνηση των ματιών. Για παράδειγμα, όταν τα μάτια εντοπίζουν έναν κινούμενο στόχο (ομαλή αναζήτηση), οι δυσλεξικοί τείνουν να πέφτουν προοδευτικά πίσω από αυτό. Έτσι πρέπει να κάνουν περιοδικά σακκαδικές κινήσεις για να εντοπίσουν το στόχο. Αυτές οι «σακκαδικές εισβολές» είναι επομένως πολύ συχνότερες στους δυσλεξικούς (Eden, 1994). Επίσης, η ακρίβεια των σακκαδικών κινήσεών τους είναι μειωμένη, ακόμη και όταν δεν διαβάζουν (Biscaldi and Fischer, 2000).

Έτσι, μεγάλο μέρος των αποδείξεων για τον περιορισμό του ελέγχου των κινήσεων των ματιών στα άτομα με δυσλεξία προέρχεται από την καταγραφή απαντήσεων σε μη γλωσσικούς στόχους, χωρίς ανάγνωση, οπότε ο φτωχός έλεγχος των ματιών μπορεί στην πραγματικότητα να είναι αιτία της διαταραχής της ανάγνωσης. Ωστόσο, σήμερα πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι όλες οι ανωμαλίες των οφθαλμικών κινήσεων που εντοπίζονται στα άτομα με δυσλεξία, είναι αποτέλεσμα δυσκολιών με την αποκωδικοποίηση (Rayner, 1998). Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι μπορεί να προκληθεί εν μέρει από την αποτυχία αποκωδικοποίησης αυξημένος αριθμός επαναρυθμισμένων σακκαδικών κινήσεων (επιστρέφοντας στις λέξεις που δεν αποκωδικοποιούνται με επιτυχία) και παρατεταμένες προσηλώσεις (επειδή χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να αποκωδικοποιήσουν τις λέξεις). Αλλά αυτό δεν θα εξηγούσε γιατί αυτές οι σταθεροποιήσεις είναι τόσο ασταθείς, ούτε γιατί τα μάτια πρέπει να αποκλίνουν ακατάλληλα και να προκαλέσουν διπλωπία. Επιπλέον αυτά τα προβλήματα εμφανίζονται κατά την επιθεώρηση οποιασδήποτε ακολουθίας, όχι μόνο του κειμένου (Stein & Fowler, 1981).

### 3.7 Ο Ρόλος των Μεγαλοκυττάρων στην Ανάγνωση

Ο ρόλος των μεγαλοκυττάρων στην ανάγνωση θεωρείται ότι είναι πολύ σημαντικός για δύο λόγους. Πρώτον διότι το μεγαλοκυτταρικό σύστημα πρέπει να καταστέλλει το μικροκυτταρικό σύστημα την στιγμή της κάθε σακκαδικής κίνησης για να μην δημιουργηθεί κάποια σύγχυση από τις πολλαπλές προσηλώσεις κατά την διάρκεια της ανάγνωσης. Διαφορετικά χωρίς αυτή την αντίδραση, η μικροκυτταρική δραστηριότητα θα συγχεόταν. Δεύτερον το μεγαλοκυτταρικό σύστημα συμβάλλει στον έλεγχο των κινήσεων των ματιών και κατά συνέπεια στον έλεγχο των σακκαδικών κινήσεων που είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της σταθερότητας των ματιών. Χωρίς αυτές τις κινήσεις τα μάτια μας θολώνουν,

δεν μπορούν να παραμείνουν σταθερά, τα γράμματα φαίνονται να κουνιούνται, προκαλείται δηλαδή οπτική σύγχυση με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η ικανότητα ανάγνωσης.

Η διαδικασία της ανάγνωσης ενός κειμένου ενέχει αλληπαλληλες σακκαδικές κινήσεις με αρκετά μεγάλα διαλείμματα στα οποία οι οφθαλμοί προσηλώνονται σε ένα μικρό τμήμα της επιφάνειας που περιέχει το κείμενο. Η πλειοψηφία των σακκαδικών κινήσεων είναι από τα αριστερά προς τα δεξιά, και μόνο 5-20% εμφανίζεται με κατεύθυνση προς τα αριστερά (παλίνδρομες κινήσεις). Στη διάρκεια της σακκαδικής κίνησης αναστέλλεται στιγμιαία η (συνειδητή) αντίληψη των δεδομένων που συνεχίζουν να προβάλλονται στον αμφιβληστροειδή. Πιστεύεται ότι στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό τα νευρωνικά σήματα που κάνουν δυνατή την καταστολή της δραστηριότητας που μεταβιβάζεται εκεί μέσω της μικροκυτταρικής οδού προέρχεται από ώσεις που μεταβιβάζονται εκεί μέσω της μεγαλοκυτταρικής οδού. Η μεταβίβαση των οπτικών δεδομένων που αφορούν γραπτά ερεθίσματα στον οπτικό φλοιό γίνεται δια της μικροκυτταρικής οδού στη διάρκεια των εξαιρετικά σύντομων περιόδων προσήλωσης του βλέμματος (40- 400 χιλιοστών του δευτερολέπτου). Η δε διάρκεια της προσήλωσης εξαρτάται από ιδιοσυγκρασιακούς (π.χ., αναγνωστική εμπειρία) και οπτικούς παράγοντες (π.χ., μήκος λέξης), αλλά και το βαθμό εξοικείωσης του αναγνώστη με τη συγκεκριμένη λέξη.

