

## Αναγνωστικές Δυσκολίες: Μελέτη και Αντιμετώπιση - Νευροεπιστημονική Προσέγγιση

Παναγιώτης Σίμος, Ph.D.

*Τμήμα Ψυχολογίας  
Πανεπιστήμιο Κρήτης*

*Department of Pediatrics  
University of Texas  
Health Science Center-Houston*

Ο εγκεφαλικός μηχανισμός που υποστηρίζει την αναγνωστική λειτουργία είναι σαφώς συνθετότερος εκείνου που είναι υπεύθυνος για τις λειτουργίες που σχετίζονται με τον προφορικό λόγο. Παρόλα αυτά όμως η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών κατακτούν τη λειτουργία της ανάγνωσης μέσα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία. Εντός λίγων μόνο ετών οι δεξιότητες που συνθέτουν την ανάγνωση αυτοματοποιούνται σε βαθμό παρόμοιο με εκείνο που παρατηρείται στην λειτουργία της πρόσληψης του προφορικού λόγου. Ένα μικρό ποσοστό παιδιών όμως παρουσιάζει εμφανείς δυσκολίες στην απόκτηση μιας ή περισσότερων από αυτές τις δεξιότητες σε τέτοιο βαθμό που αδυνατεί να χρησιμοποιήσει τη λειτουργία της ανάγνωσης αποτελεσματικά στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών που παρουσιάζουν προβλήματα στην κατανόηση του γραπτού λόγου, παρουσιάζουν επίσης σοβαρό έλλειμμα σε δεξιότητες οι οποίες θεωρούνται ως προϋπόθεση της αποτελεσματικής κατανόησης, και συγκεκριμένα στις ικανότητες αποκωδικοποίησης του γραπτού λόγου και αυτόματης ταυτοποίησης ολόκληρων γραπτών λέξεων. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις τα αναγνωστικά προβλήματα αποδίδονται σε ελλείμματα σε μια σειρά άλλων γνωστικών (π.χ., ενεργός μνήμη, προσοχή, επιτελικές λειτουργίες) και γλωσσικών λειτουργιών (π.χ., προσληπτικό λεξιλόγιο). Ιδιαίτερα δε η ικανότητα γρήγορης και αποτελεσματικής αποκωδικοποίησης του γραπτού λόγου σε επίπεδο μικρότερο της λέξης σχετίζεται στενά με μία τρίτη καθαρά γλωσσική λειτουργία, η οποία είναι γνωστή ως *φωνολογική επίγνωση*, και αναφέρεται στην ικανότητα συνειδητής επεξεργασίας των φωνολογικών μερών που συνθέτουν τον προφορικό λόγο. Οι μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του μηχανισμού της ανάγνωσης που παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους αφορούν κυρίως μαθητές με αυτού του τύπου τις αναγνωστικές δυσκολίες.

Μολονότι η συχνότητα και σοβαρότητα των ελλειμμάτων που αφορούν αυτές τις δεξιότητες σε παιδιά με δυσλεξία είναι πλέον αδιαμφισβήτητη, αρκετές μελέτες προβάλλουν την παράλληλη ύπαρξη προβλημάτων σε ακόμη πιο βασικές λειτουργίες, οι οποίες αν και δεν εμπλέκονται αποκλειστικά στην ανάγνωση, παρόλα αυτά αποτελούν προϋπόθεση γι' αυτήν. Οι λειτουργίες αυτές είναι η επεξεργασία σύνθετων ακουστικών και οπτικών ερεθισμάτων και ο ακριβής έλεγχος των σακκαδικών κινήσεων των ματιών. Αναφορικά με την ακουστική αντίληψη, σύγχρονες μελέτες με εκτενή και καλά χαρακτηρισμένα δείγματα παιδιών με δυσλεξία δεν επιβεβαιώνουν προηγούμενες αναφορές (π.χ., Tallal, Miller, & Fitch, 1993) για τυχόν έλλειμμα στην ικανότητα επεξεργασίας γρήγορα μεταβαλλόμενων ακουστικών ερεθισμάτων. Τα ερευνητικά δεδομένα είναι περισσότερο πειστικά για την παρουσία μιας ανεπαίσθητης δυσκολίας στην ικανότητα επεξεργασίας επιμέρους παραμέτρων του ήχου ανάλογων με εκείνων που χρησιμοποιεί το ακουστικό σύστημα για να προσλαμβάνει τους φθόγγους (κατηγορική αντίληψη). Αναφορικά με την οπτική αντίληψη, υπάρχουν κάποιες αναφορές που υποδεικνύουν ελλείμματα σε οπτικές ικανότητες οι οποίες εξαρτώνται πρωταρχικά από πληροφορίες που μεταδίδονται από το μεγαλοκυτταρικό οπτικό υπο-σύστημα, όπως ελλείμματα στην αντίληψη της κίνησης (Demb *et al.*, 1998). Τα ελλείμματα αυτά είναι ωστόσο ήπια και εμφανή μόνο σε ένα πολύ μικρό ποσοστό των παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες.

