



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Παιδαγωγικό τμήμα

Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών

Προσεγγίσεων

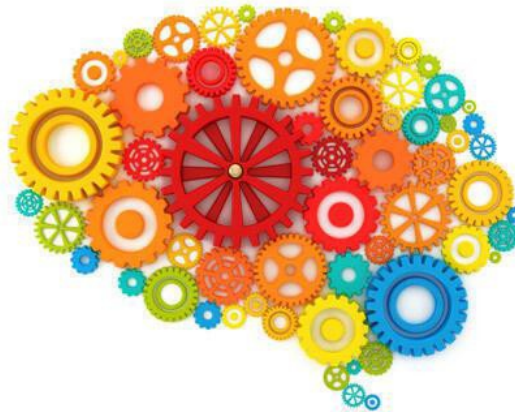


ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών (8-12 ετών)

POST GRADUATE THESIS

The influence of working memory on childrens' reading skills (8-12 years old)



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ(ΤΩΝ)/NAME OF STUDENTS

Ιωάννα Μαρία Φλαμπούρη

Ioanna Maria Flampouri

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Ευστάθιος Μιχαλόπουλος

Efstathios Michalopoulos

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2021



Faculty of Health and Caring Professions
Department of Biomedical Sciences
Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences
Department of Early Childhood Education and Care

POST GRADUATE THESIS

The influence of working memory on childrens' reading skills (8-12 years old)

NAME OF STUDENT

IOANNA MARIA FLAMPOURI

Registration Number

19095

mscedt19095@uniwa.gr

FIRST SUPERVISOR

EFSTATHIOS MICHALOPOULOS

SECOND SUPERVISOR

ELISAVET ANDRI



Department of Pedagogy



Inter-Institutional Post Graduate Program

Pedagogy through innovative Technologies and Biomedical approaches

Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ιωάννα Μαρία του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 19095 φοιτήτρια του Διϊδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων των Τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών/ Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία/Παιδαγωγική τμήμα των Σχολών Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας/Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Φλαμπούρη Ιωάννα Μαρία



Ευχαριστίες

Η διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του διδρυματικού μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Παιδαγωγική μέσω καινοτόμων τεχνολογιών και βιοϊατρικών προσεγγίσεων» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης.

Αρχικά οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα μου κύριο Ευστάθιο Μιχαλόπουλο για τη βοήθεια, την επιστημονική καθοδήγηση, καθώς και για τη διάθεση για συνεργασία κι αφιέρωση χρόνου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη διευθύντρια και τους δασκάλους του 8ου Δημοτικού Σχολείου Χαϊδαρίου για τη συνεργασία που είχαμε κατά τη διεξαγωγή της έρευνας και ιδιαίτερα την κυρία Ευαγγελία Παππά, εκπαιδευτικό παράλληλης στήριξης, η οποία συνέβαλε σημαντικά στη διεξαγωγή αυτής της έρευνας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς των μαθητών, καθώς και όλους τους μαθητές, οι οποίοι με ενθουσιασμό δέχτηκαν να συμμετέχουν στην έρευνα.

Αφιερώσεις

Στους ανθρώπους που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της ερευνητικής μου εργασίας με την αμέριστη συμπαράσταση και κατανόηση.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στη διερεύνηση της σχέσης της εργαζόμενης μνήμης με τις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών 8-12 ετών. Πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι όχι μόνο η λεκτική εργαζόμενη μνήμη, αλλά και η εκτελεστική μαζί με την οπτικοχωρική έχουν άμεση σχέση με κάποιες αναγνωστικές δεξιότητες, όπως η κατανόηση. Στην έρευνα πήραν μέρος μαθητές δημοτικού σχολείου 8-12 ετών. Χωρίστηκαν σε ομάδες δυνατών και αδύναμων αναγνωστών με βάση την επίδοσή τους σε σταθμισμένο τεστ ανάγνωσης κι έγινε στατιστική σύγκριση για κάθε είδος εργαζόμενης μνήμης με βάση τις επιδόσεις σε αντίστοιχες δοκιμασίες και την επίδραση που έχει αυτό σε κάθε δεξιότητα ανάγνωσης, δηλαδή αποκωδικοποίηση, ευχέρεια και κατανόηση, με τη χρήση του SPSS. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διευκρινιστεί η ακριβής επίδραση που έχει κάθε είδος εργαζόμενης μνήμης σε κάθε αναγνωστική δεξιότητα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, φάνηκε ότι εκτός από τη λεκτική, η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη, αλλά και η εκτελεστική παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις αναγνωστικές δεξιότητες και κυρίως στην αποκωδικοποίηση.

Λέξεις-κλειδιά: εργαζόμενη μνήμη, αναγνωστικές δεξιότητες, αποκωδικοποίηση, ευχέρεια, κατανόηση

Abstract

This study probes if working memory affects the reading skills of students 8-12 years old. Recent researches show that not only verbal working memory, but executive and visuospatial working memory are related to some reading skills, such as reading comprehension. In this study took part students of primary school. They were separated in two groups, capable and non-capable readers, according to their performance in reading tasks and we compared their scores with all the sub-systems of working memory using statistical analysis. The purpose of this study was to be clarified the exact effect that every form of working memory has in every reading skill. According to study's results, not only verbal working memory, but executive and visuospatial working memory are related to reading skills, especially to recoding.

Key words: working memory, reading skills, recoding, fluency, comprehension.

Περιεχόμενα i

Πρόλογος	1
Εισαγωγή	2
Η μνήμη	4
Μοντέλα μνήμης	5
Δομικό μοντέλο	5
Το μοντέλο των επιπέδων επεξεργασίας των πληροφοριών	6
Το μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης.....	6
Φωνολογικό κύκλωμα.....	8
Οπτικοχωρικό σημειωματάριο.....	9
Κεντρικός Επεξεργαστής	10
Διαχειριστής επεισοδίων	10
Η νευροανατομική βάση της εργαζόμενης μνήμης.....	11
Η νευροανατομική βάση του φωνολογικού κυκλώματος.....	12
Η νευροανατομική βάση του οπτικοχωρικού σημειωματαρίου	14
Η νευροανατομική βάση του κεντρικού επεξεργαστή	15
Η σχέση της εργαζόμενης μνήμης με άλλες γνωστικές διεργασίες	16
Εργαζόμενη μνήμη και νοημοσύνη.....	17
Εργαζόμενη μνήμη και προσοχή.....	18
Εργαζόμενη μνήμη και μάθηση	19
Εργαζόμενη μνήμη και μαθηματικές δεξιότητες.....	20
Εργαζόμενη μνήμη και μαθησιακές δυσκολίες	21
Η ανάγνωση.....	22
Η νευροανατομική βάση της ανάγνωσης	23
Εργαζόμενη μνήμη και ανάγνωση	24
Φωνολογικό κύκλωμα και ανάγνωση.....	25
Οπτικοχωρικό σημειωματάριο και ανάγνωση.....	26
Κεντρικός επεξεργαστής και ανάγνωση.....	28
Εργαζόμενη και αναγνωστικές δεξιότητες (έρευνα)	29
Σκοπός και ερευνητικές υποθέσεις.....	29
Μέθοδος.....	30

Συμμετέχοντες	30
Υλικό	30
Αποτελέσματα	36
Συζήτηση.....	40
Περιορισμοί και μελλοντικές έρευνες	42
Αναφορές.....	44

Πρόλογος

Στο πλαίσιο του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων» των τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών και Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Ηλικία του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, καθώς και του Παιδαγωγικού Τμήματος της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, εκπονήθηκε η εργασία με τίτλο «Η επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών», κατά το διάστημα του ακαδημαϊκού έτους 2020-2021.

Το παρόν πόνημα ασχολείται με τη μνήμη, την πιο σημαντική λειτουργία κάθε διαδικασίας μάθησης, συγκεκριμένα με τη σχέση της μνήμης και της ανάγνωσης. Πιο αναλυτικά, εξετάζεται η επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών.

Πολλές έρευνες έχουν ασχοληθεί με την επίδραση που έχει η μνήμη στην ανάγνωση. Έχει αποδειχθεί ότι η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί πολύ ισχυρό παράγοντα ακόμη και συγκριτικά με τη νοημοσύνη για να προβλεφθεί η επιτυχία σε δοκιμασίες ανάγνωσης. Μέχρι τώρα, στη σχετική βιβλιογραφία, έχει δοθεί έμφαση στην επίδραση που ασκεί η φωνολογική ή αλλιώς λεκτική εργαζόμενη μνήμη. Ελάχιστες έρευνες έχουν γίνει για να μελετηθεί ο ρόλος των άλλων δύο υποσυστημάτων, και κυρίως της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης. Στην παρούσα εργασία, θα εξεταστεί η σχέση των τριών υποσυστημάτων με τις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών. Επομένως, αναμένεται να προκύψουν πληροφορίες για την επίδραση, όχι μόνο της φωνολογικής εργαζόμενης μνήμης, αλλά και της οπτικοχωρικής και εκτελεστικής, όπως και ποιες ακριβώς αναγνωστικές δεξιότητες μπορεί να επηρεάζουν.

Εισαγωγή

Η δομή της μνήμης έχει απασχολήσει ανά καιρούς την επιστημονική κοινότητα. Το μοντέλο, όμως, που άλλαξε ριζικά την έρευνα σχετικά με τη μνήμη εργασίας είναι αυτό των πειραματικών ψυχολόγων Alan Baddeley και Graham Hitch (1974). Βάσει των ερευνών τους, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η βραχύχρονη αποθήκευση δεν εξαρτάται μόνο από το σύστημα της βραχύχρονης μνήμης, αλλά εμπλέκεται και η εργαζόμενη μνήμη, που αφορά την προσωρινή αποθήκευση κι επεξεργασία των πληροφοριών αυτών ταυτόχρονα.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν κι άλλες έρευνες μετά από το πολυπαραγοντικό μοντέλο των Baddeley και Hitch, οι οποίες αφορούσαν την εργαζόμενη μνήμη αλλά και τη σχέση της με άλλες γνωστικές διεργασίες. Μια από τις γνωστικές εργασίες που φάνηκε ότι έχει άμεση σχέση με την εργαζόμενη μνήμη είναι αυτή της ανάγνωσης. Επομένως, πολλές μελέτες ασχολήθηκαν με τη διερεύνηση της επίδρασης της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες. Σύμφωνα με το μοντέλο των Baddeley και Hitch (1974), η εργαζόμενη μνήμη διακρίνεται από κάποια υποσυστήματα: λεκτική, οπτικοχωρική κι εκτελεστική. Στις πρώτες έρευνες, λοιπόν, μελετήθηκε κυρίως η επίδραση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, αγνοώντας τα άλλα δύο υποσυστήματα (Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003). Σε επόμενες μελέτες, όμως, φάνηκε να έχουν κι αυτά κάποια επίδραση στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών, και κυρίως στην κατανόηση (Bayliss, Jarrold, Gunn και Baddeley, 2003 · Swanson και Howell, 2001).

Σε αυτή την ερευνητική εργασία, στόχος αποτέλεσε η διερεύνηση της σχέσης της εργαζόμενης μνήμης με τις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών 8-12 ετών. Εξετάσθηκαν και τα τρία είδη εργαζόμενης μνήμης σε σχέση με τις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών, για να διευκρινιστεί με ακρίβεια η πιθανή τους συσχέτιση, ειδικά της εκτελεστικής κι οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης με τις δεξιότητες της ευχέρειας και της αποκωδικοποίησης, λόγω απουσίας πλήθους ερευνών αλλά και αντικρουόμενων αποτελεσμάτων.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση την αξιολόγηση της μνήμης εργασίας μαθητών που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, αυτή των δυνατών αναγνωστών και των αδύναμων. Ο διαχωρισμός έγινε με βάση την αξιοποίηση του σταθμισμένου τεστ ανάγνωσης στον ελληνικό πληθυσμό της κυρίας Παντελιάδου και Αντωνίου. Ο διαχωρισμός των μαθητών σε δυνατούς και αδύναμους αναγνώστες έγινε με βάση τις επιδόσεις στις ακόλουθες

δεξιότητες της ανάγνωσης: αναγνωστική αποκωδικοποίηση, αναγνωστική ευχέρεια και κατανόηση. Οι δύο ομάδες αξιολογήθηκαν σε έργα που αφορούν τα τρία υποσυστήματα της εργαζόμενης μνήμης. Για την αξιολόγηση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, αξιοποιήθηκε το Reading Span Task των Daneman και Carpenter. Για τη μέτρηση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης, χρησιμοποιήσαμε το Corsi block-tapping Task και για τη μέτρηση της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης αξιοποιήσαμε το Stroop Task και το Trail making Test.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος αναφέρεται η σχετική βιβλιογραφία, η οποία παρείχε τη θεωρητική και μεθοδολογική στήριξη της έρευνας που ακολούθησε. Πιο αναλυτικά, στο πρώτο μέρος, γίνεται η εισαγωγή στο βασικότερο μοντέλο που έχει αναπτυχθεί γύρω από την εργαζόμενη μνήμη. Αποτελεί, λοιπόν, το πιο πλήρες μοντέλο που έχει αναπτυχθεί και σε αυτό βασίζεται η παρούσα έρευνα. Στη συνέχεια πραγματευόμαστε τη νευροανατομική βάση της εργαζόμενης μνήμης. Τέλος, γίνεται η αναφορά της σύνδεσης ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και διάφορες γνωστικές διεργασίες, καταλήγοντας αναλυτικότερα στη σχέση της με τη πολύπλοκη διαδικασία της ανάγνωσης.

Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η παρούσα έρευνα που αφορά την επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών. Παρουσιάζεται η μέθοδος που ακολουθήθηκε, το δείγμα που επιλέχθηκε, το υλικό που αξιοποιήθηκε, τα αποτελέσματα και κατά συνέπεια, τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε σε σύγκριση με τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν διεξαχθεί ως τώρα για το θέμα αυτό.

Η μνήμη

Η έννοια της μνήμης αποτέλεσε κι αποτελεί ένα φλέγον ζήτημα ως προς διερεύνηση για πολλούς επιστήμονες. Είναι μια από τις πιο σημαντικές γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ο άνθρωπος, δηλαδή, έχει την ικανότητα της διατήρησης πληροφοριών και της ανάκλησης σε επόμενο χρονικό διάστημα. Επομένως, η μνημονική ικανότητα έχει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης (Gathercole, 2007). Συγκεκριμένα, η μάθηση αφορά τη διαδικασία, κατά την οποία οι εμπειρίες τροποποιούν το νευρικό σύστημα και ακολούθως, τη συμπεριφορά του ανθρώπου, ενώ η μνήμη αποτελεί τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι αλλαγές αποθηκεύονται κι ενεργοποιούνται ξανά.

Η μνήμη μπορεί να διακριθεί στα ακόλουθα είδη, τη βραχύχρονη, τη μακρόχρονη και την εργαζόμενη. Η βραχύχρονη έχει περιορισμένη δυνατότητα συγκράτησης και είναι ευάλωτη σε αποσπάσεις της προσοχής. Οι πληροφορίες παραμένουν για ένα χρονικό διάστημα 20-30 δευτερολέπτων. Ο Miller (1956) αναφέρει τον μαγικό αριθμό (the magical number) 7 ± 2 , ο οποίος αφορά τις πληροφορίες ή ομάδες πληροφοριών που μπορεί να συγκρατήσει ο ανθρώπινος εγκέφαλος στη βραχύχρονη μνήμη. Μέσω της διαδικασίας της παγίωσης, οι πληροφορίες αποθηκεύονται από τη βραχύχρονη στη μακρόχρονη μνήμη. Σε αυτή, οι πληροφορίες συγκρατούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ακόμη και για μια ολόκληρη ζωή. Τέλος, η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί έναν μηχανισμό, που διατηρεί κι επεξεργάζεται πληροφορίες (Chrysochoou, Masoura & Alloway, 2013). Έχει οριστεί ως ένα ενεργό σύστημα μνήμης που είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση για σύντομο χρονικό διάστημα και την επεξεργασία της πληροφορίας ταυτόχρονα. Ακόμη, είναι υπεύθυνη για τη χρήση των πρόσφατα αποθηκευμένων πληροφοριών με σκοπό την επίτευξη πιο περίπλοκων γνωστικών διεργασιών. Η εργαζόμενη μνήμη, ή αλλιώς μνήμη εργασίας θεωρείται ένα ευρύ σύστημα που αξιοποιεί ποικίλα υποσυστήματα και λειτουργίες βραχύχρονης και μακρόχρονης μνήμης (Dehn, 2008).

Όπως προαναφέρθηκε, η εργαζόμενη και η βραχύχρονη είναι δύο διαφορετικά είδη μνήμης. Σε πολλά κείμενα που αφορούν την εργαζόμενη μνήμη και τις λειτουργίες της, γίνεται ταύτιση με τη βραχύχρονη και σύγχυση των δύο αυτών όρων, με αποτέλεσμα σε έρευνες που αφορούν τη μέτρηση της εργαζόμενης μνήμης να χρησιμοποιούνται εργαλεία μέτρησης της βραχύχρονης. Τα δύο αυτά είδη μνήμης πρέπει να θεωρούνται ευδιάκριτα για τους ακόλουθους λόγους. Η βραχύχρονη μνήμη αποθηκεύει παθητικά

πληροφορίες, ενώ η εργαζόμενη μνήμη τις επεξεργάζεται ενεργητικά. Η μνήμη εργασίας έχει μεγαλύτερη σχέση με γνωστικές λειτουργίες μεγάλης πολυπλοκότητας. Η βραχύχρονη μνήμη δεν έχει «διοικητικές» λειτουργίες, σε αντίθεση με την εργαζόμενη μνήμη που χαρακτηρίζεται από εκτελεστικές λειτουργίες. Η βραχύχρονη μνήμη μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από τη μακρόχρονη μνήμη, ενώ οι λειτουργίες της εργαζόμενης μνήμης βασίζονται στις δομές της μακρόχρονης. Τέλος, η βραχύχρονη μνήμη μπορεί να λειτουργήσει χωρίς την εργαζόμενη (Dehn, 2008).

Μοντέλα μνήμης

Δομικό μοντέλο

Οι Atkinson και Shiffrin (1968) ανέφεραν ένα μοντέλο μνήμης με τρία ξεχωριστά συστήματα, το δομικό μοντέλο. Το πρώτο σύστημα αφορά την αισθητήρια καταγραφή, που είναι υπεύθυνη για τη συγκράτηση αισθητηριακών πληροφοριών για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα στην τάξη των κλασμάτων του δευτερόλεπτου. Επόμενο σύστημα συγκράτησης πληροφοριών είναι η βραχύχρονη μνήμη και το χρονικό διάστημα συγκράτησης σε αυτή, κυμαίνεται από 15 μέχρι 30 δευτερόλεπτα. Τέλος, η μακρόχρονη μνήμη αποτελεί το σύστημα με την πιο μεγάλη χωρητικότητα που μπορεί να συγκρατήσει πληροφορίες για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Παρ' όλο που πρόκειται για τρία διακριτά συστήματα με διαφορετικό χρόνο συγκράτησης πληροφοριών και διαφορετική χωρητικότητα, υπάρχει πολύ στενή σχέση μεταξύ τους. Οι πληροφορίες που εισέρχονται από την αισθητήρια καταγραφή, αποθηκεύονται στη βραχύχρονη μνήμη, όπου γίνεται η επεξεργασία τους, και στη συνέχεια κάποιες από τις πλέον επεξεργασμένες πληροφορίες μεταβιβάζονται στη μακρόχρονη μνήμη.

Το δομικό μοντέλο βρήκε αρκετούς υποστηρικτές λόγω μελετών ασθενών με εγκεφαλικές βλάβες, που επιβεβαίωναν το θεωρητικό μοντέλο όσον αφορά τη διάκριση βραχύχρονης και μακρόχρονης μνήμης. Οι Baddeley και Warrington (1970), μελετώντας ασθενείς με βλάβη στον μέσο κροταφικό λοβό που είχαν διαγνωσθεί με αμνησία, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ενώ εντοπιζόταν βλάβη στο σύστημα μακρόχρονης μνήμης, δεν επηρεαζόταν καθόλου η βραχύχρονη. Παρ' όλα αυτά, έρευνες των τελευταίων δεκαετιών καταρρίπτουν το συγκεκριμένο μοντέλο, το οποίο θεωρείται απλουστευτικό και παρουσιάζει μια μονοδιάστατη οπτική των γνωστικών λειτουργιών της βραχύχρονης και της

μακρόχρονης μνήμης (Eysenck, 2010· Σαμαρτζή, 1995). Η συμβολή των Atkinson και Shiffrin, βέβαια, στην έρευνα που αφορά τις λειτουργίες της μνήμης ήταν μεγάλη, αφού έγινε η διάκριση μεταξύ βραχύχρονης και μακρόχρονης μνήμης.

Το μοντέλο των επιπέδων επεξεργασίας των πληροφοριών

Οι Craik και Lockhart (1972) ανέφεραν ότι το ερέθισμα ή η πληροφορία περνάει από διάφορα επίπεδα επεξεργασίας. Το μοντέλο που πρότειναν ονομάστηκε μοντέλο των επιπέδων επεξεργασίας των πληροφοριών (Πόρποδας, 2003). Σύμφωνα, λοιπόν, με αυτό, η πληροφορία θα αποθηκευτεί στη μακρόχρονη μνήμη ανάλογα με το επίπεδο επεξεργασίας της. Μπορεί να γίνει μια απλή αισθητήρια επεξεργασία των ιδιοτήτων της πληροφορίας μέχρι μια επεξεργασία της σχέσης της με τις ήδη αποθηκευμένες. Τα επίπεδα αυτά είναι τρία. Το πρώτο ονομάζεται δομικό και αφορά την επεξεργασία των φυσικών ιδιοτήτων του ερεθίσματος, όπως το χρώμα ή το μέγεθος των γραμμάτων σε μια λέξη. Ακολουθεί το φωνητικό επίπεδο, στο οποίο, για παράδειγμα, γίνεται η διάκριση των λέξεων (πχ. ποια είναι η διαφορά μεταξύ των λέξεων *πόνος-φόνος*). Τέλος, στο πιο σημαντικό επίπεδο επεξεργασίας, στο σημασιολογικό αναλύεται ουσιαστικά το ερέθισμα (πχ. ποια είναι η σημασία της λέξης *πόνος* που την κάνει να διαφέρει από τη λέξη *φόνος*).

Σύμφωνα με τους Craik και Lockhart (1972), όσο βαθύτερη είναι η επεξεργασία της πληροφορίας, τόσο πιο εύκολα απομνημονεύεται με λιγότερες πιθανότητες λήθης. Επομένως, τα βαθύτερα επίπεδα ανάλυσης βοηθούν στην ισχυροποίηση του μνημονικού ίχνους. Παρά την ενδιαφέρουσα αυτή εναλλακτική οπτική, και αυτό το θεωρητικό μοντέλο αμφισβητήθηκε από την επιστημονική κοινότητα. Αυτό συνέβη, γιατί δεν υφίσταται αντικειμενική μέτρηση των επιπέδων επεξεργασίας. Επίσης, το μοντέλο αυτό, δίνοντας έμφαση στην επεξεργασία των ερεθισμάτων, αγνοεί τις λειτουργίες της αποθήκευσης και ανάκλησης της μνήμης (Σαμαρτζή, 1995).

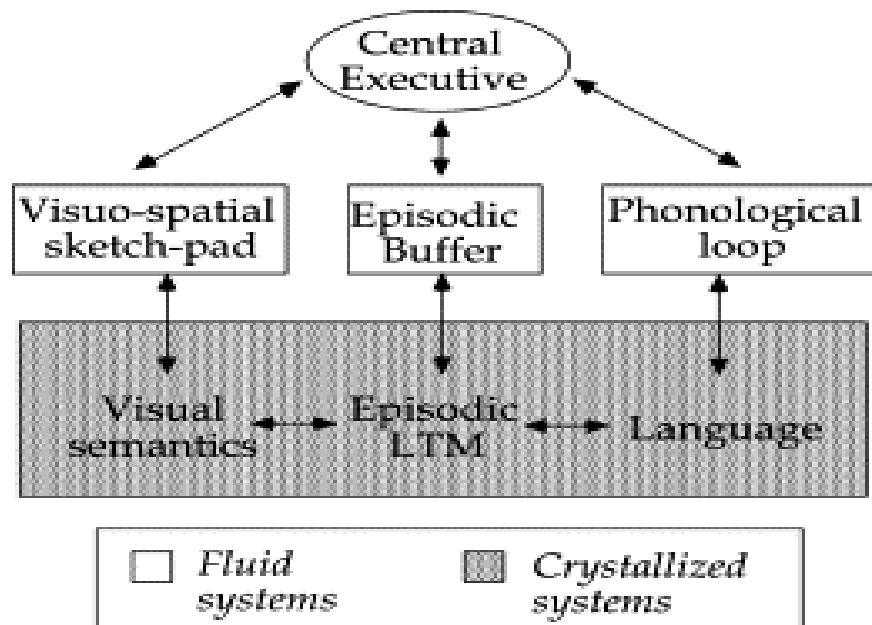
Το μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης

Οι Baddeley και Hitch (1974) θεωρώντας τα προηγούμενα μοντέλα μνήμης αρκετά απλοϊκά, επιχείρησαν να επινοήσουν ένα πιο πολύπλοκο μοντέλο μνήμης. Ξεκίνησαν πείραμα, κατά το οποίο οι συμμετέχοντες εκτός από το τι έπρεπε να θυμούνται άμεσα σειρές ψηφίων, επιτελούσαν έργα που απαιτούν ταυτόχρονη επεξεργασία. Με βάση τα αποτελέσματα του

πειράματος, οι δύο Βρετανοί ψυχολόγοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι στη βραχύχρονη αποθήκευση εμπλέκεται κι ένα άλλο σύστημα εκτός από τη βραχύχρονη μνήμη, το οποίο είναι υπεύθυνο για πολύπλοκα γνωστικά έργα. Πρότειναν, λοιπόν, ένα πολυδιάστατο μοντέλο της βραχύχρονης συγκράτησης, στο οποίο κάποια δομικά στοιχεία εξυπηρετούν την παθητική αποθήκευση, ενώ άλλα επεξεργάζονται πληροφορίες. Το μοντέλο αυτό, γνωστό και ως μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης, είναι έως τώρα το πιο αποδεκτό μοντέλο μνήμης, έχοντας αναθεωρηθεί και εμπλουτιστεί πολλές φορές. Η εργαζόμενη μνήμη, λοιπόν, αφορά στην προσωρινή αποθήκευση και την επεξεργασία πληροφοριών, οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για την εκτέλεση έργων που χαρακτηρίζονται από πολυπλοκότητα. Το μοντέλο αυτό, αρχικά, αποτελούταν από τρία υποσυστήματα, τον κεντρικό επεξεργαστή (central executive), το φωνολογικό κύκλωμα (phonological loop) και το οπτικοχωρικό σημειωματάριο (visuo-spatial scratch pad). Αργότερα, ο Baddeley (2000) με τους συνεργάτες του πρόσθεσε ένα επιπλέον σύστημα, τον διαχειριστή επεισοδίων (episodic buffer).