Οι Leila Ebrahimi, Hamidreza Pouretamad, Ali Khatibi & John Stein (2018) μελέτησαν τον ρόλο που διαδραματίζει το μεγαλοκυτταρικό σύστημα στην ανάγνωση, καθώς όπως είναι γνωστό το μεγαλοκυτταρικό σύστημα συμβάλλει τόσο στην ταχεία αναγνώριση των γραμμάτων με την γρήγορη εστίαση της προσοχής του κοιλιακού ρεύματος στο γράμμα που θα ταυτοποιηθεί (Vidyasagar & Pammer, 2010) όσο και στην αλληλουχία τους, καταγράφοντας το εύρος και τη σειρά των αλλαγών της προσοχής και των κινήσεων του ματιού που γίνονται κατά την επιθεώρηση κάθε λέξης. Συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν 24 άτομα πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης από τα οποία τα 13 είχαν προβλήματα ανάγνωσης και τα υπόλοιπα 11 όχι. Τα παιδιά με προβλήματα ανάγνωσης υποβλήθηκαν σε 12 συνεδρίες οπτικής μεγαλοκυτταρικής εκπαίδευσης οι οποίες διήρκεσαν 30-40 λεπτά η καθεμία, δύο φορές την εβδομάδα για έξι εβδομάδες. Ενώ η ομάδα ελέγχου κλήθηκε να παίξει βιντεοπαιχνίδια ώστε να εξαλειφθεί η αλληλεπίδραση με τον υπολογιστή και να υπάρχει η αλληλεπίδραση μεταξύ εξεταστή και μαθητών.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν :

- 1) οι αναγνωστικές ικανότητες μέσω της μεθόδου APRA οι οποία αναλύεται σε τρεις υποκατηγορίες : οπτικά, φωνολογικά και πραγματολογικά λάθη
- 2) η μεγαλοκυτταρική απόδοση μέσω του Random Dot Kinematogram (RDK) η οποία επιτρέπει την πρόσβαση στην μεγαλοκυτταρική λειτουργία. Χρησιμοποίησαν λοιπόν την τεχνική ανίχνευσης κίνησης - Random Dot Kinematogram” (RDK). Συγκεκριμένα στην τεχνική αυτή παρουσιάζονται πολλές κουκίδες (dots) σε μία οθόνη ενός υπολογιστή και κινούνται εντός ενός πλαισίου, άναρχα και όχι προς συγκεκριμένη κατεύθυνση που μοιάζουν με νιφάδες χιονιού στον αέρα. Ωστόσο κάποιο ποσοστό αυτών των κουκίδων κινείται ταυτόχρονα και συναφώς προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ο συμμετέχων λοιπόν καλείται να διακρίνει την κατεύθυνση των κουκίδων που κινούνται συγχρονισμένα. Το ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης τεχνικής RDK είναι ότι περιέχουν κάποιο ποσοστό «σήματος» (“signal”) που οι συμμετέχοντες σε μία έρευνα καλούνται να ανιχνεύσουν, αλλά και κάποιο ποσοστό «θορύβου» (“noise”). Στην προκειμένη περίπτωση το «σήμα» είναι η συγχρονισμένη κίνηση μιας ομάδας κουκίδων, ο αριθμός των οποίων καθορίστηκε από τους ερευνητές, στο επίπεδο του κατωφλίου (“threshold”) της διάκρισης της κατεύθυνσης της κίνησης, για κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά. Ο «θόρυβος» από την άλλη μεριά, είναι όλες οι υπόλοιπες κουκίδες της παρουσίασης, οι οποίες «δυσχεραίνουν» το έργο των συμμετεχόντων.
- 3) και οι σακκαδικές κινήσεις των ματιών.