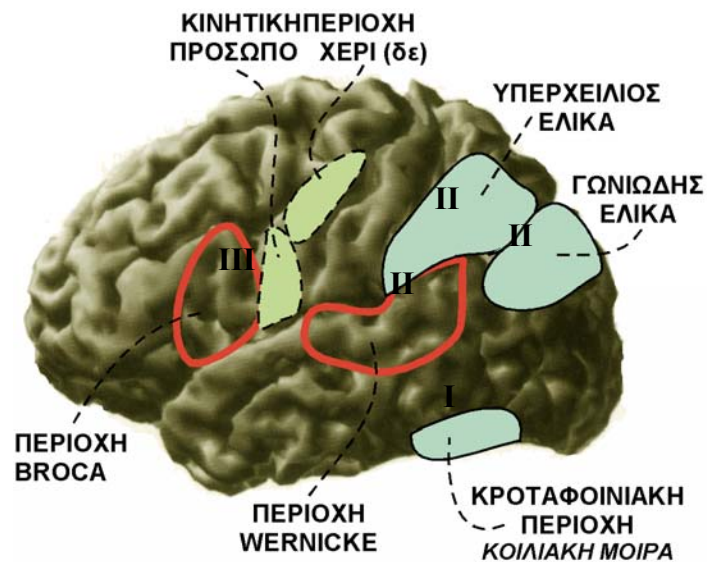
Τέλος, αν και αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί με τα χαρακτηριστικά των γρήγορων οφθαλμικών κινήσεων σε παιδιά με δυσλεξία, η έρευνα του Παυλίδη (Pavlidis, 1981) ήταν εκείνη που για ένα διάστημα αύξησε την δημοτικότητα της άποψης ότι ελαττωματικές οφθαλμικές

κινήσεις αποτελούν αιτιολογικό παράγοντα της δυσλεξίας. Αυτά τα στοιχεία φάνηκε να συμφωνούν με τις συχνές αναφορές παιδιών με δυσλεξία ότι όταν διαβάζουν τους φαίνεται ότι τα γράμματα «χορεύουν στο χαρτί» ή ότι «γίνονται ένα». Ωστόσο, η σύγχρονη γενική παραδοχή είναι ότι αυτές οι διαταραχές στις οφθαλμικές κινήσεις είναι **αποτέλεσμα** κι όχι αιτία των σοβαρών προβλημάτων αποκωδικοποίησης τα οποία βιώνουν οι δυσλεκτικοί αναγνώστες (Morris, Rayner & Pollatsek, 1990). Πρόσφατες, προσεκτικά σχεδιασμένες μελέτες, υποδεικνύουν ότι ένα μικρό μόνο ποσοστό αναγνωστικών δυσκολιών (περίπου το 10%) μπορεί να σχετίζεται με ελλείμματα στην σταθεροποίηση του βλέμματος στα διαλείμματα μεταξύ των γρήγορων οφθαλμικών κινήσεων (Eden, Stein, Wood & Wood, 1994).