Εικ.1: Το αρχικό μοντέλο των Baddeley και Hitch (1974). Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021992403000194>



Εικ.2: Το αναθεωρημένο μοντέλο του Baddeley (2000). Πηγή:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021992403000194>

Φωνολογικό κύκλωμα

Το φωνολογικό κύκλωμα (phonological loop) συγκρατεί προσωρινά κι επεξεργάζεται λεκτικές κι ακουστικές πληροφορίες. Μπορεί να διαχωριστεί σε δύο υποσυστήματα. Το πρώτο υποσύστημα, γνωστό και ως προσωρινή αποθήκευση (phonological store), συγκρατεί τα μνημονικά ίχνη για μερικά δευτερόλεπτα μέχρι τη λήθη, εκτός αν υπάρξει ανανέωση από το δεύτερο υποσύστημα, γνωστό και ως σύστημα εσωτερικής επανάληψης (articulatory rehearsal component). Το δεύτερο υποσύστημα συγκρατεί τις λεκτικές πληροφορίες μέσω υποφωνητικής επανάληψης. Αποτελεί μια δομή εσωτερικής αναπαράστασης/επανάληψης μέσω της οποίας, οι πληροφορίες διατηρούνται ενεργές, αλλά ακόμη εξυπηρετεί στη διαδικασία καταγραφής οπτικών πληροφοριών, με την προϋπόθεση ότι είναι δυνατόν να κατονομαστούν (Baddeley, 2003·Baddeley, & Hitch, 1974). Επομένως, αν σε ένα άτομο δοθούν γράμματα οπτικά με σκοπό να τα ανακαλέσει άμεσα, τότε θα μετατρέψει τα γράμματα στα αντίστοιχα φωνήματα και το αν θα διατηρηθούν θα εξαρτηθεί από τα φωνολογικά χαρακτηριστικά τους και όχι από τα οπτικά (Baddeley, 2003).

Η ύπαρξη του φωνολογικού κυκλώματος επιβεβαιώνεται από την επίδραση της φωνολογικής ομοιότητας, της αρθρωτικής καταστολής και του μεγέθους της λέξης. Η

επίδραση της φωνολογικής ομοιότητας εξηγείται από μια πιο χαμηλή επίδοση σε έργα που θα πρέπει να γίνει ανάκληση λέξεων που έχουν ομοιοκαταληξία ή μοιάζουν φωνολογικά σε σχέση με αυτές που δεν ομοιοκαταληκτούν ή δεν έχουν καμιά φωνολογική ομοιότητα. Για αυτό είναι υπεύθυνο το υποσύστημα φωνολογικής αποθήκευσης του φωνολογικού κυκλώματος. Τα μνημονικά ίχνη, λοιπόν, για τις λέξεις ή τα ερεθίσματα που παρουσιάζουν ομοιοκαταληξία, έχουν λιγότερα χαρακτηριστικά διάκρισης, οπότε τα προς καταχώρηση ερεθίσματα μπερδεύονται (Conrad & Hull, 1964).

Η αρθρωτική καταστολή είναι μια τεχνική, η οποία διακρίνεται όταν το άτομο εκφέρει μία ψευδολέξη, δηλαδή μια λέξη που δεν έχει νόημα στη διαδικασία ανάκλησης μιας λίστας λέξεων. Αυτή η διαδικασία εμποδίζει την εσωτερική επανάληψη ώστε να καταγραφούν τα ερεθίσματα στη φωνολογική αποθήκευση (Murray, 1967). Τέλος, η επίδραση του μήκους των λέξεων γίνεται αντιληπτή από τη μεγαλύτερη δυσκολία ανάκλησης λίστας πολυσύλλαβων λέξεων σε σχέση με λέξεις λιγότερων συλλαβών (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975).

Οπτικοχωρικό σημειωματάριο

Το οπτικοχωρικό σημειωματάριο (visuospatial sketchpad) αφορά στην προσωρινή αποθήκευση κι επεξεργασία των οπτικοχωρικών πληροφοριών (Bayliss & Jarold, 2015). Συνενώνει ερεθίσματα οπτικής, κιναισθητικής και χωρικής μορφής σε μια ενιαία αναπαράσταση, που υπόκειται σε προσωρινή αποθήκευση και μπορεί να γίνει η επεξεργασία της. Η αποθήκευση, ανάλογα με το έργο της, μπορεί να είναι είτε οπτική, είτε χωρική, είτε κιναισθητική. Ο Baddeley (2003) αναφέρει μια προσωπική του ιστορία για να εξηγήσει πιο απλά τη φύση του οπτικοχωρικού σημειωματαρίου: «Η δική μου πρώιμη εμπλοκή στην περιοχή προέρχεται από την εμπειρία της οδήγησης σε έναν αυτοκινητόδρομο, την ίδια στιγμή που άκουγα και φανταζόμουν παραστατικά έναν ποδοσφαιρικό αγώνα. Παρατήρησα ότι το αυτοκίνητο παρασυρόταν από τη μία λωρίδα στην άλλη κι έτσι άλλαξα αμέσως σταθμό κι έβαλα μουσική».

Στην έρευνα που επακολούθησε, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να θυμούνται μια ακολουθία οδηγιών που στη μία περίπτωση παρουσιάζονταν με μια σύνθετη οπτική αναπαράσταση, ενώ στην άλλη βασιζόνταν σε απλή λεκτική κωδικοποίηση. Εξετάστηκαν σε αυτή τη μνημονική διαδικασία και στη συνέχεια ταυτόχρονα με μια δοκιμασία, κατά

την οποία οι συμμετέχοντες έπρεπε με ένα στυλό να ακολουθούν μια κινούμενη φωτεινή κουκίδα. Η χωρική αυτή δοκιμασία επηρέασε την επίδοση που αφορούσε την οπτική αναπαράσταση, αλλά δεν είχε καμία επιρροή στη λεκτική δοκιμασία (Baddeley, Wight, & Thomson, 1973).

Κεντρικός Επεξεργαστής

Το πιο σημαντικό υποσύστημα της εργαζόμενης μνήμης μπορεί να θεωρηθεί ο κεντρικός επεξεργαστής (central executive), το οποίο είναι αρμόδιο για τον έλεγχο της προσοχής (Baddeley & Hitch, 1974). Εστιάζει, δηλαδή, την προσοχή του σε έργα που απαιτούν σύνθετες γνωστικές διεργασίες, αλλά και ανασύρει επιλεκτικά πληροφορίες από τη μνήμη (Kane, Bleckley, Comway & Engle, 2001). Επίσης, συντονίζει κι ελέγχει τη λειτουργία των υπόλοιπων υποσυστημάτων της εργαζόμενης μνήμης. Ο Baddeley (2002) απέδειξε ότι ο κεντρικός επεξεργαστής μπορεί να διαχωριστεί σε μια σειρά από εκτελεστικές διεργασίες, οι οποίες αποτελούν, ίσως και τον πιο βασικό παράγοντα εξήγησης των ατομικών διαφοροποιήσεων επίδοσης σε δοκιμασίες εργαζόμενης μνήμης. Σε δοκιμασίες, δηλαδή, εργαζόμενης μνήμης, οι συμμετέχοντες καλούνται να συνδυάσουν επεξεργασία των ερεθισμάτων και ταυτόχρονη αποθήκευση, όπως για παράδειγμα να διαβάζουν αρκετές προτάσεις και να πρέπει να θυμηθούν την τελευταία λέξη από κάθε πρόταση. Άλλες μελέτες έχουν αξιοποιήσει τους νοερούς υπολογισμούς αριθμητικών πράξεων, με ταυτόχρονες παρεμβολές, κι έχουν καταλήξει σε παρόμοια συμπεράσματα (Turner & Engle, 1989). Δοκιμασίες, στις οποίες εμπλέκεται ο κεντρικός επεξεργαστής, έχει αποδειχθεί ότι αποτελούν ισχυρό προγνωστικό παράγοντα για την επίδοση σε ένα μεγάλο εύρος γνωστικών δεξιοτήτων (Baddeley, 2003).

Διαχειριστής επεισοδίων

Το μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης με τα τρία υποσυστήματα αντιμετώπιζε δύο αδυναμίες. Η πρώτη ήταν η έλλειψη ενός συστήματος που θα επέτρεπε τη σύνδεση των οπτικών και λεκτικών πληροφοριών σε πολυδιάστατες αναπαραστάσεις στη μακρόχρονη μνήμη. Η δεύτερη αδυναμία ήταν η ανάγκη αποθήκευσης πληροφοριών που υπερβαίνουν σε χωρικότητα το λεκτικό και οπτικοχωρικό υποσύστημα. Έτσι, ο Baddeley (2000) πρότεινε την ύπαρξη ενός τέταρτου υποσυστήματος. Ο διαχειριστής επεισοδίων αποτελεί ένα σύστημα

με περιορισμένη χωρητικότητα, το οποίο βασίζεται στη λειτουργία του κεντρικού επεξεργαστή, αλλά αφορά κυρίως την αποθήκευση πληροφοριών και όχι εκτελεστικές λειτουργίες της εργαζόμενης μνήμης. Πρόκειται για το υποσύστημα που αποθηκεύει πληροφορίες από διαφορετικές πηγές σε επεισόδια ή στιγμιότυπα. Συνδυάζει, δηλαδή, πληροφορίες από διακριτά υποσυστήματα σε ένα πολυεπίπεδο κώδικά. Επίσης, φαίνεται να υποστηρίζει τη χωρητικότητα για την αισθητήρια καταγραφή και αντίληψη.

Η νευροανατομική βάση της εργαζόμενης μνήμης

Νευροεπιστημονικές μελέτες υποστηρίζουν πολυδιάστατα μοντέλα εργαζόμενης μνήμης και κυρίως αυτό των Baddeley και Hitch. Φυσικά, τα μοντέλα της μνήμης προσπαθούν να απεικονίσουν τις λειτουργικές παρά τις δομικές ιδιότητες. Επομένως, ο θεωρητικός διαχωρισμός της εργαζόμενης μνήμης σε διάφορες λειτουργίες δεν σημαίνει ότι υπάρχουν ξεχωριστές περιοχές του εγκεφάλου που αναλογούν στις διαφορετικές διεργασίες της. Ωστόσο, πρόσφατη νευροαπεικονιστική έρευνα έδειξε δραστηριοποίηση συγκεκριμένων περιοχών του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια διαφορετικών δραστηριοτήτων της εργαζόμενης μνήμης. Για παράδειγμα, οι Hedden και Yoon (2006) συμπεραίνουν ότι η φωνολογική, οπτικοχωρική και εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη συσχετίζονται η καθεμία με ξεχωριστές εγκεφαλικές περιοχές. Άλλες νευρολογικές έρευνες έχουν, ακόμη, βρει στοιχεία για ξεχωριστά νευρωνικά κυκλώματα για το φωνολογικό και οπτικοχωρικό υποσύστημα. Καθώς, επίσης, διάφορες νευροψυχολογικές μελέτες περίπτωσης ασθενών με εγκεφαλικό τραυματισμό έχουν αποδείξει έναν μεγάλο βαθμό ανεξαρτησίας στους εγκεφαλικούς μηχανισμούς που αντιστοιχούν στα τρία συστήματα του Baddeley.