Ακολούθησε η εκπαίδευση των οπτικών μεγαλοκυττάρων, η οποία περιλάμβανε την εξάσκηση των σακκαδικών κινήσεων των ματιών, με την μέθοδο RDK με την διαφορά ότι προστέθηκε ένας ήχος ανατροφοδότησης για κάθε λανθασμένη επιλογή, ψηφιακή καταμέτρηση, καταμέτρηση κηλίδων, επανάληψη των εργασιών αυτών στο σπίτι και τέλος ανάγνωση κειμένων με διαφορετικό μέγεθος γραμμάτων. Στο τέλος της έρευνας επιβεβαιώθηκε ότι στα παιδιά πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με δυσκολίες ανάγνωσης, βελτιώθηκε η ανίχνευση κίνησης με συνοχή, καθώς και ο έλεγχος των σακκαδικών κινήσεων των ματιών. Αυτές οι βελτιώσεις συνοδεύτηκαν από αυξημένη ακρίβεια ανάγνωσης και μειωμένα οπτικά σφάλματα. Αντίθετα στην ομάδα ελέγχου δεν σημειώθηκε κάποια σημαντική αλλαγή. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με πολλές μελέτες οι οποίες έχουν διαπιστώσει ότι η ευαισθησία στην ανίχνευση κίνησης και ο έλεγχος της κίνησης των

ματιών, μπορεί να αυξηθεί με επαναλαμβανόμενη έκθεση και πρακτική του μεγαλοκυτταρικού συστήματος με απώτερο σκοπό την βελτίωση της ανάγνωσης (Qian, 2015; Chouake, 2012 ; Sabet ,2013). Επομένως μπορεί κάποιος με αυτά να ευρήματα να ισχυριστεί ότι τα μεγαλοκύτταρα διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάγνωση και κάποια τυχόν ανωμαλία σε αυτά είναι αιτία να δημιουργηθούν προβλήματα στις αναγνωστικές δεξιότητες.

### 3.8 Δυσλεξία και Ανάγνωση

Για να καταφέρει ένα παιδί να κατακτήσει την ικανότητα της ανάγνωσης θα πρέπει προηγουμένως να έχει κατακτήσει πολλές δεξιότητες που εντάσσονται στην αρχή της φωνολογικής συνειδητοποίησης . Η φωνολογική συνειδητοποίηση είναι η ικανότητα να μπορεί να αντιλαμβάνεται κανείς τα όρια των λέξεων και να αναγνωρίσουν ομοιοκαταληξίες, την αντίληψη παρηχήσεων και διάκριση των ήχων και των φωνημάτων που απαρτίζουν τις λέξεις. Κυρίως όμως να κατανοήσουν ότι οι λέξεις που προφέρει αποτελούνται από μικρότερα τμήματα , τα φωνήματα, και να τις χωρίζει. Ωστόσο στα άτομα με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες αυτή η ικανότητα είναι ελλιπής. Η Sally Smith (Απόψεις,1990) παρουσιάζει τον εγκέφαλο αυτών των παιδιών με έναν πίνακα με διακόπτες, όπου ο πίνακας αυτός έχει κάποια χαλαρά καλώδια τα οποία με τον έναν ή τον άλλον τρόπο βραχυκυκλώνουν την μάθηση και κατ' επέκταση επηρεάζει τη φωνολογική συνειδητοποίηση, η οποία θεωρείται ότι διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο στην εκμάθηση της ανάγνωσης. Συγκεκριμένα έρευνες (Ball, 1991) έδειξαν ότι όσα παιδιά έχουν ευαισθητοποιηθεί στην ύπαρξη φωνημάτων πριν το δημοτικό σχολείο, υπερέχουν στην εκμάθηση της ανάγνωσης από εκείνα τα παιδιά που δεν έχουν αυτή την ικανότητα. Επομένως ο βαθμός φωνολογικής συνειδητοποίησης των προ-αναγνωστών αποτελεί σημαντικό προγνωστικό δείκτη για την μετέπειτα αναγνωστική ικανότητα.

Όσον αφορά την διάγνωση της, πρωτεύον ρόλο παλαιότερα διαδραμάτιζε η νοητική ικανότητα (IQ) του ατόμου καθώς στην Ελλάδα ίσχυε ότι το παιδί έπρεπε να έχει ασυμφωνία μεταξύ του φυσιολογικού-μέσου δείκτη νοημοσύνης και της αναγνωστικής του επίδοσης. Η αναγνωστική του επίδοση θα έπρεπε να είναι χαμηλότερη από αυτή των ατόμων ίδιας ηλικίας και τάξης. Ωστόσο αυτά τα κριτήρια φαίνεται να είναι αρκετά περιοριστικά. Σύμφωνα με την Tanaka (2011), ύστερα από μελέτη που έκανε χρησιμοποιώντας Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία (fMRI) για την μέτρηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας με την αντίχνευση της ροής του αίματος του εγκεφάλου, παρατήρησε ότι



άτομα διαφορετικού δείκτη νοημοσύνης αλλά με εξίσου σοβαρές δυσκολίες στην ανάγνωση, είχαν τις ίδιες ανταποκρίσεις εγκεφαλικής δραστηριότητας κατά την διάρκεια φωνολογικής επεξεργασίας των λέξεων. Έτσι κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι νευρωτικές διαταραχές είναι ανεξάρτητες από το επίπεδο των γνωστικών ικανοτήτων.