### Εγκεφαλικοί μηχανισμοί που υποστηρίζουν τη λειτουργία της ανάγνωσης

Οι μέθοδοι λειτουργικής απεικόνισης αποσκοπούν στη δόμηση εικόνων της ενεργοποίησης των εγκεφαλικών δομών που συναποτελούν το μηχανισμό μίας ψυχολογικής λειτουργίας, όπως η ανάγνωση. Στην περίπτωση της **μαγνητοεγκεφαλογραφίας**, παραδείγματα από την εφαρμογή της οποίας θα περιγράψουμε παρακάτω, η λειτουργική εικόνα δομείται βάσει της κατανομής της μαγνητικής ροής η οποία σχετίζεται με την διακίνηση ιόντων στα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου. Αποτελεί μία από τις λίγες τεχνικές που χρησιμοποιούνται κλινικά για τον προεγχειρητικό έλεγχο ασθενών που πρέπει να υποβληθούν σε επεμβάσεις στον εγκέφαλο για την αντιμετώπιση νευρολογικών νόσων. Σημαντικό πλεονέκτημα της μαγνητοεγκεφαλογραφίας έναντι άλλων σύγχρονων μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης είναι η χρονική της ευκρίνεια, δηλαδή η δυνατότητα αποτύπωσης της εγκεφαλικής δραστηριότητας τη στιγμή που εκτυλίσσεται η υπό εξέταση λειτουργία. Στην περίπτωση της ανάγνωσης, η αναγνώριση μιας λέξης λαβαίνει χώρα εντός ενός κλάσματος του δευτερολέπτου (συνήθως μέσα σε 1/4 με 1/5 του δευτερολέπτου).

Από την παράλληλη εφαρμογή μελετών που εστιάζονται στα αποτελέσματα εγκεφαλικών βλαβών στον ώριμο εγκέφαλο καθώς και μη επεμβατικών τεχνικών λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου, είναι εμφανές ότι η ανάγνωση και οι επιμέρους δεξιότητες που τη συνθέτουν βασίζονται σε ένα δίκτυο στενά διασυνδεδεμένων εγκεφαλικών περιοχών, η πλειονότητα των οποίων βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου.



Εικόνα 1. Μοντέλο του μηχανισμού για την ανάγνωση που δείχνει τέσσερις βασικές συνιστώσες περιοχές του εγκεφάλου. Με λατινικούς αριθμούς σημειώνονται τα τρία υποσυστήματα του μηχανισμού.

Με βάση τη λειτουργική τους εξειδίκευση οι περιοχές που απαρτίζουν το μηχανισμό της ανάγνωσης οργανώνονται σε τρία επιμέρους υποσυστήματα, η πλειονότητα των οποίων βρίσκονται στο οπίσθιο μέρος του αριστερού ημισφαιρίου. Το πρώτο (οπτικό) υποσύστημα περιλαμβάνει κροταφοϊνιακές περιοχές («I» στην Εικόνα 1). Ένα δεύτερο υποσύστημα (II) που απαρτίζεται κυρίως από οπίσθιες κροταφικές και κροταφοβρεγματικές περιοχές οι οποίες αποτελούν, παράλληλα, τμήμα του μηχανισμού για την επεξεργασία του προφορικού λόγου. Το τρίτο υποσύστημα (III) περιλαμβάνει τμήμα του μετωπιαίου λοβού. Από λειτουργική άποψη, το πρώτο υποσύστημα φιλοξενεί νευροφυσιολογικές διεργασίες υπεύθυνες για τη γραφημική επεξεργασία μεμονωμένων λέξεων. Το δεύτερο κύκλωμα φιλοξενεί νευροφυσιολογικές διεργασίες υπεύθυνες για την γλωσσική ανάλυση του γραπτού λόγου (κυρίως φωνολογική αποκωδικοποίηση και, σε κάποιο βαθμό, λεξικολογική ανάλυση). Τέλος, το τρίτο υποσύστημα του μηχανισμού της ανάγνωσης περιλαμβάνει την περιοχή του Broca, η οποία πιθανώς φιλοξενεί διεργασίες υπεύθυνες για την αποκωδικοποίηση γραπτών ερεθισμάτων με τρόπο όμως διαφορετικό αυτής που επιτελείται στην περιοχή του Wernicke. Συστηματική διερεύνηση του μηχανισμού της ανάγνωσης αποκαλύπτει ότι η εμπλοκή των επιμέρους υποσυστημάτων του λαβαίνει χώρα με συγκεκριμένη χρονική διαδοχή (I→II→III) μέσα σε λιγότερο από μισό δευτερόλεπτο από την παρουσίαση μιας λέξης.