Ανάλογα την «άσκηση» της εργαζόμενης μνήμης, διάφορες περιοχές μπορεί να δραστηριοποιηθούν ταυτόχρονα, συμπεριλαμβανομένων περιοχών στον μετωπιαίο, βρεγματικό και κροταφικό λοβό. Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει τη συνδραστηριοποίηση πρόσθιων και οπίσθιων συστημάτων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης κι επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης. Ενώ ο μετωπιαίος λοβός μπορεί να κατανέμει δεξιότητες, οι βρεγματικές περιοχές συμμετέχουν σε επιπρόσθετη επεξεργασία και οι αντιληπτικές περιοχές συμμετέχουν στη διατήρηση συγκεκριμένων πληροφοριών. Ο Cowan (1995) πρότεινε ότι το μετωπιαίο φλοιό ενεργοποιεί τα κατάλληλα νευρωνικά συστήματα σε άλλες περιοχές του εγκεφάλου για να διατηρήσει αναπαραστάσεις των ερεθισμάτων. Αυτές οι

μελέτες, έχουν, ακόμη, αποδείξει ότι ο προμετωπιαίος φλοιός επιμηκύνει τη δραστηριότητα των οπίσθιων περιοχών του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένης της ενεργοποίησης περιοχών αποθήκευσης της μακρόχρονης μνήμης. Αυτό το στοιχείο υποδεικνύει ότι η επεξεργασία της εργαζόμενης μνήμης δεν περιορίζεται στον μετωπιαίο λοβό κι ενδυναμώνει την πεποίθηση ότι η μακρόχρονη και η εργαζόμενη μνήμη αλληλεπιδρούν σε μεγάλο βαθμό.

Παρ' όλη την ευρεία δραστηριοποίηση κατά τη διάρκεια λειτουργιών της εργαζόμενης μνήμης, η νευροαπεικόνιση των λειτουργιών της βραχύχρονης μνήμης, δηλαδή λειτουργίες αποθήκευσης και μόνο, αποκαλύπτει δραστηριοποίηση του εγκεφάλου κυρίως σε περιοχές που σχετίζονται με το περιεχόμενο της πληροφορίας. Για παράδειγμα, η φωνολογική αποθήκευση, γενικά, σχετίζεται με τη λειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου, ενώ η οπτικοχωρική αποθήκευση με τη λειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου. Επιπρόσθετα, ο προμετωπιαίος φλοιός στο δεξί ημισφαίριο δραστηριοποιείται για οπτικοχωρικές λειτουργίες. Συνεπώς, οι διαφορετικές περιοχές ενεργοποίησης αντικατοπτρίζουν τον νευρολογικό διαχωρισμό της βραχύχρονης αποθήκευσης για φωνολογικές και οπτικοχωρικές πληροφορίες, όπως ο διαχωρισμός των εκτελεστικών διεργασιών από συγκεκριμένα υποσυστήματα. Σε έναν μικρότερο βαθμό, οι προμετωπιαίες περιοχές, επίσης, σχετίζονται με τη διατήρηση κι επεξεργασία οπτικοχωρικής και φωνολογικής πληροφορίας. Η περιοχή Broca ενεργοποιείται, όταν γίνεται επεξεργασία φωνολογικών πληροφοριών. Από την άλλη πλευρά, η αντίστοιχη περιοχή στο δεξί ημισφαίριο επεξεργάζεται φωνολογικές αλλά και οπτικοχωρικές πληροφορίες. Παρ' όλα αυτά, η ενεργοποίηση του προμετωπιαίου φλοιού είναι περισσότερο πιθανό να προκύψει όταν γίνεται ταυτόχρονη επεξεργασία φωνολογικών και οπτικοχωρικών πληροφοριών. Συνεπώς, πολύπλοκες δραστηριότητες της εργαζόμενης μνήμης φανερώνουν συγκεκριμένη δραστηριοποίηση ανάλογα με το περιεχόμενο, αλλά επιπρόσθετα ενεργοποίηση του προμετωπιαίου φλοιού και του φλοιού του προσαγωγίου. Αυτές οι προαναφερθείσες περιοχές σχετίζονται με την προσοχή, τον συλλογισμό και τη γενικότερη νοημοσύνη (Dehn, 2008).

Η νευροανατομική βάση του φωνολογικού κυκλώματος

Οι περισσότερες μελέτες για τη νευροανατομική βάση του φωνολογικού κυκλώματος βασίζονται σε κλινικά σύνδρομα (όπως δυσαρθρία) ή σε μελέτες περίπτωσης. Αυτό

συμβαίνει, κυρίως, διότι πρέπει να περιλαμβάνουν ομιλία, άρα μελέτες εγκεφαλικής βλάβης σε δείγμα που δεν αποτελείται από ανθρώπους δεν υφίσταται. Παρ' όλα αυτά πρώιμες αναφορές σε συγκεκριμένα ελλείμματα στην ακουστική βραχύχρονη μνήμη (Shallice and Vallar, 1990), αργότερα συμπληρώθηκαν από μελέτες που υποστηρίζουν την υποδιαίρεση του φωνολογικού κυκλώματος σε δύο υποσυστήματα, την προσωρινή αποθήκευση (phonological store) και την εσωτερική επανάληψη (articulatory rehearsal component). Ασθενείς με μη ρέουσα αφασία, το βασικό γνώρισμα της οποίας είναι η αργή και κοπιώδης ομιλία με συχνά συντακτικά λάθη, έχοντας επίγνωση του προβλήματος, συχνά παρουσιάζουν έλλειμμα επανάληψης. Αυτός ο τύπος αφασίας προκαλείται, κατά κύριο λόγο, από εγκεφαλικές βλάβες στην κάτω έλικα του αριστερού μετωπιαίου λοβού (περιοχή Broca) και στον γύρω νησιωτικό φλοιό. Επομένως, οι περιοχές αυτές είναι πολύ σημαντικές για την εσωτερική επανάληψη (Muller and Knight, 2006).

Η αφασία αγωγής, δηλαδή η αδυναμία ενός ατόμου να επαναλάβει λέξεις ή φράσεις που του προτείνονται προφορικά, συνήθως προκαλείται από βλάβη στον κάτω βρεγματικό φλοιό και στην αψιδωτή δέσμη, τη δομή δηλαδή που συνδέει την περιοχή Wernicke με την περιοχή Broca. Αυτοί οι ασθενείς εμφανίζουν ελλείμματα που σχετίζονται με την αποθήκευση (Gahtercole, 1994· Fiez, 2001). Μια ενδιαφέρουσα σύγκριση έγινε ανάμεσα σε δύο ασθενείς. Ο ασθενής Α είχε βλάβη στον κάτω βρεγματικό λοβό και στην άνω και μέση κροταφική έλικα, ενώ ο ασθενής Β παρουσίαζε βλάβη στον προκινητικό φλοιό και τον πρωτεύων κινητικό φλοιό. Ο ασθενής Α δεν μπορούσε να συγκρατήσει ακουστικά - φωνητικά ερεθίσματα στην προσωρινή αποθήκευση, ενώ η επίδοσή του σε δοκιμασίες που απαιτούσαν εσωτερική επανάληψη, κυμαινόταν σε φυσιολογικά επίπεδα. Ο ασθενής Β δεν έκανε ποτέ χρήση της εσωτερικής επανάληψης, αλλά η ικανότητα της προσωρινής αποθήκευσης είχε διατηρηθεί. Το γεγονός ότι οι συμπληρωματικές περιοχές που σχετίζονται με την κίνηση και η παρεγκεφαλίδα, επίσης, υποστηρίζουν την παραγωγή λόγου, κάνει αυτές τις περιοχές υποψήφιες υπεύθυνες για το υποσύστημα της εσωτερικής επανάληψης. Τέλος, οι Gruber, Gruber και Falkai (2005) ανέφεραν ασθενή με εγκεφαλική βλάβη στον φλοιό του προμετωπιαίου πόλου, ο οποίος σε αντίθεση με τους ασθενείς με βλάβες στην περιοχή Broca, είχε φυσιολογική απόδοση σε δοκιμασία φωνητικής επανάληψης, αλλά παρουσίασε ελλείμματα κατά τη διάρκεια μη αρθρωτικής συντήρησης της φωνητικής πληροφορίας. Από αυτό, ερευνητές συμπέραναν ότι το υποσύστημα της

προσωρινής αποθήκευσης ίσως να μην βρίσκεται μόνο σε μία περιοχή του βρεγματικού φλοιού, αλλά αποτελεί λειτουργία ενός πιο περίπλοκου δικτύου του προμετωπιαίου φλοιού και των περιοχών του κάτω βρεγματικού φλοιού, υποβοηθώντας τη μη αρθρωτική συντήρηση της φωνητικής πληροφορίας.

Σύμφωνα με τον ίδιο τον Baddeley, η δραστηριότητα του φωνολογικού κυκλώματος σχετίζεται με την ενεργοποίηση του αριστερού ημισφαιρίου, με την περιοχή 40 του Brodmann να σχετίζεται με τη φωνολογική αποθήκευση και την περιοχή Broca να σχετίζεται με την εσωτερική επανάληψη. Και στις δύο περιπτώσεις, η ενεργοποίηση γίνεται κυρίως στο αριστερό ημισφαίριο, αν και παρατηρείται δραστηριοποίηση των ομόλογων περιοχών στο δεξί ημισφαίριο, σε περιπτώσεις που υπάρχει ανάγκη. Οι Gathercole, Pickering, Ambridge και Wearing (2004) το περιέγραψαν λίγο διαφορετικά. Η φωνολογική αποθήκευση εξυπηρετείται από ένα νευρωνικό κύκλωμα σε κάτω βρεγματικές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου, και η επανάληψη σχετίζεται με πρόσθιες κροταφικές και μετωπιαίες περιοχές. Οι Baldo και Dronkers (2006) ανέφεραν ότι η περιοχή 40 του Brodmann υποβοηθά τη φωνολογική αποθήκευση, ενώ η περιοχή Broca υποβοηθά την εσωτερική επανάληψη. Παρά κάποιες διαφοροποιήσεις ως προς τις περιοχές, υπάρχουν ξεκάθαρες νευρολογικές αποδείξεις που υποστηρίζουν τον διαχωρισμό του φωνολογικού κυκλώματος σε ένα σύστημα παθητικής αποθήκευσης και ένα σύστημα υποφωνητικής - εσωτερικής επανάληψης.

Η νευροανατομική βάση του οπτικοχωρικού σημειωματορίου

Πολλοί συγγραφείς έχουν προτείνει ότι οι λειτουργίες της βραχύχρονης μνήμης είναι το αποτέλεσμα διεργασιών που εκτελούνται σε συγκεκριμένες κροταφικές και βρεγματικές αισθητηριακές περιοχές που αφορούν την επεξεργασία των αισθητηριακών πληροφοριών (Mishkin and Appenzeller 1987· Petrides, 1994). Είναι γνωστό, ότι η αισθητηριακή επεξεργασία των ιδιοτήτων των αντικειμένων και των οπτικοχωρικών σχέσεων εκτελείται από το κοιλιακό κροταφο-ινιακό και ραχιαίο βρεγματο-ινιακό ραβδωτό στρώμα, αντίστοιχα. Ο Kleist (1935, όπ. αναφ. στο Müller, & Knight, 2006) εξέτασε ασθενείς με τοπικές εγκεφαλικές βλάβες σε διαφορετικά σημεία του οπίσθιου φλοιού, που είχαν προκληθεί από τραυματισμούς, κατά τη διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου πολέμου. Οι ασθενείς του, είτε παρουσίαζαν αγνωσία ως προς τη μορφή των αντικειμένων ή ελλείμματα με τις

οπτικοχωρικές σχέσεις. Αργότερα, αποδείχθηκε ότι οι βρεγματικές βλάβες μειώνουν την ικανότητα διάκρισης των οπτικοχωρικών σχέσεων, ενώ κροταφικές βλάβες δυσχεραίνουν τη διάκριση αντικειμένων. Οι Newcombe et al. (1987) περιέγραψαν έναν ασθενή, του οποίου ο πρόσθιος κροταφικός λοβός του δεξιού ημισφαιρίου αφαιρέθηκε μετά από ένα αυτοκινητιστικό δυστύχημα. Είχε διάφορα ελλείμματα στην αναγνώριση αντικειμένων και προσωπαγνωσία. Για παράδειγμα, δεν μπορούσε να αναγνωρίσει τη σύζυγό του μέσα στο πλήθος. Από την άλλη πλευρά, οι οπτικοχωρικές του ικανότητες ήταν άθικτες. Δεν αντιμετώπιζε δυσκολίες στο να βρει τον δρόμο για να φθάσει στον προορισμό του. Αποδείχθηκε ότι βλάβες πρόσθιου κροταφικού φλοιού επηρεάζουν την οπτική εργαζόμενη μνήμη, ενώ η χωρική παραμένει άθικτη. Ασθενείς, λοιπόν, με βλάβες στον βρεγματικό λοβό παρουσιάζουν διάφορα ελλείμματα στη χωρική αναπαράσταση (Levine et al. 1985· Mishkin and Arpenzeller, 1987).

Η νευροανατομική βάση του κεντρικού επεξεργαστή

Οι εκτελεστικές λειτουργίες «τοποθετούνται» στον προμετωπιαίο φλοιό. Πρόσφατες νευροεπιστημονικές έρευνες έχουν επικεντρωθεί στον ρόλο του μετωπιαίου λοβού στον έλεγχο της εργαζόμενης μνήμης. Σύμφωνα με τους Kane και Engle (2002), ο ραχιαίος προμετωπιαίος φλοιός είναι υπεύθυνος για να εμποδίσει παρεμβολές από μια δευτερεύουσα διαδικασία, ενώ προσπαθεί να διατηρήσει πληροφορίες στις οποίες επικεντρώνεται. Δραστηριοποίηση του προμετωπιαίου φλοιού παρατηρείται, όταν πραγματοποιείται διπλή-σύνθετη διεργασία. Επίσης, προμετωπιαίες περιοχές έχουν έναν ιδιαίτερο ρόλο στην αφομοίωση διαφορετικού τύπου πληροφοριών στην εργαζόμενη μνήμη, όπως όταν συγκρατεί ταυτόχρονα φωνολογικές και οπτικοχωρικές πληροφορίες για ένα ερέθισμα. Όσο οι απαιτήσεις της εργαζόμενης μνήμης αυξάνονται, υπάρχει μεγαλύτερη ενεργοποίηση του προμετωπιαίου φλοιού.