### 3.9 Τρόποι Παρέμβασης για την Βελτίωση της Ανάγνωσης στα Άτομα με Δυσλεξία

Το 2011 ο Lawton και οι συνεργάτες πραγματοποίησαν μία έρευνα σχετικά με την εκπαίδευση της οπτικής οδού. Συγκεκριμένα η εκπαίδευση της οπτικής οδού στα άτομα με δυσλεξία για τη βελτίωση της διακριτικής κατεύθυνσης των κινούμενων δοκιμαστικών σχεδίων σε σχέση με ένα σταθερό υπόβαθρο (διάκριση σε σχήμα / έδαφος) , έδειξε ότι βελτίωσε σημαντικά την προσοχή, την ευχέρεια ανάγνωσης, την ταχύτητα και την κατανόηση, τη φωνολογική επεξεργασία και την μνήμη ακουστικής και οπτικής λειτουργίας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, ενώ η ακουστική εκπαίδευση για τη βελτίωση της φωνολογικής επεξεργασίας δεν βελτίωσε σημαντικά αυτές τις ακαδημαϊκές δεξιότητες περισσότερο από την ομάδα ελέγχου. Αυτή η μελέτη υποστηρίζει την υπόθεση ότι ο λανθασμένος χρόνος συγχρονισμού της δραστηριότητας των μεγαλοκυτταρικών με των μικροκυτταρικών οπτικών οδών είναι μια θεμελιώδης αιτία δυσλεξίας και δεν υποστηρίζει την υπόθεση ότι οι ανεπάρκειες ανάγνωσης στη δυσλεξία προκαλούνται από φωνολογικά ελλείμματα. Αυτή η μελέτη καταδεικνύει ότι η διάκριση της κατεύθυνσης της οπτικής κίνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την έγκαιρη διάγνωση της δυσλεξίας, αλλά και για την επιτυχή θεραπεία, έτσι ώστε τα προβλήματα ανάγνωσης να μην εμποδίζουν τα παιδιά να μαθαίνουν εύκολα.

#### 3.9.1 Μεγαλύτερα γράμματα ή μονόφθαλμη κάλυψη

Φαίνεται αρκετά απλό αλλά πολύ χρήσιμο. Αν δοθεί κείμενο με μεγαλύτερα γράμματα στα άτομα με δυσλεξία, είναι ικανοί να βελτιώσουν την ανάγνωσή του. Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της ανάγνωσης των παιδιών με δυσλεξία είναι η μονόφθαλμη κάλυψη. Τα παιδιά αυτά κάνουν λιγότερα οπτικά λάθη καθώς διαβάζουν όταν κλείνουν το ένα τους μάτι και διαβάζουν μόνο με το άλλο. Ανακουφίζεται με αυτόν τον τρόπο η σύγχυση που προκαλείται

από δύο εικόνες που κινούνται ανεξάρτητα. Η ανάγνωση με ένα μόνο μάτι όχι μόνο μειώνει τα οπτικά σφάλματα που κάνουν πολλά παιδιά με δυσλεξία αλλά η πλειοψηφία των παιδιών ηλικίας 8-10 με δυσλειτουργία διοφθαλμικού ελέγχου που χρησιμοποιούν μόνο το δεξί μάτι για όλες τις εργασίες ανάγνωσης και αριθμών για μερικούς μήνες, βελτιώνουν την προσήλωσή τους μόνιμα. Η ανάγνωση εκείνων των οποίων ο διοφθαλμικός έλεγχος έχει σταθεροποιηθεί, έχει αποδειχθεί ότι εξελίσσεται δύο φορές πιο γρήγορα από αυτούς των οποίων ο έλεγχος παραμένει ασταθής και αυτό το αποτέλεσμα έχει επιβεβαιωθεί σε τρεις ξεχωριστές μελέτες. Αυτή η απλή θεραπεία ωστόσο δεν είναι αποτελεσματική σε μεγαλύτερα παιδιά. Αλλά δείχνει ότι οι συνέπειες της οφθαλμικής κίνησης από το μεγαλοκυτταρικό έλλειμμα των δυσλεκτικών δεν είναι μη αναστρέψιμες. Αντίθετα μπορούν να διορθωθούν με θεραπεία που απευθύνεται στον μηχανισμό τους, αν δοθεί αρκετά νωρίς.