### **Μελέτες νευροαπεικόνισης στη δυσλεξία**

Το περίγραμμα ενεργοποίησης του φλοιού που παρατηρείται σε παιδιά με σοβαρές δυσκολίες στην εκμάθηση της ανάγνωσης διαφέρει κατά δραματικό τρόπο από το αντίστοιχο περίγραμμα που χαρακτηρίζει παιδιά που δεν παρουσίασαν ποτέ ανάλογες δυσκολίες.

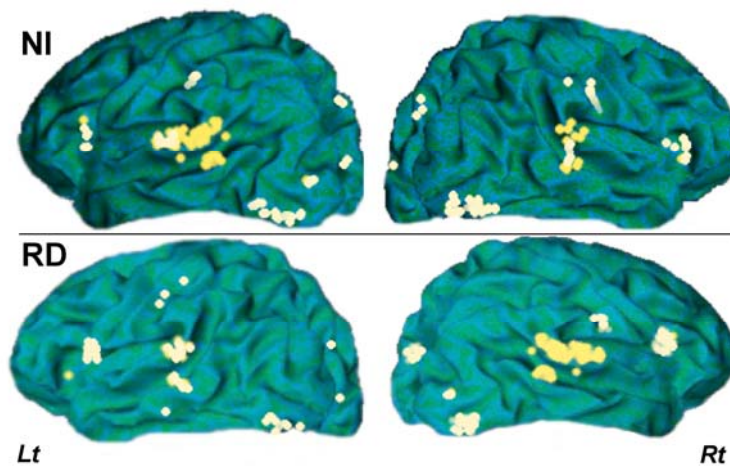
Συγκεκριμένα, κατά την ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων και ψευδολέξεων τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν μειωμένη ενεργοποίηση στην αριστερή κροταφο-βρεγματική περιοχή. Αντίθετα αυξημένη ενεργοποίηση παρατηρείται στην δεξιά κροταφο-βρεγματική περιοχή και στην κάτω μετωπιαία έλικα (περιοχή του Broca και η αντίστοιχί της στο δεξί ημισφαίριο). Παράλληλα, η χρονική αλληλουχία της ενεργοποίησης των τριών υποσυστημάτων του μηχανισμού της ανάγνωσης δεν είναι η αναμενόμενη. Αντί για την τυπική αλληλουχία ενεργοποίησης των υποσυστημάτων με τη σειρά I→II→III, παρατηρείται ενεργοποίηση του «τρίτου» μετωπιαίου υποσυστήματος πριν από το «δεύτερο» αριστερό κροταφοβρεγματικό υποσύστημα.

Η μειωμένη νευροφυσιολογική δραστηριότητα στην κροταφο-βρεγματική περιοχή δεν φαίνεται να υποδηλώνει την παρουσία μόνιμης βλάβης. Αντίθετα, η δυσλειτουργία του μηχανισμού της ανάγνωσης στην πλειονότητα των παιδιών με τη διαταραχή αυτή είναι πιο πιθανό να οφείλεται σε ελλειμματική ανάπτυξη των **λειτουργικών συνδέσεων** μεταξύ των περιοχών που συνθέτουν το μηχανισμό της ανάγνωσης στο αριστερό ημισφαίριο. Προφανώς ως αντιστάθμισμα για την ελλειμματική συμμετοχή των περιοχών στο οπίσθιο τμήμα του αριστερού ημισφαιρίου, δύο άλλες περιοχές φαίνεται ότι καλούνται να αναλάβουν ενεργότερο ρόλο στη λειτουργία της ανάγνωσης: η δεξιά κροταφο-βρεγματική περιοχή και η κάτω μετωπιαία έλικα αμφοτερόπλευρα.