Παρά όλα τα προαναφερθέντα ενθαρρυντικά στοιχεία, η εγκεφαλική χαρτογράφηση της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης θα συνεχίσει να αποτελεί μια πρόκληση, γιατί οι εκτελεστικές λειτουργίες δεν μπορούν να εφαρμόζονται από ένα μόνο εγκεφαλικό δίκτυο. Κάποιες νευροαπεικονιστικές μελέτες αποκαλύπτουν σημαντική ποικιλία ξεχωριστών ενεργοποιημένων περιοχών κατά τη διάρκεια διεργασιών εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης, χωρίς συγκεκριμένη κυρίαρχη μετωπιαία περιοχή. Ίσως η ποικιλία

αντικατοπτρίζει τη χρήση διαφορετικών στρατηγικών για να πραγματοποιήσει κάποιος μια εκτελεστική διεργασία, ή μπορεί να οφείλεται στις διαφορές του κατά πόσο απαιτητική είναι η «άσκηση» για τα άτομα. Επομένως, ο προμετωπιαίος φλοιός δεν είναι η μόνη περιοχή του εγκεφάλου που εμπλέκεται σε λειτουργίες εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης (Dehn, 2008).

Οι Kane και Engle (2002) κατέληξαν στα ακόλουθα συμπεράσματα. Αρχικά, τονίζεται ο ρόλος του ραχιαίου προμετωπιαίου φλοιού στην εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη. Επίσης, φυσιολογικές διαφορές μεταξύ ατόμων στη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης επηρεάζονται από τις διαφορές ατόμων στον προμετωπιαίο φλοιό, ο οποίος είναι απαραίτητη αλλά ανεπαρκής δομή από μόνη της για τις λειτουργίες της εργαζόμενης μνήμης. Ο πρωταρχικός του ρόλος είναι να διατηρεί πληροφορίες σε αντιδιαστολή με τις παρεμβολές εμποδίζοντας αποσπάσεις και άσχετες πληροφορίες. Τέλος, ανακαλύφθηκε ότι κάποιες προμετωπιαίες περιοχές είναι ενεργοποιημένες κατά τη διάρκεια διεργασιών εργαζόμενης και μακρόχρονης μνήμης, οδηγώντας στον ισχυρισμό ότι ίδιες εκτελεστικές διεργασίες που υποστηρίζονται από προμετωπιαίες περιοχές αφορούν την εργαζόμενη, αλλά και τη μακρόχρονη μνήμη. Αυτό το πόρισμα δεν αρνείται την ύπαρξη ξεχωριστών συστημάτων εργαζόμενης και μακρόχρονης μνήμης, αλλά υποδεικνύει ότι οι ίδιες εκτελεστικές διεργασίες απαιτούνται κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων με διαφορετικούς μνημονικούς στόχους.

Η νευροανατομική βάση του διαχειριστή επεισοδίων

Εκτός από τις νευρολογικές ενδείξεις για τη φωνολογική, οπτικοχωρική και εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη της θεωρίας του Baddeley, έχουν υπάρξει ενδείξεις και για το υποσύστημα του διαχειριστή επεισοδίων. Οι Prabhakaran et al. (2000) βρήκαν αποδείξεις για τον διαχειριστή που επιτρέπει την προσωρινή αποθήκευση πληροφοριών. Εκτός από τον αριστερό ιππόκαμπο, οπίσθιες περιοχές, συμπεριλαμβανομένου του δεξιού μέσου κροταφικού λοβού, εμπλέκονται στη διαχείριση-επεξεργασία επεισοδίων.

Η σχέση της εργαζόμενης μνήμης με άλλες γνωστικές διεργασίες

Η εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει σημαντικά ανώτερες γνωστικές διεργασίες, όπως τον συλλογισμό, την επίλυση προβλημάτων και τις εκτελεστικές λειτουργίες (Dehn, 2006). Έτσι οι

ανώτερες γνωστικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης της εργαζόμενης μνήμης με διάφορες γνωστικές διεργασίες. Κάποιες από τις σχέσεις χαρακτηρίζονται από ιεραρχία, άλλες από αμοιβαιότητα, και άλλες αποτελούν ταυτόχρονες διαδικασίες. Σε άλλες περιπτώσεις, είναι τόσο στενή η αλληλεπίδραση που είναι δύσκολο να διαχωριστούν σε δύο.

Ελλιπείς γνωστικές ικανότητες μπορούν να μειώσουν τη λειτουργικότητα της εργαζόμενης μνήμης. Αντίθετα, ισχυρές γνωστικές ικανότητες μπορούν να υποστηρίξουν το έργο της. Για παράδειγμα, η πολύ γρήγορη ταχύτητα επεξεργασίας των ερεθισμάτων μπορεί να αντισταθμίσει μια μειωμένη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης. Από την άλλη πλευρά, η χωρητικότητα της θέτει όρια σε ανώτερες γνωστικές διεργασίες (Conners et al., 2001). Ένα σύστημα εργαζόμενης μνήμης με ελλείμματα μπορεί να θέσει πολύ σοβαρούς περιορισμούς σε άλλες γνωστικές λειτουργίες. Σε κάποιες περιπτώσεις, ακόμη και η εργαζόμενη μνήμη με χωρητικότητα που κινείται σε φυσιολογικά επίπεδα μπορεί να έχει περιοριστική επίδραση σε άλλες διεργασίες. Παραδείγματος χάρη, όταν κάποιος προσπαθεί να διατηρήσει άσχετες πληροφορίες μεταξύ τους, σε μια δοκιμασία υπολογισμού που απαιτεί αρκετό χρόνο επεξεργασίας, το ρίσκο λαθών είναι μεγάλο λόγω περιορισμένης χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης.

Εργαζόμενη μνήμη και νοημοσύνη

Είναι γενικότερα αποδεκτό ότι η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί, ίσως, τον βασικότερο συντελεστή στην επεξεργασία πληροφοριών. Έχει προταθεί η ιδέα ότι η χωρητικότητά της μπορεί να εξηγήσει τις ατομικές διαφορές στη νοητική επεξεργασία (Cowan, 2005). Μάλιστα, σχετίζεται με τον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης (g factor). Η συσχέτισή τους είναι τόσο ισχυρή, που η γενική νοημοσύνη μπορεί να προβλεφθεί από τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης. Η σχέση τους βέβαια είναι αμφίδρομη, αφού και η γενική νοημοσύνη είναι καλός δείκτης πρόβλεψης της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης (Dehn, 2008). Η δυνατή αυτή συσχέτιση προκύπτει από την αναγκαιότητα της εμπλοκής της εργαζόμενης μνήμης, όταν παρατηρείται σύνθετη γνωστική δραστηριότητα. Αναλυτικότερα, ένας σημαντικός όγκος πληροφοριών πρέπει να διατηρηθεί κατά τη διάρκεια πολύπλοκων γνωστικών διεργασιών. Τα συστήματα που εμπλέκονται είναι κυρίως η λεκτική και η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη, και όχι τα υποσύστημα παθητικής αποθήκευσης

της βραχύχρονης. Δοκιμασίες βραχύχρονης μνήμης που μετρούν απλές ικανότητες αποθήκευσης δεν σχετίζονται σημαντικά με ανώτερες γνωστικές δεξιότητες, όπως ο συλλογισμός ή ο παράγοντας της γενικής νοημοσύνης. Οι δοκιμασίες, όμως, που απαιτούν επεξεργασία και ταυτόχρονη αποθήκευση, με προεξέχοντα τον μηχανισμό της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης που αφορά τη συγκέντρωση προσοχής, ενεργοποιούν περιοχές του προμετωπιαίου φλοιού, της εγκεφαλικής δηλαδή περιοχής, όπου συναντώνται ανώτερες γνωστικές ικανότητες, όπως ο συλλογισμός, η επίλυση προβλημάτων και η γενική νοημοσύνη (Conway et al., 2003).

Συγκεκριμένα, η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να σχετίζεται με τη ρέουσα νοημοσύνη, την ικανότητα δηλαδή να επιλύουμε νέα προβλήματα και να προσαρμοζόμαστε σε καινούριες καταστάσεις. Από την άλλη, η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη αφορά τη γνώση που έχει κατακτήσει το άτομο, αλλά και τις δεξιότητες, καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του (Cattell, 1963). Πολλές έρευνες έχουν οδηγηθεί στην υπόθεση ότι εργαζόμενη μνήμη και ρέουσα νοημοσύνη αποτελούν την ίδια γνωστική ικανότητα (Engle, 2002). Όμως, περισσότερες μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι αποτελούν δύο ξεχωριστές γνωστικές διεργασίες, οι οποίες σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό (Conway, Cowan, Bunting, Theriault, & Minkoff, 2002). Πράγματι, πολύ σημαντικός παράγοντας της ρέουσας νοημοσύνης αποτελεί το δυναμικό της εργαζόμενης μνήμης, αλλά δεν είναι ο μόνος, καθώς είναι μέρος ενός συνδυασμού παραγόντων. Η στενή σύνδεση που έχει παρατηρηθεί ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη αφορά, κυρίως, τον κεντρικό επεξεργαστή. Μετρήσεις των δύο διεργασιών σε μελέτες έχουν σχεδόν ταυτιστεί. Αυτό συμβαίνει διότι και τα δύο είδη μετρήσεων προϋποθέτουν τον έλεγχο προσοχής (Borella, Carretti, & Mammarella, 2006 · Engle et al., 2003).

Εργαζόμενη μνήμη και προσοχή

Η προσοχή είναι μια ακόμη γνωστική λειτουργία που συχνά συγχέεται με την εργαζόμενη μνήμη. Παρατηρείται μια μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των δύο προαναφερθέντων γνωστικών συστημάτων, χωρίς σαφή διάκριση πολλών διαστάσεων μεταξύ της προσοχής και της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης (Cornish, Wilding, & Grant, 2006). Άτομα με υψηλή επίδοση σε δοκιμασίες της χωρητικότητας της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης μπορούν να συγκρατούν τις πληροφορίες που χρειάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τα άτομα με

χαμηλή επίδοση (Conway, Cowan, & Bunting, 2001). Επιπρόσθετα, παιδιά με ελλειμματική συγκέντρωση προσοχής φαίνεται να έχουν δυσκολίες στην εργαζόμενη μνήμη. Μαθητές, δηλαδή, που χαρακτηρίστηκαν ως αδύναμοι στην ικανότητα συγκέντρωσης προσοχής, σημείωσαν χαμηλές βαθμολογίες σε δοκιμασίες εργαζόμενης μνήμης (Dehn, 2008).

Οι Engle, Kane και Tuholski (1999) ανέφεραν ότι ατομικές διαφορές στην επίδοση σε δοκιμασίες εργαζόμενης μνήμης αντικατοπτρίζουν διαφορές στην ικανότητα συγκέντρωσης προσοχής, επειδή η ικανότητα αυτή είναι απαραίτητη κατά τη διάρκεια σχεδόν όλων των εργασιών της εργαζόμενης μνήμης. Αντίστοιχα, η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να αποτελεί τη βάση των ανώτερων διεργασιών προσοχής, συμπεριλαμβανόμενης της διατήρησης προσοχής και της προσήλωσης σε μια συγκεκριμένη διαδικασία. Είναι, επίσης, υπεύθυνη για την παρεμπόδιση παρεμβολών και για τη μετατόπιση της προσοχής από μια διαδικασία σε μια άλλη, χωρίς να χάνονται σχετικές πληροφορίες. Επομένως, αδιαμφισβήτητα, οι δύο αυτές γνωστικές ικανότητες έχουν πολλά κοινά σημεία, βασικότερο των οποίων είναι η συγκέντρωση προσοχής στις απαραίτητες πληροφορίες για την εκπλήρωση του έργου και η παρεμπόδιση παρεμβολών από μη σχετικά ερεθίσματα (Dehn, 2008).

Εργαζόμενη μνήμη και μάθηση

Η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να παίζει καθοριστικό ρόλο στην εκπαίδευση και τη μαθησιακή διαδικασία (Alloway, 2006). Παιδιά με υψηλό δυναμικό εργαζόμενης μνήμης ανταποκρίνονται με σχετική ευκολία στα καθήκοντα του σχολείου, σε αντίθεση με παιδιά με χαμηλό δυναμικό που μπορεί να δυσκολεύονται να ανταπεξέρθουν στα σχολικά καθήκοντα και τις εργασίες, που πολλές φορές προϋποθέτουν διεργασίες της.