### 3.9.2 Κίτρινα Φίλτρα

Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της λειτουργίας των μεγαλοκυττάρων είναι απλώς η προβολή κειμένου μέσω φίλτρων που εκπέμπουν επιλεκτικά κίτρινο φως. Αυτά ενεργοποιούν επιλεκτικά τα μεγαλοκύτταρα επειδή λαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της εισόδου τους από τους κόκκινους και τους πράσινους κώνους, οι οποίοι διεγείρονται καλύτερα με κίτρινο φως. Αυτά τα κίτρινα φίλτρα κόβουν τα βραχύτερα μπλε μήκη κύματος σε λευκό φως και συνεπώς προκαλείται τη διαστολή της κόρης του ματιού. Αυτό με τη σειρά του προκαλεί αύξηση της ποσότητας κίτρινου φωτός που εισέρχεται στο μάτι (Stein, 2017). Αυτό σημαίνει ότι η δραστηριότητα των μεγαλοκυττάρων αυξάνεται κατά περίπου 2/3. Αυτή η βελτίωση είναι ο λόγος για τον οποίο οι σκιέρ χρησιμοποιούν κίτρινα γυαλιά για να βελτιώσουν την ευαισθησία τους στην αντίθεση σε συνθήκες «λευκού». Συνεπώς, χορηγήθηκαν κίτρινα φίλτρα σχεδιασμένα να ενεργοποιούν επιλεκτικά τα μεγαλοκύτταρα του αμφιβληστροειδούς προκειμένου να βοηθήσουν την όραση των δυσλεκτικών. Ανακαλύφθηκε ότι περίπου το ένα τέταρτο του συνόλου των ατόμων με δυσλεξία μπορούσε να βελτιώσει τα οπτικά τους συμπτώματα, την ευαισθησία κίνησης, τον έλεγχο των οφθαλμών και, κυρίως, την ανάγνωσή τους, βλέποντας κείμενο μέσω τέτοιων κίτρινων φίλτρων (Harries, 2015; Ray, 2005)

### 3.9.3 Μπλε Φίλτρα

Ωστόσο, ένα άλλο τέταρτο των δυσλεκτικών βοηθούνται περισσότερο χρησιμοποιώντας βαθιά μπλε φίλτρα μετάδοσης, τα οποία είναι «αρνητικά κίτρινα» - σχεδόν το αντίθετο των κίτρινων φίλτρων. Αυτά τα μπλε φίλτρα κατά πάσα πιθανότητα λειτουργούν για να βελτιώσουν την οπτική προσοχή και τη συγκέντρωση με διαφορετικό τρόπο, ενεργοποιώντας το πρόσφατα ανακαλυφθέν σύνολο γαγγλιακών κυττάρων του αμφιβληστροειδούς που περιέχουν μελανοψίνη (Hankins et al., 2008). Αυτή η χρωστική ουσία είναι πιο ευαίσθητη στο μπλε φως και τα κύτταρα προβάλλονται κυρίως όχι στο πλευρικό γονατώδη πυρήνα και στον οπτικό φλοιό, αλλά υποφλοιώδη στον υπερχιασματικό πυρήνα (SCN) στον υποθάλαμο. Αυτός ο πυρήνας περιέχει το βιολογικό ρολόι του σώματος που μας ξυπνά το πρωί, προάγει τον ύπνο τη νύχτα και συγχρονίζει όλους τους ημερήσιους ρυθμούς που έχουμε, όπως ο καρδιακός ρυθμός της σωματικής θερμοκρασίας, η αρτηριακή πίεση και οι ορμονικές διακυμάνσεις. Η φυσική περίοδος είναι 24 ώρες, οπότε πρέπει να παρασύρεται σε εποχιακές αλλαγές στο μήκος της ημέρας προκειμένου να μας προκαλέσει νωρίτερα το καλοκαίρι και αργότερα το χειμώνα. Το μπλε φως σηματοδοτεί την κατάδυση και η είσοδος της μελανοψίνης στο SCN προάγει την πρωινή διέγερση ενεργοποιώντας τη μεγαλοκυτταρική διαδρομή. Έτσι, το σύστημα μελανοψίνης δεν συμβάλλει στην συνειδητή όραση, αλλά συγχρονίζει το ρολόι του σώματος με εποχιακές αλλαγές στο μήκος της ημέρας για να μας ξυπνήσει την κατάλληλη στιγμή. Δίνοντας μπλε φίλτρα σε παιδιά με προβλήματα οπτικής προσοχής μπορούμε επομένως να αυξήσουμε την διέγερσή τους και την ικανότητα να επικεντρωθούν στο κείμενο που πρέπει να διαβαστεί. Αυτό συχνά ακολουθείται από ταχεία πρόοδο με την ανάγνωση (Clisby et al., 2000). Συνοπτικά τα μπλε φίλτρα μπορούν συχνά να βοηθήσουν τα παιδιά με οπτικά προβλήματα προσοχής να μάθουν να διαβάζουν διευκολύνοντας το σύστημα προσοχής. Δεδομένου ότι πάνω από το ήμισυ όλων των ατόμων με δυσλεξία μπορούν να βοηθηθούν με την ανάγνωση κειμένου μέσω κίτρινων ή μπλε φίλτρων, είναι σημαντικό να αποφασιστεί ποιο χρώμα θα ταιριάζει καλύτερα. Η εμπειρία μελετώντας πολλά χιλιάδες παιδιά με προβλήματα ανάγνωσης, επέτρεψε τους ειδικούς να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι εκείνοι που υποφέρουν κυρίως από θόλωση εξαιτίας της διαστολής, μαζί με μειωμένη σύγκλιση και διπλή όραση (διπλωπία) μπορούν να βοηθηθούν χρησιμοποιώντας κίτρινα φίλτρα. Από την άλλη πλευρά, όσοι βλέπουν τις λέξεις και τα γράμματα να κινούνται, να τρεμοπαίζουν λόγω της εμφανής γρήγορης τυχαίας κίνησης, και οι οποίοι μπορεί επίσης να τείνουν να χάνουν τη συγκέντρωσή τους και να υποφέρουν από πονοκεφάλους ή καταπόνηση των ματιών όταν προσπαθούν να διαβάσουν, μπορεί να βοηθηθούν περισσότερο με τη χρήση μπλε φίλτρων. Έτσι, πλέον μπορεί κανείς να