Από τη διαχρονική μελέτη παιδιών υψηλού κινδύνου για την εμφάνιση αναγνωστικών διαταραχών, διαφαίνεται ότι το άτυπο περίγραμμα ενεργοποίησης του εγκεφάλου στη δυσλεξία ήδη χαρακτηρίζει το μηχανισμό που εμπλέκεται στην εκτέλεση προαναγνωστικών δοκιμασιών, προτού δηλαδή αρχίσουν να διδάσκονται συστηματικά την ανάγνωση (Simos et al., 2005). Κατά πόσον όμως είναι δυνατή η αναστροφή της άτυπης αναπτυξιακής πορείας σ' αυτή την ομολογουμένως «δύσκολη» ομάδα παιδιών; Σειρά πρόσφατων μελετών επιχείρησαν να δώσουν απάντηση σ' αυτό το ερώτημα. Σε δύο μελέτες στις οποίες συμμετείχαν 23 μαθητές με σοβαρές αναγνωστικές δυσκολίες, ηλικίας 7 έως 17 ετών (Simos et al., 2002, 2007), καταγράφηκε το περίγραμμα ενεργοποίησης του εγκεφάλου κατά την εκτέλεση μιας δοκιμασίας φωνολογικής αποκωδικοποίησης ψευδολέξεων τόσο πριν όσο και μετά από την ολοκλήρωση ενός ταχύρυθμου αλλά εντατικού προγράμματος παρέμβασης, εστιαζόμενου στη διδασκαλία δεξιοτήτων

φωνολογικής ενημερότητας και αποκωδικοποίησης. Η κύρια μεταβολή στο περίγραμμα ενεργοποίησης συνίστατο, σε κάθε περίπτωση, στην πολλαπλασιαστική αύξηση του βαθμού ενεργοποίησης της αριστερής κροταφο-βρεγματικής περιοχής (υποσύστημα II) με παράλληλη μείωση της ενεργοποίησης περιοχών που κανονικά δεν συμμετέχουν ενεργά στο μηχανισμό της ανάγνωσης (υποσύστημα III).

Το αποτέλεσμα της μελέτης αυτής επιβεβαιώθηκε από αρκετές μεταγενέστερες έρευνες με τη χρήση διαφορετικών τεχνικών απεικόνισης της λειτουργίας του εγκεφάλου. Παρατηρήθηκε επίσης «αποκατάσταση» της χρονικής αλληλουχίας ενεργοποίησης των τριών υποσυστημάτων του μηχανισμού της ανάγνωσης (δραστηριότητα στο υποσύστημα II αμέσως μετά από την ενεργοποίηση του υποσυστήματος I, και με σημαντική καθυστέρηση ενεργοποίηση του υποσυστήματος III, όπως και στους μαθητές που δεν εμφάνισαν ποτέ αναγνωστικές δυσκολίες).



Εικόνα 2. Σχηματισμός ενεργοποίησης του φλοιού κατά την ανάγνωση ψευδολέξεων σε δύο αντιπροσωπευτικούς μαθητές. Στο μαθητή που δεν αντιμετώπισε ποτέ δυσκολίες στην ανάγνωση (πάνω) παρατηρείται έντονη ενεργοποίηση στην αριστερή κροταφο-βρεγματική περιοχή και δευτερευόντως νευροφυσιολογική δραστηριότητα στην αντίστοιχη περιοχή του δεξιού ημισφαιρίου καθώς και στην κατώτερη μετωπιαία περιοχή αμφοτερόπλευρα. Αντίθετα στο μαθητή που παρουσιάζει σοβαρές δυσκολίες στην ανάγνωση (κάτω) παρατηρείται σημαντικά μειωμένη ενεργοποίηση στην πρώτη, και σημαντικά αυξημένη ενεργοποίηση στις υπόλοιπες περιοχές (Simos et al., 2000).