Πιο συγκεκριμένα, μαθήματα στα οποία έχει παρατηρηθεί ότι η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί καθοριστικό παράγοντα είναι αυτά της γλώσσας και της αριθμητικής (Alloway & Passolunghi, 2011 · Gathercole & Pickering, 2000). Έρευνα, κατά την οποία μελετήθηκε η συσχέτιση της επίδοσης στα μαθήματα που διδάσκονται στο σχολείο και γνωστικών έργων της εργαζόμενης μνήμης, έδειξε ότι επτάχρονοι μαθητές με υψηλή επίδοση στα γνωστικά έργα της εργαζόμενης μνήμης, είχαν υψηλή επίδοση στα μαθήματα της γλώσσας και της αριθμητικής. Από την άλλη πλευρά, μαθητές που χαρακτηρίζονται από αδυναμία σε έργα της εργαζόμενης μνήμης, παρουσίασαν χαμηλές επιδόσεις σε αυτά τα δύο μαθήματα (Gathercole & Pickering, 2000 · Gathercole et al., 2004). Φαίνεται, λοιπόν, πως η

εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη σχολική επίδοση των μαθητών που ξεκινούν το σχολείο (Gathercole, Brown, & Pickering, 2003).

Δεν αφορά, όμως, μόνο τη σχολική επίδοση σε συγκεκριμένα μαθήματα, αλλά γενικότερα τις δραστηριότητες που συμβαίνουν μέσα σε μια τάξη. Σε έρευνα που αφορούσε μαθητές με ελλείμματα στη εργαζόμενη μνήμη, φάνηκε να δυσκολεύονται σε αρκετές συνθήκες μέσα στη σχολική τάξη. Πιο αναλυτικά, παρουσίαζαν δυσκολίες στο να θυμούνται τις οδηγίες του δασκάλου, ιδιαίτερα αν ήταν πολύπλοκες. Επίσης, δυσκολεύονταν να ολοκληρώσουν δραστηριότητες που απαιτούσαν αποθήκευση πληροφοριών και ταυτόχρονη γνωστική επεξεργασία. Άλλη μια δυσκολία αφορούσε την ανάκληση πληροφοριών από τη μακρόχρονη μνήμη (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004). Αυτό το προφίλ μαθητή συμπεριφορικά συμπίπτει με ένα άτομο απρόσεχτο στο μάθημα τις περισσότερες φορές, με δυσκολία προσοχής και παρακολούθησης στο μαθησιακό έργο. Αυτό το συμπεριφορικό μοτίβο θα μπορούσαμε να πούμε ότι θυμίζει μαθητή με διάγνωση Διαταραχής Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας με προεξέχοντα τον απρόσεχτο τύπο (Gathercole et al., 2008). Βέβαια, η επίδοση στα υπόλοιπα γνωστικά έργα, πέρα των μνημονικών, φαίνεται να είναι φυσιολογική για την ηλικία τους (Alloway, 2006).

Εργαζόμενη μνήμη και μαθηματικές δεξιότητες

Οι μαθηματικές δεξιότητες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τη διεκπεραίωση αριθμητικών πράξεων και την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτές τις δεξιότητες. Ακόμη, και κατά τη διεκπεραίωση των βασικών αριθμητικών πράξεων είναι απαραίτητες τρεις διεργασίες της εργαζόμενης μνήμης: η προσωρινή αποθήκευση για τη συγκράτηση πληροφοριών, η ανάκτηση πληροφοριών και η διαδικασία επεξεργασίας (Brainerd, 1983). Σε προβλήματα μεγαλύτερης δυσκολίας, οι διεργασίες της εργαζόμενης μνήμης που απαιτούνται είναι πολλαπλές. Παιδιά δημοτικού, λοιπόν, με χαμηλή ικανότητα εργαζόμενης μνήμης συνήθως δυσκολεύονται να επιλύσουν αριθμητικά προβλήματα, αλλά κι ενδιάμεσα στάδια της επίλυσης ενός προβλήματος, όπως το να ανακτήσουν αριθμητικές πληροφορίες από τη μακρόχρονη μνήμη, για παράδειγμα η προπαίδεια (Imbo & Vandierendonk, 2008).

Κάθε υποσύστημα του μοντέλου της εργαζόμενης μνήμης παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση σε έργα μαθηματικής αντίληψης (DeStefano & Lefevre, 2004). Η σχέση των

υποσυστημάτων και των μαθηματικών δεξιοτήτων, βέβαια, διαφέρει ανάλογα με την ηλικία των παιδιών. Σε έρευνα των Meyer και συνεργατών (2009) εξετάσθηκε η σχέση των μαθηματικών δεξιοτήτων με τα τρία υποσυστήματα της εργαζόμενης μνήμης σε μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε μαθητές μικρότερης ηλικίας που βρίσκονται στην αρχή της εκμάθησης των δεξιοτήτων αυτών, παίζει σημαντικό ρόλο το φωνολογικό κύκλωμα και ο κεντρικός επεξεργαστής. Ωστόσο, αφού υπάρχει παγίωση των αποτελεσμάτων της εξάσκησης στις αριθμητικές δεξιότητες, αρχίζει να συμβάλλει ως προβλεπτικός παράγοντας, το οπτικοχωρικό σημειωματάριο. Σε έρευνα με μαθητές 15 και 16 ετών, φάνηκε ότι οι μαθηματικές δεξιότητες έχουν άμεση σχέση με έργα οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης και όχι με έργα λεκτικής εργαζόμενης μνήμης (Reuhkala, 2001).

Βέβαια, οι έρευνες δεν είναι σύμφωνες ως προς το κατά πόσο τα υποσυστήματα εργαζόμενης μνήμης συμμετέχουν στους μαθηματικούς υπολογισμούς. Ο Swanson (2006) αναφέρει ότι η οπτικοχωρική μνήμη αποτελεί τον καλύτερο προβλεπτικό παράγοντα για τους μαθηματικούς υπολογισμούς. Απ' την άλλη, οι Gathercole και Pickering (2000), καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης και της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη ικανότητας στους μαθηματικούς υπολογισμούς. Σύμφωνα με τον Tronsky (2006), η συμμετοχή όλων των υποσυστημάτων της εργαζόμενης μνήμης είναι απαραίτητη για περίπλοκους αριθμητικούς υπολογισμούς, αλλά σε διαφορετικό βαθμό.

Εργαζόμενη μνήμη και μαθησιακές δυσκολίες

Μέσα από πλήθος ερευνών έχει αποδειχθεί άμεση σχέση των μαθησιακών δυσκολιών και της μνήμης, βραχύχρονης κι εργαζόμενης. Σε έργα στα οποία εμπλέκεται η εργαζόμενη μνήμη οι μαθητές που έχουν μαθησιακές δυσκολίες διακρίνονται από χαμηλότερη επίδοση σε σχέση με τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης (Swanson, Zheng, & Jerman, 2009). Οι ειδικές μαθησιακές δυσκολίες συνοδεύονται από αδυναμία και στα τρία υποσυστήματα της εργαζόμενης μνήμης (Pickering & Gathercole, 2004). Η κάθε μαθησιακή δυσκολία, βέβαια, δεν συνοδεύεται από το ίδιο έλλειμμα στη μνήμη. Διαφορετική αδυναμία θα παρουσιάσει ένα παιδί με δυσλεξία ή ένα παιδί με δυσαριθμησία.

Πιο αναλυτικά, σε έρευνα που συμμετείχαν μαθητές με δυσαναγνωσία, δηλαδή δυσκολίες στην ανάγνωση, αποδείχθηκε ότι στα παιδιά αυτά παρουσιάστηκαν σημαντικά

ελλείμματα σε έργα τόσο βραχύχρονης μνήμης, αλλά κι εργαζόμενης (Swanson, Zheng, & Jerman, 2009).

Σε άλλη έρευνα εξετάστηκε η συνύπαρξη ελλειμμάτων στη φωνολογική βραχύχρονη κι εργαζόμενη μνήμη σε μαθητές με Αναπτυξιακή Γλωσσική Διαταραχή. Πράγματι, τα παιδιά αυτά φάνηκε να έχουν ελλείμματα στη φωνολογική βραχύχρονη κι εργαζόμενη μνήμη. Το υποσύστημα της εργαζόμενης μνήμης που φαίνεται να συνδέεται με την ανάπτυξη της γλώσσας είναι το φωνολογικό κύκλωμα. Βέβαια, έχει βρεθεί ότι τα δυσλεκτικά άτομα, συγκριτικά με τους συνομηλικούς τους, έχουν χαμηλότερη επίδοση σε έργα ανάκλησης οπτικοχωρικών πληροφοριών (Swanson et al., 1993).

Άλλη μια ειδική μαθησιακή δυσκολία που έχει συνδεθεί με χαμηλό δυναμικό εργαζόμενης μνήμης είναι η δυσαριθμσία. Ο Hitch (1991) σε έρευνα με παιδιά που έχουν δυσαριθμσία, ανακάλυψε ότι παρουσιάζουν χαμηλή επίδοση σε έργα άμεσης ανάκλησης αριθμητικών πράξεων και ότι αυτή η επίδοση είναι ανεξάρτητη από τα λεκτικά ή οπτικοχωρικά χαρακτηριστικά του υλικού που χρησιμοποίησε. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το υποσύστημα εργαζόμενης μνήμης που παίζει σημαντικό ρόλο είναι ο κεντρικός επεξεργαστής. Επίσης, σε επόμενες μελέτες, η δυσαριθμσία συνδέθηκε άμεσα με χαμηλή επίδοση της εργαζόμενης μνήμης σε έργα που απαιτούν αποθήκευση κι επεξεργασία πληροφοριών ταυτόχρονα (Gathercole et al., 2006).

Η ανάγνωση

Η ανάγνωση μπορεί να οριστεί ως μια διαδικασία κατά την οποία επεξεργαζόμαστε πληροφορίες του γραπτού λόγου. Συγκεκριμένα, μέσα από την ανάγνωση αποκωδικοποιούμε τον γραπτό κώδικα και τον μετατρέπουμε σε φωνολογικό, με βάση τον οποίο είναι δυνατή η πρόσβαση στη σημασιολογική μνήμη για την κατανόηση της σημασίας της λέξης. Για τη διεκπεραίωση αυτής της σύνθετης διαδικασίας αλληλεπιδρούν δύο βασικές, αλλά ανεξάρτητες γνωστικές λειτουργίες: η αποκωδικοποίηση και η κατανόηση (Πόρποδας, 2002).

Η πρώτη γνωστική λειτουργία, η αποκωδικοποίηση αποτελεί την αναγνώριση των γραπτών συμβόλων και τη μετάφρασή τους σε φωνήματα. Για να καταστεί αυτή η λειτουργία δυνατή, απαιτείται η γνώση του ορθογραφικού συστήματος της αντίστοιχης γλώσσας, καθώς και η φωνολογική επίγνωση, η επίγνωση δηλαδή, ότι η κάθε προφορική λέξη αποτελείται από μικρότερες δομικές μονάδες, τα φωνήματα, τα οποία αναπαριστώνται από

τα γραφήματα, δηλαδή, τα γραπτά σύμβολα. Ακόμη, απαραίτητη είναι η σωστή λειτουργία της αντίληψης, καθώς και της μνήμης των γραμμάτων και των φωνημάτων, για να μπορέσει να επιτευχθεί η αντιστοιχισή τους. Επομένως, η αποκωδικοποίηση είναι μια γνωστική λειτουργία που δεν επηρεάζεται απαραίτητα από την κατανόηση, και αυτό μπορεί να γίνει αντιληπτό από την ανάγνωση ψευδολέξεων (Πόρποδας, 2002). Ένας αναγνώστης μπορεί να διαβάσει λέξεις χωρίς σημασιολογικό περιεχόμενο, μόνο με τη βοήθεια της αποκωδικοποίησης.

Μετά την αποκωδικοποίηση, για να επιτευχθεί η ανάγνωση, είναι απαραίτητη και η γνωστική λειτουργία της κατανόησης, η οποία απαιτεί ανάλυση της σημασίας μιας λέξης από τη σημασιολογική μνήμη (Πόρποδας, 2002). Για παράδειγμα, ένας μαθητής που γνωρίζει τη σημασία της λέξης θάλασσα από τον προφορικό λόγο, όταν θα αποκωδικοποιήσει τη γραπτή μορφή της, θα μπορέσει να κατανοήσει και τη σημασία της γραπτής λέξης θάλασσα. Ο μαθητής, λοιπόν, με αυτό τον τρόπο διαβάζει τη λέξη. Επομένως, οι δύο αυτές γνωστικές διεργασίες είναι απαραίτητες για να επιτευχθεί η διαδικασία της ανάγνωσης. Αν κάποιος μαθητής δυσκολεύεται να αποκωδικοποιήσει μια γραπτή λέξη, δεν θα μπορέσει και να την κατανοήσει με αποτέλεσμα να μην επιτευχθεί η διαδικασία της ανάγνωσης.