προβλέψει με ακρίβεια ποιο χρώμα θα βοηθήσει τα παιδιά και να διαπιστώσει ότι αυτά τα δύο χρώματα μπορούν να συλλάβουν τα οφέλη που αξιόνουν για την πολύ ευρύτερη και ακριβότερη ποικιλία χρωματιστών φίλτρων που πωλούνται (Hall et al. , 2014). Ωστόσο, να σημειωθεί ότι, ακόμη και έτσι, οι μισοί από όλα τα άτομα με δυσλεξία φαίνεται να μην αδυνατούν να βοηθούν με την προβολή κειμένου μέσω οποιουδήποτε έγχρωμου φίλτρου.

## Συμπεράσμα

Η μεγαλοκυτταρική υπόθεση αναπτύχθηκε για να προσπαθήσει να συνδέσει τις πολλές διαφορετικές θεωρίες που υπάρχουν σχετικά με τη δυσλεξία, σε έναν θεμελιώδη μηχανισμό που θα μπορούσε να βοηθήσει να τις εξηγήσει όλες. Η μεγάλη πλειοψηφία των στοιχείων, από την οπτική παροδική λειτουργία μέσω της ακουστικής προσωρινής επεξεργασίας σε γενετικές ανακαλύψεις, μπορεί να θεωρηθεί ότι υποστηρίζει τη γενική έννοια. Ωστόσο, όπως όλες οι προσπάθειες για την παροχή γενικών θεωριών, δεν υπάρχει κανένα πείραμα που να το αποδεικνύει οριστικά το αίτιο της δυσλεξίας. Βέβαια η μεγαλοκυτταρική θεωρία αναπτύσσεται μόνο τα τελευταία χρόνια και αρκετοί επιστήμονες πιστεύουν ότι σε βάθος χρόνου η πλειοψηφία θα πειστεί ότι είναι ένας χρήσιμος τρόπος κατανόησης των μηχανισμών που δημιουργούν τη διαταραχή αυτή. Ως επακόλουθο, αργότερα, γνωρίζοντας τί είναι αυτό που προκαλεί τη δυσλεξία, θα είναι δυνατόν να σχεδιαστεί κατάλληλη θεραπεία και τρόποι παροχής βοήθειας σε αυτούς που την χρειάζονται.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αϊδίνης, Α., (2012). *Γραμματισμός στην πρώτη σχολική ηλικία: Μια ψυχογλωσσολογική προσέγγιση*. Αθήνα: Gutenberg.

Βουγιούκας, Α., (1994). *Το γλωσσικό μάθημα στην πρώτη βαθμίδα της νεοελληνικής εκπαίδευσης*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ινστιτούτο Νεοελληνικών Σπουδών, Ίδρυμα Μανόλη Τριανταφυλλίδη.

Μπασλής, Γ.Ν., (2006). *Εισαγωγή στη διδασκαλία της Γλώσσας : Μια σύγχρονη ολιστική και επικοινωνιακή προσέγγιση*. Αθήνα: Νεφέλη.