Συμπερασματικά, σύγχρονες μελέτες λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου συμφωνούν με την άποψη ότι στην πλειοψηφία τους οι αναγνωστικές δυσκολίες, τουλάχιστον εκείνες που δεν φαίνεται να οφείλονται σε γενικευμένη γνωσιακή έκπτωση ή κοινωνικο-συναισθηματικά προβλήματα και χαρακτηρίζονται από σημαντική έκπτωση στην αποκωδικοποίηση λέξεων, σχετίζονται με **λειτουργικές** αλλοιώσεις στο μηχανισμό του εγκεφάλου που διεκπεραιώνει την ανάγνωση. Η προέλευση αυτών των αλλοιώσεων δεν είναι γνωστή, υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι εμφανίζονται πολύ νωρίς, κατά τα πρώτα στάδια εκμάθησης των αναγνωστικών και προαναγνωστικών δεξιοτήτων. Πληθώρα άλλων μελετών υποστηρίζουν ότι σ' αυτές τις περιπτώσεις η δυσκολία απόκτησης αναγνωστικών δεξιοτήτων οφείλεται σε ειδικά, αναπτυξιακά γλωσσικά ελλείμματα. Τα ευρήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω υποδηλώνουν ότι με την κατάλληλη εκπαιδευτική παρέμβαση, είναι δυνατή η εδραίωση ενός εγκεφαλικού μηχανισμού κατά πολύ όμοιο με εκείνον που παρατηρείται σε παιδιά που ποτέ δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες στην ανάγνωση, ο οποίος είναι σε θέση να διεκπεραιώσει με ικανοποιητικό τρόπο την εν λόγω λειτουργία.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Eden, G. F., Stein, J. F., Wood, H. M. and Wood, F. B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision Research*, 34(10), 1345-58.
- Demb, J.B., Boynton, G.M., & Heeger, D.J. (1998). Functional magnetic resonance imaging of early visual pathways in dyslexia. *Journal of Neuroscience*, 18, 6939-6951.
- Morris, R.K., Rayner, K., & Pollatsek, A. (1990). Eye movement guidance in reading: The role of parafoveal letter and space information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 16, 268-282.
- Pavlidis, G. Th. (1981). Do eye movements hold the key to dyslexia? *Neuropsychologia*, 19, 57-64
- Simos, P.G., Fletcher, J.M., Sarkari, S., Billingsley-Marshall, R., Denton, C. & Papanicolaou, A.C. (2007). Intensive Instruction Affects Brain Magnetic Activity Associated with Oral Word Reading in Children with Persistent Reading Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 40, (1), 37-48.
- Simos PG, Fletcher, JM, Sarkari S, Billingsley-Marshall, RL, Francis DJ, Castillo EM, Denton C & Papanicolaou AC. (2005). Early development of neurophysiological processes involved in normal reading and reading disability. *Neuropsychology*, 19, 787-98.
- Simos, P.G., Fletcher, J.M., Bergman, E., Breier, J.I., Foorman, B.R., Castillo, E.M, Davis, R.N., Fitzgerald, M. & Papanicolaou, A.C. (2002). Dyslexia-specific brain activation profile becomes normal following successful remedial training. *Neurology*, 58, 203-1213.
- Simos, P.G., Fletcher, J.M., Foorman, B.R., Francis, D.J., Castillo, E.M., Davis, R.N., Fitzgerald, M., Mathes, P.G., Denton, C., & Papanicolaou, A.C. (2002). Brain activation profiles during the early stages of reading acquisition. *Journal of Child Neurology*, 17, 159-63.
- Simos, P.G., Breier, J.I., Fletcher, J.M., Foorman, B.R., Castillo, E.M., & Papanicolaou, A.C. (2002). Brain mechanisms for reading words and pseudowords: An integrated approach. *Cerebral Cortex*, 12, 297-305.
- Tallal, P., Miller, S., Fitch, R. (1993) Neurobiological Basis of Speech: A case for the Preeminence of Temporal Processing, In: *Temporal Information Processing in the Nervous System: Special Reference to Dyslexia and Dysphasia*, P. Tallal, A. M. Galaburda, R. R. Llinas and C. von Euler (Eds), Annals of the New York Academy of Sciences, v. 682, pp. 27-47.