Η νευροανατομική βάση της ανάγνωσης

Η γλωσσική λειτουργία, μαζί με την ομιλία και την ανάγνωση, βασίζεται σε ένα νευρωνικό υπόστρωμα που αφορά συγκεκριμένες περιοχές και έχει πλευριωθεί στον εγκέφαλο από τα πρώτα δέκα χρόνια της ζωής του ανθρώπου. Οι περιοχές που εμπλέκονται στις γλωσσικές λειτουργίες, βρίσκονται στην αριστερή κατώτερη οπίσθια μετωπιαία έλικα και στην αριστερή άνω κροταφική έλικα. Επίσης, έντονη δραστηριοποίηση παρατηρείται στην αριστερή κάτω μετωπιαία έλικα, στην άνω και μέση κροταφική έλικα, στη γωνιώδη έλικα, στη μέση ανώτερη μετωπιαία έλικα και στην παρεγκεφαλίδα.

Συγκεκριμένα για την ανάγνωση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, συμβάλλουν δύο γνωστικές διεργασίες. Η έμμεση διεργασία βασίζεται στη φωνολογική αποκωδικοποίηση της γραπτής λέξης, δηλαδή στην αντιστοιχισή των γραπτών συμβόλων με φωνήματα, ώστε να επιτευχθεί η φωνολογική αναπαράσταση της λέξης. Έτσι, λοιπόν, η διεργασία αυτή είναι απαραίτητη για την ανάγνωση ψευδολέξεων, ενώ η άμεση διεργασία αφορά στην ανάγνωση λέξεων τις οποίες το άτομο έχει συναντήσει και στο παρελθόν. Συνεπώς, το

απαραίτητο τμήμα του μηχανισμού της ανάγνωσης περιλαμβάνει δύο, κυρίως, τμήματα στην οπίσθια χώρα του αριστερού ημισφαιρίου (Σίμος Μουζάκη & Παπανικολάου, 2004).

Μετά την αρχική οπτική επεξεργασία για τις λέξεις που γνωρίζει ήδη ο αναγνώστης, γίνεται γραφημική επεξεργασία και αντιστοίχιση αναφορικά με αποθηκευμένες αναπαραστάσεις, μέσω νευροφυσιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε κροταφο-ινιακές περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου (Σίμος Μουζάκη & Παπανικολάου, 2004). Σε αυτή την περίπτωση, ενεργοποιείται το οπίσθιο τμήμα της μέσης κροταφικής έλικας – περιοχή 21 του Brodmann, και τμήμα της ανώτερης κροταφικής έλικας – περιοχή 22. Βλάβες στις περιοχές αυτές, μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρές αναγνωστικές δυσκολίες, όπως δυσαναγνωσία. Διατηρείται, δηλαδή, η ικανότητα αναγνώρισης των γραπτών συμβόλων και γίνεται αποκωδικοποίηση των λέξεων, αλλά με πολύ αργό ρυθμό και έντονη κόπωση. Παρατηρείται, λοιπόν, διαταραχή στην αυτόματη ανάκληση γραφημικών αναπαραστάσεων λέξεων. Συγκεκριμένα, μέσω νευροαπεικονιστικών μεθόδων, κατά τη διάρκεια δοκιμασιών ανάγνωσης, στα παιδιά με δυσλεξία παρατηρείται μειωμένη ενεργοποίηση στην κροταφο-βρεγματική περιοχή, στη γωνιώδη έλικα και τον συνειρμικό οπτικό φλοιό (Σίμος Μουζάκη & Παπανικολάου, 2004).

Όσον αφορά την έμμεση διεργασία, ενεργοποιείται το κροταφο-βρεγματικό τμήμα. Εκεί υποστηρίζονται νευροφυσιολογικές διεργασίες, οι οποίες αφορούν τη φωνολογική αποκωδικοποίηση στην περιοχή Wernicke και στην αντιστοίχιση ολόκληρων λέξεων με φωνολογικές αναπαραστάσεις (γωνιώδης έλικα), οι οποίες αποθηκεύονται στον φλοιό της άνω ή μέσης κροταφικής έλικας. Αν υποστεί βλάβη η περιοχή Wernicke, παρατηρούνται διαταραχές στην ανάγνωση, ανάλογες των δυσκολιών που εμφανίζονται στον προφορικό λόγο. Αν υποστεί βλάβη η γωνιώδης έλικα, παρατηρείται μορφή αλεξίας, κατά την οποία ο ασθενής δεν μπορεί να διαβάσει όλη τη λέξη, αλλά μεμονωμένα γράμματα.

Εργαζόμενη μνήμη και ανάγνωση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η διαδικασία της ανάγνωσης είναι πολύπλοκη και απαιτεί τη λειτουργία πολλών γνωστικών λειτουργιών, όπως η γλώσσα, η σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, η μνήμη, η αντίληψη κ.ά. Η βασικότερη λειτουργία που είναι απαραίτητη, τόσο για την ανάγνωση παραγράφων ή ολόκληρων κειμένων, όσο και για την ανάγνωση ενός μόνο γράμματος, είναι αυτή της μνήμης, και κυρίως της εργαζόμενης (Πόρποδας, 2002). Τις

τελευταίες τρεις δεκαετίες, πολλές μελέτες έχουν αποδείξει τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των δυνατοτήτων της εργαζόμενης μνήμης και των αναγνωστικών δεξιοτήτων. Μάλιστα σε έρευνα για την επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στην ανάπτυξη της ανάγνωσης σε μαθητές με αναγνωστικές δυσκολίες, διαπιστώθηκε ότι η εργαζόμενη μνήμη έχει μεγαλύτερη επίδραση στην αναγνωστική κατανόηση και ευχέρεια, συγκριτικά με την βραχύχρονη (Swanson & Jerman, 2007). Εκτός, λοιπόν, από τη φωνολογική επίγνωση, η αναγνωστική ικανότητα έχει πλέον συνδεθεί στενά με τη λειτουργία της εργαζόμενης μνήμης. Οι Loosli, Buschkehl, Perrig και Jaeggi (2012) ανέφεραν ότι μια ενισχυμένη εργαζόμενη μνήμη συνδέεται άμεσα με την ενίσχυση την αναγνωστική διαδικασία.

Οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα, εστιάζουν στην συμβολή της εργαζόμενης μνήμης στην ανάγνωση μέσω του φωνολογικού κυκλώματος, και δευτερευόντως του κεντρικού επεξεργαστή, αγνοώντας την πιθανή συμμετοχή του οπτικοχωρικού σημειωματάριου. Εξαιτίας της έμφασης που έχει δοθεί στη λεκτική εργαζόμενη μνήμη, έχουν γίνει ελάχιστες έρευνες για τον ρόλο της οπτικοχωρικής, ενώ φαίνεται να σχετίζεται με ανώτερες αναγνωστικές δεξιότητες, και ειδικότερα την αναγνωστική ευχέρεια και κατανόηση. Η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη εμπλέκεται στην ανάκληση οπτικών και χωρικών σχέσεων των ερεθισμάτων. Οι αρχάριοι αναγνώστες μαθαίνουν να αναγνωρίζουν το σχήμα και τον προσανατολισμό των γραμμάτων του αλφάβητου, καθώς και να συσχετίζουν γράμματα με τα αντίστοιχα σύμβολα, όταν αποκωδικοποιούν άγνωστες λέξεις (Badian, 2005). Όσο οι αναγνώστες αποκτούν μεγαλύτερη ευχέρεια, μαθαίνουν να διαβάζουν λέξεις αυτόματα μέσω ορθογραφικής επεξεργασίας (O'Brien, Wolf, Miller, Lovett, & Morris, 2011), επιτρέποντας αποδοτικότερη οπτική αποκωδικοποίηση μοτίβων λέξεων στη μακρόχρονη αποθήκευση. Οι καλοί αναγνώστες, ίσως, μαθαίνουν να οπτικοποιούν λεπτομέρειες από το κείμενο, καθώς και να ελέγχουν με μια γρήγορη ματιά για πληροφορίες με σκοπό την κατανόηση (Goff, Pratt, & Ong, 2005). Η λεκτική, η οπτικοχωρική, καθώς και η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη εμπλέκονται σε αυτές τις αναγνωστικές διαδικασίες (Reiter, Tucha, & Lange, 2005).

Φωνολογικό κύκλωμα και ανάγνωση

Αν και η ύπαρξη δυσκολιών στη φωνολογική επίγνωση έχει συσχετιστεί με τις αναγνωστικές δυσκολίες (Lyon, Shaywitz, & Shaywitz, 2003), η «φτωχή» λεκτική εργαζόμενη μνήμη

έχει, επίσης, συνδεθεί με προβλήματα στην αναγνώριση λέξεων και την κατανόηση. Αυτό το υποσύστημα εργαζόμενης μνήμης αποτελείται από πολύπλοκες γνωστικές διεργασίες, κατά τις οποίες διατηρούνται, επανακτώνται και μετασχηματίζονται γλωσσικά ερεθίσματα. Μικρή χωρητικότητα της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης δυσχεραίνει τη διαδικασία της φωνολογικής επεξεργασίας των αναγνωστών, ενώ μεγάλη χωρητικότητα επιτρέπει τη συνεργασία γνωστικών διεργασιών, όπως η αποκωδικοποίηση, η κατανόηση σημασιολογικών σχέσεων, η μνημονική ανάκληση και η διατήρηση βασικότερων πληροφοριών για τη διευκόλυνση της κατανόησης (Sesma, Mahone, Levine, Eason, & Cutting, 2009).

Ο ρόλος, λοιπόν, του φωνολογικού κυκλώματος στην ανάγνωση είναι πολύ σημαντικός κι έχει αποδειχθεί από πολλές έρευνες, ανά τους χρόνους. Αυτός ο ρόλος, όμως, είναι διαφορετικός για τους αρχάριους από τους έμπειρους αναγνώστες. Σημαντικότερο ρόλο παίζει στην περίπτωση των αρχάριων αναγνωστών και συγκεκριμένα στη μάθηση της ανάγνωσης. Αυτό συμβαίνει γιατί, με τη βοήθεια του φωνολογικού κυκλώματος, το παιδί που μαθαίνει να διαβάζει, μπορεί να συγκρατεί τις αναπαραστάσεις των φωνημάτων των γραμμάτων, μέχρι να σχηματιστεί η συλλαβή, και το ίδιο συμβαίνει με τα επόμενα γράμματα και συλλαβές, ώσπου διαβάζει τη λέξη. Επίσης, συμβάλλει και στην κατανόηση των λέξεων που διαβάζονται από τον αρχάριο αναγνώστη. Συγκεκριμένα, διαβάζοντας μια λέξη που δεν έχει συναντήσει ξανά, προσπαθεί να συγκρατήσει τη φωνολογική αναπαράσταση της στην εργαζόμενη μνήμη και την αξιοποιήσει, ώστε να αναζητήσει τη σημασία αυτής και να την κατανοήσει. Αντίθετα, στην περίπτωση των έμπειρων αναγνωστών, το φωνολογικό κύκλωμα δεν συμβάλλει τόσο στην επίτευξη της διαδικασίας της ανάγνωσης. Με το πέρασ των χρόνων και την αναγνωστική εμπειρία, η πρόσβαση στη σημασιολογική μνήμη για την κατανόηση των λέξεων, γίνεται αυτόματα, με βάση τη γραφημική κωδικοποίηση, χωρίς να χρειάζεται φωνολογική αποκωδικοποίηση και κατ' επέκταση εμπλοκή του φωνολογικού κυκλώματος (Πόρποδας, 2002).

Οπτικοχωρικό σημειωματάριο και ανάγνωση

Το οπτικοχωρικό σημειωματάριο αξιοποιείται, κατά κύριο λόγο, για την αποθήκευση όχι μόνο οπτικών και χωρικών πληροφοριών, αλλά επίσης και γλωσσικών πληροφοριών που μπορούν να αποκωδικοποιηθούν σε οπτικές δομές. Ενώ εμπλέκεται, κυρίως, στη διατήρηση, κατανόηση κι επεξεργασία των οπτικοχωρικών πληροφοριών (Gahtercole &

Baddeley, 1993), η ερευνητική βιβλιογραφία ξεκινά να μελετά τον ρόλο της στην αναγνωστική ικανότητα, παρ' όλα τα μέχρι τώρα ασαφή ή ανάμεικτα αποτελέσματα.

Οι Gathercole, Brown και Pickering (2003), σε μελέτη παιδιών ηλικίας έξι με επτά ετών, ανέφεραν ότι η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη έχει άμεση σχέση με την ακαδημαϊκή επιτυχία με βάση το αναλυτικό πρόγραμμα. Οι Swanson και Howell (2001) ανακάλυψαν ότι η αναγνωστική κατανόηση επηρεάζεται σημαντικά τόσο από τη λεκτική, όσο και από την οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη σε μελέτη με μαθητές ηλικίας εννιά έως δεκατεσσάρων ετών. Οι συγγραφείς ανέφεραν η λεκτική εργαζόμενη μνήμη, αλλά και η μεταβλητή διαδικασιών εργαζόμενης μνήμης στις οποίες εμπλεκόταν η οπτικοχωρική, συσχετίζονται σημαντικά με την αναγνωστική ικανότητα. Όμως, η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη δεν φάνηκε να έχει άμεση σχέση με την κατανόηση. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι όταν δεν λαμβάνονται υπόψη δοκιμασίες στις οποίες εμπλέκονται και η λεκτική και η οπτικοχωρική μνήμη, τότε η λεκτική αποτελεί καλύτερο προγνωστικό παράγοντα για τις δεξιότητες της ανάγνωσης.