Μυλωνά, Ο. Μ., (2004). *Γλωσσοπαιδαγωγική και διδασκαλία της Πρώτης Ανάγνωσης και Γραφής, Τάξεις και στάσεις των εκπαιδευτικών*. Αθήνα: Αντώνη Σταμούλη.

Πλαϊνης Σ., Τσιλιμπάρης Μ.Κ., & Παλληκάρης Ι.Γ., (2007). *Οφθαλμολογία: Νευροφυσιολογία του αμφιβλειςτροειδή και των οπτικών οδών*, (269-283)

Πόρποδας, Κ., (1997). *Δυσλεξία: Η ειδική διαταραχή του γραπτού λόγου*. Αθήνα, Εκδόσεις του συγγραφέα.

Πόρποδας, Κ., (2002). *Η ανάγνωση*. Πάτρα.

Στασινός, Δ. (1999). *Δυσλεξία και σχολείο*. Αθήνα, Εκδόσεις Gutenberg.

Τάφα, Ε., (2001). *Ανάγνωση και γραφή στην προσχολική εκπαίδευση*. Αθήνα: Πεδίο.

## ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alicia, C., Ulf, T., & Trichur, R., The role of the magnocellular pathway in serial deployment of visual attention. *European Journal of Neuroscience*. (2188–2192)

Bentolila, A., & Germain, B., (2005). Learning to read: choosing languages and methods. Paper commissioned for the EFA Global Monitoring Report 2006, "Literacy for Life".

Bernt, C., (1998). The magnocellular deficit theory of dyslexia: the evidence from contrast sensitivity. *Vision research*. USA. (111-127)

Borsting, E., Ridder, H., Dudeck, K., Kelley, C., Matsui, L., & Motoyama, J. (1996). The presence of a magnocellular defect depends on the type of dyslexia. *Vision Research*. (1047–1053)

Brannan, R., & Williams, M., (1988). The effects of age and reading ability on flicker threshold. *Clinical Vision Science*. (137–142)

Breitmeyer, B., & Ganz, L., (1977). *Vision Research*. Temporal studies with flashed gratings: inferences about human transient and sustained channels. (861-865)

Bucci, M., Bremond, D., & Kapoula, Z., (2007). Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. (417–428)

Callaway, E.M., 2005. Structure and function of parallel pathways in the primate early visual system. *The journal of physiology*. (13–19)

Clisby, C., Richardson, A., Calvin, C., Schoenheimer, R., Montgomery, P., Hall, J., Hebb, G., Westwood, E., Talcott, B., & Stein, J.F. (2000). Fatty acid deficiency signs predict the severity of reading and related difficulties in dyslexic children. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. (69-74)

Cornelissen, P., Pammer, K., & Lavis, R., (2004). Visual encoding mechanisms and their relationship to text presentation preferences. *Dyslexia*. (77-94)

Duchowski, T., (2007). Theory and practice. *Eye tracking methodology* (328)

- Eden, G., Stein, J., Wood, H., & Wood, F., (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision.-Research*. (1345–1358)
- Enroth-Kugel, C. and Robson, J.G., (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells in the cat. *Journal of Physiology*. (187, 517–552)
- Fischer, B., Hartnegg, K., (2000). Stability of gaze control in dyslexia. *Strabismus*. (119–122)
- Giraldo, M., Hegarty, J., Schneider, K., (2015). Morphological differences in the lateral geniculate nucleus associated with dyslexia. *NeuroImage: Clinical* (830–836)
- Hall, R., Harris, P., Stein, J., Ray, N., (2014). Using colored filters to reduce the symptoms of visual stress in children with reading delay. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*
- Hankins, M., Peirson, S., & Foster, R. (2008) Melanopsin: an exciting photopigment. *Trends neuroscience*. (27-36)
- Harries, P., Hall, R., Ray, N., Stein, J., & Griffiths, P., (2015). Using colored filters to reduce the symptoms of visual stress in children with reading delay. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*. (1–8)
- Hoon, M., Okawa, H., Santina Della, L., (2014). Prog Retin Eye Res. *Functional architecture of the retina: development and disease*. (42:44–84)
- Hicks, T., Lee, B., & Vidyasagar, T., (1983). The responses of cells in macaque lateral geniculate nucleus to sinusoidal gratings. *Journal of Physiology*. London. (183–200)
- Irwin, D., (1992). In Eye movements and visual cognition. Springer. *Visual memory within and across fixations*. New York. (146-165)
- Johnson, D., & Myklebust, H., (1967). Learning Disabilities; Educational Principles and Practices.

- Kirkby, J., Webster, L., Blythe, I., & Liversedge, P., (2008). Binocular coordination during reading and non-reading tasks. *Psychology. Bull.* (742–763)
- Kolb, H., Linberg, K., & Fisher, S., 1992. Neurons of the human retina: a Golgi Study. *The Journal of a competitive neurology.* (147–187)
- Lee, B., Pokorny, J., Smith, V., Martin, P., & Valberg, A., (1990). Luminance and chromatic modulation sensitivity of macaque ganglion cells and human observers. *Journal of the Optical Society of America A.* (2223–2236)
- Legge, G.,(1978).. Sustained and transient mechanisms in human vision: temporal and spatial properties. *Vision Research.* (69– 81)
- Livingstone, M., Rosen, G., Drislane, F., & Galaburda, A., (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* (88:7943-7947)
- Livingstone, M., Galaburda, A., (1993). Evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences.* (682: 70-82)
- Lovegrove, J., Bowling, A., Badcock, D. & Blackwood, M., (1980). Specific reading disability: Differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science.* (439-440)
- Lovegrove, W., & Martin, F., (1984). The effects of field size and luminance on contrast sensitivity differences between specifically reading disabled and normal children. *Neuropsychologia.* (73-77)
- Lovegrove, W., Martin, F., & Slaghuis, W., (1986). A theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive Neuropsychology.* (225-267)
- Lovegrove, W., Martin, F., (1987). Flicker contrast sensitivity in normal and specifically disabled readers. (2015-2021)



- Lovegrove, W., May, J., & Dunlap, W., (1992). Factor scores derived from visual evoked potential latencies differentiate good and poor readers. *Clinical Vision Sciences*. (67–70)
- Mason, A., Cornelissen, P., Fowler, M.S. & Stein, J.F. (1993) Contrast sensitivity, ocular dominance and reading disability. *Clinical Visual Science*. (345-353)
- Maunsell, J., Nealey, T., & DePriest, D., (1990). Magnocellular and parvocellular contributions to responses in the Middle Temporal Visual Area (MT) of the macaque monkey. *Journal of Neuroscience*. (3323–3334)
- Pammer, K., Wheatley, C., (2001). Isolating the M(y)-cell response in dyslexia using the spatial frequency doubling illusion. *Vision research*. (2139-2147)
- Qian, Y., & Bi, Y., (2015). The effect of magnocellular-based visual-motor intervention on Chinese children with developmental dyslexia. *Front. Psychol*.
- Ray, N., Fowler, S., Stein, J., (2005). Yellow filters can improve magnocellular function: motion sensitivity, convergence, accommodation, and reading. *Annals Academy of Sciences*. N.Y. (283–293)
- Rayner, K., (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*. (618-660)
- Rosli, Y., Carle, C., James, A., & Maddess, T., (2009). Localization of Neuronal Gain Control in the Pupillary Response
- Sabet, S., Pouretamad, H., Jafarzadehpur, E. & Hassanabadi, H., (2013). Improvement of reading performance through vision therapy. *Adv. Cogn. Sci.* (1–11)
- Shapley, R. and Perry, V., (1986). Cat and monkey retinal ganglion cells and their functional roles. *Trends in Neuroscience*. (229-235)
- Stein, J., & Fowler, M., (1981). Visual dyslexia. *Trends Neuroscience*. (77–80)
- Stein, J., Walsh, V., (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*. (147–152)

Stein, J., Talcott, J., (1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia—the magnocellular hypothesis. (59-77)

Stein, J., Richardson, J., & Fowler, M., (2000). Monocular occlusion can improve binocular control and reading in developmental dyslexics. *Brain*. (2–3)

Stein, J., Shelley, T., Syklawer, S., Ramkissoon, I., (2011). The effect of magnoparvocellular integration training on fluency and visual evoked potentials in poor readers.

Stein, J., (2017). Does dyslexia exist? *Language, cognition and neuroscience*. University of Oxford. (313–320)

Stein, J., (2018). The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*. University of Oxford

Stein, J., & Ibrahimi, L., (2018). Magnocellular Based Visual Motion Training Improves Reading in Persian. *Scientific reports*.

Sternberg, S., (1969). Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction-time experiments. *American scientist*. (421-457)

Tanaka, H., Black, J., Hulme, C., Stanley, L., Kesler, S., Gabrieli, S., Reiss, A., Gabrieli, J., Hoelt, F., (2011). The brain basis of the phonological deficit in dyslexia is independent of IQ.

Talcott, J., Hansen, P.C., & Stein, J.F. (1998). Visual magnocellular impairment in developmental dyslexics. *Neuroophthalmology*. (187-201)

Witton, C., Talcott, J., Hansen, P., Richardson, A., Griffiths, T., Rees, A., & Green, G., 1998. Sensitivity to dynamic auditory and visual stimuli predicts nonword reading ability in both dyslexic and normal readers. *Current Biology*. (791–797)