Άλλες μελέτες, όμως, αναφέρουν ότι η οπτικοχωρική και όχι η λεκτική εργαζόμενη μνήμη, συσχετίζεται σημαντικά με την κατανόηση στην ανάγνωση. Οι Bayliss, Jarrold, Gunn και Baddeley (2003) διεξήγαγαν μια μελέτη ερευνώντας παράγοντες που αφορούν την επίδοση μνήμης σε παιδιά κι ενήλικες. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μέτρηση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης, σε αντιδιαστολή με τη λεκτική, είχε άμεση συσχέτιση με την επίδοση σε δοκιμασία αναγνωστικής κατανόησης.

Μία επίσης, πολύ ενδιαφέρουσα και καθοριστική μελέτη για τη συμβολή του οπτικοχωρικού σημειωματάρου στην αναγνωστική κατανόηση είναι αυτή των Jarrold, Baddeley και Hewes (1999). Εξέτασαν τρεις ομάδες ατόμων, με την πρώτη να αποτελείται από άτομα με σύνδρομο Williams, τη δεύτερη να αποτελεί την ομάδα ελέγχου και να αποτελείται από νεαρά άτομα τυπικής ανάπτυξης και την τρίτη να αφορά άτομα με μαθησιακές δυσκολίες. Τα άτομα με σύνδρομο Williams, επιλέχθηκαν ως ομάδα για το δείγμα, λόγω του πολύ ιδιαίτερου μοτίβου δυσκολιών που εμφανίζουν. Το μοτίβο αυτό περιλαμβάνει ελλείμματα στην οπτικοχωρική επεξεργασία ερεθισμάτων, αλλά χωρίς να επηρεάζονται οι δεξιότητες που αφορούν τη λεκτική αποκωδικοποίηση. Και οι τρεις ομάδες εξετάστηκαν σε δοκιμασίες που αφορούσαν την κατάκτηση της γραμματικής. Δίνονταν προτάσεις που σταδιακά αυξάνονταν οι απαιτήσεις στην κατανόηση γραμματικών κανόνων.

Σε κάθε περίπτωση, το άτομο έπρεπε να αντιστοιχίσει την πρόταση με την εικόνα που ταίριαζε. Σε αυτή τη δοκιμασία η ομάδα των ατόμων με το σύνδρομο Williams κατάφερε να έχει ίση απόδοση με την ομάδα ελέγχου. Στις επόμενες δοκιμασίες, οι εξεταστές συμπεριέλαβαν στις προτάσεις την οπτικοχωρική επεξεργασία, προσθέτοντας στις προτάσεις λέξεις που υποδηλώνουν χωρικές σχέσεις (πχ. πάνω, κάτω, δεξιά, ανάμεσα, αριστερά, κ.ά.). Σε αυτή την περίπτωση, η ομάδα με το σύνδρομο, είχε πολύ χαμηλότερη απόδοση από την ομάδα ελέγχου. Τα οπτικοχωρικά, λοιπόν, ελλείμματα των ατόμων με σύνδρομο Williams, δεν αφορούν μόνο τη βραχύχρονη μνήμη, αλλά μάλλον επεκτείνονται σε δομές του οπτικοχωρικού σημειωματογράφου. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η χωρητικότητα αλλά και η ικανότητα του οπτικοχωρικού σημειωματογράφου να επεξεργάζεται οπτικοχωρικές πληροφορίες παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην κατανόηση, τουλάχιστον σε συγκεκριμένου τύπου κείμενα.

Ακόμη, οι Pham και Hasson (2014) εξέτασαν τη σχέση των δύο προαναφερθέντων υποσυστημάτων εργαζόμενης μνήμης με τις δεξιότητες της ανάγνωσης και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η λεκτική βοήθα στα έργα ανάγνωσης, αλλά η οπτικοχωρική διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε διαδικασίες ανάγνωσης υψηλότερου επιπέδου. Βάσει, λοιπόν, της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, παρατηρούνται αντιφάσεις που αφορούν την ακριβή φύση της σχέσης μεταξύ της ανάγνωσης και της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης.

Κεντρικός επεξεργαστής και ανάγνωση

Έρευνες έχουν διεξαχθεί και για την πιθανή ύπαρξη συσχέτισης του κεντρικού επεξεργαστή, δηλαδή της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης με τις δεξιότητες της ανάγνωσης. Πιο συγκεκριμένα, οι Leather και Henry (1994) ανέφεραν ότι η λειτουργία του κεντρικού επεξεργαστή συμβάλλει σημαντικά στην επίδοση μαθητών ηλικίας επτά ετών σε δοκιμασίες αναγνωστικής κατανόησης. Οι Swanson, Howard και Saez (2006) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η λειτουργικότητα της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης διαφέρει μεταξύ αυτών που είναι καλοί σε δοκιμασίες κατανόησης και αυτών που παρουσιάζουν ελλείμματα σε αυτή την αναγνωστική δεξιότητα. Η συγκέντρωση προσοχής, λοιπόν, φαίνεται να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της αναγνωστικής ευχέρειας και κατανόησης (Swanson & Jerman, 2007). Η διαδικασία της κατανόησης προϋποθέτει ταυτόχρονη αποθήκευση κι επεξεργασία φωνολογικών πληροφοριών, καθώς και επιλογή των σημαντικών

πληροφοριών συγκριτικά με άλλες δευτερεύουσας σημασίας, δύο λειτουργίες που ελέγχονται από τον κεντρικό επεξεργαστή (Dehn, 2008). Σε έρευνα των Chrysochoou, Bablekou και Tsigilis (2011) με Έλληνες μαθητές 8 έως 10 ετών, μελετήθηκε η σχέση της εργαζόμενης μνήμης με την αναγνωστική κατανόηση. Φάνηκε, λοιπόν, ότι η κατανόηση σχετίζεται περισσότερο με τον κεντρικό επεξεργαστή συγκριτικά με το φωνολογικό κύκλωμα. Στις εκτελεστικές λειτουργίες, δηλαδή, στην επεξεργασία και την ταυτόχρονη αποθήκευση πληροφοριών, τα παιδιά με δυσκολία στην κατανόηση, σημείωσαν επίσης πολύ χαμηλές επιδόσεις.

Εργαζόμενη και αναγνωστικές δεξιότητες (έρευνα)

Σκοπός και ερευνητικές υποθέσεις

Ο στόχος της μελέτης που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο είναι η διερεύνηση της επίδρασης της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών. Συγκεκριμένα, θα διερευνηθεί κατά πόσο το κάθε υποσύστημα της εργαζόμενης μνήμης μπορεί να παρέμβει στις δεξιότητες ανάγνωσης, τόσο στην ευχέρεια, στην αποκωδικοποίηση όσο και στην κατανόηση. Όπως, προαναφέρθηκε, έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες που μελετούν τη σχέση της εργαζόμενης μνήμης και της ανάγνωσης. Οι περισσότερες έχουν εστιάσει στην επίδραση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης (φωνολογικό κύκλωμα), παραμερίζοντας τον πιθανό ρόλο της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης (κεντρικός επεξεργαστής) και της οπτικοχωρικής (οπτικοχωρικό σημειωματάριο). Στις περιπτώσεις που έχουν μελετηθεί και τα τρία υποσυστήματα σε σχέση με την ανάγνωση, οι απόψεις δίστανται για το ποιο από αυτά μπορεί να αποτελέσει καλύτερο προγνωστικό παράγοντα για τις δεξιότητες της ανάγνωσης.

Η υπόθεση της έρευνας βασίζεται στο ότι και τα τρία υποσυστήματα της εργαζόμενης μνήμης, σε ένα βαθμό, επιδρούν στις δεξιότητες της ανάγνωσης. Συγκεκριμένα, αναμένουμε η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη να παρουσιάζει μεγάλη συσχέτιση με την αναγνωστική δεξιότητα της κατανόησης, με βάση την έρευνα των Chrysochoou, Bablekou, & Tsigilis (2011). Οπότε, υποθέτουμε ότι και στο δείγμα της παρούσας έρευνας θα παρουσιαστεί πιο έντονη συσχέτιση μεταξύ κεντρικού επεξεργαστή και κατανόησης, σε σχέση με το φωνολογικό κύκλωμα (λεκτική εργαζόμενη μνήμη). Όσον αφορά την οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη (οπτικοχωρικό σημειωματάριο), τίθεται το ερευνητικό ερώτημα, κατά

πόσο τελικά, επιδρά στις αναγνωστικές δεξιότητες της ευχέρειας, της κατανόησης και κυρίως της αποκωδικοποίησης.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 70 μαθητές (36 κορίτσια και 34 αγόρια), το δείγμα των οποίων προερχόταν από τις τάξεις της Γ, Δ, Ε, ΣΤ του δημοτικού. Οι ηλικίες κυμαίνονταν από 8,05 έως 12,04 έτη με μέσο όρο ηλικίας (Μ.Ο= 10,08 έτη). Το σύνολο των συμμετεχόντων φοιτούσε στο 8ο Δημοτικό Σχολείο Χαϊδαρίου. Η συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα δεν ήταν υποχρεωτική και αναγκαία προϋπόθεση υπήρξε η γραπτή συγκατάθεση κηδεμόνα και η συνεργασία της Διευθύντριας και των εκπαιδευτικών του σχολείου. Είχαν ενημερωθεί οι συμμετέχοντες ότι θα μπορούσαν να διακόψουν τη συνεδρία όποια στιγμή ήθελαν, ακόμη κι αν δεν είχε ολοκληρωθεί η διαδικασία της αξιολόγησης.

Η αξιολόγηση των συμμετεχόντων έγινε ατομικά και χωρίστηκε σε δύο συνεδρίες της μισής ώρας κατά προσέγγιση, η κάθε μία. Στην πρώτη συνεδρία, οι μαθητές αξιολογήθηκαν ως προς την πρακτική νοημοσύνη για να βεβαιωθούμε ότι το δείγμα αποτελούταν από άτομα με φυσιολογικά επίπεδα νοημοσύνης, ώστε να προκύψουν ασφαλή συμπεράσματα. Επίσης, αξιολογήθηκαν ως προς τις αναγνωστικές δεξιότητες, ώστε να προκύψουν δύο ομάδες αναγνωστών (δυνατοί και αδύναμοι). Στη δεύτερη συνεδρία, οι μαθητές κλήθηκαν να συμμετέχουν στα τεστ της εργαζόμενης μνήμης (λεκτική, οπτικοχωρική, εκτελεστική). Οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, χωρίς να υπάρχουν ερεθίσματα που πιθανόν θα αποσπούσαν την προσοχή των μαθητών.

Υλικό

Για την αξιολόγηση της επίδρασης της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες, στους συμμετέχοντες της έρευνας χορηγήθηκαν τα εξής εργαλεία:

- Μη λεκτική νοημοσύνη

Το πρώτο ψυχομετρικό εργαλείο που αξιοποιήθηκε στα πλαίσια της έρευνας είναι το Raven Progressive Matrices. Το συγκεκριμένο εργαλείο είναι σχεδιασμένο για την αξιολόγηση της μη λεκτικής νοημοσύνης παιδιών ηλικίας τεσσάρων έως δώδεκα ετών. Αν και δεν μελετάται στην παρούσα έρευνα η σχέση νοημοσύνης και ανάγνωσης ή νοημοσύνης και

εργαζόμενης μνήμης, το τεστ αυτό χορηγήθηκε στους συμμετέχοντες για να εξασφαλιστεί ότι το δείγμα αποτελείται από άτομα με φυσιολογικά επίπεδα νοημοσύνης. Οι δοκιμασίες έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχουν σύντομα εκτιμήσεις της γενικής νοητικής ικανότητας των παιδιών, χωρίς όμως να παίζει σημαντικό ρόλο το γλωσσικό ή πολιτισμικό υπόβαθρο. Συνολικά υπάρχουν 36 προβλήματα, που βρίσκονται σε κλίμακα αυξανόμενης δυσκολίας. Κάθε πρόβλημα – ερώτημα από αυτά, περιλαμβάνει ένα μοτίβο με γεωμετρικά σχήματα από το οποίο λείπει ένα κομμάτι. Κάτω από το μοτίβο, υπάρχουν έξι επιλογές με προτεινόμενα κομμάτια που θα συμπληρώσουν το μοτίβο. Ο μαθητής έπρεπε να αποφασίσει ποιο είναι αυτό που θα συμπληρώσει σωστά την εικόνα. Η χορήγηση έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του συγκεκριμένου εργαλείου. Δεν υπήρχε χρονικός περιορισμός για τις απαντήσεις, από τις οποίες, οι επιτυχημένες βαθμολογήθηκαν με 1 και οι λανθασμένες με 0. Αξιοποιήθηκε ο πίνακας του Raven για να μετατραπούν οι βαθμοί που συγκεντρώθηκαν από κάθε μαθητή σε δείκτη νοημοσύνης, βάσει της ηλικίας του.

- Αναγνωστικές δεξιότητες

Οι αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών αξιολογήθηκαν με το Τεστ Ανάγνωσης – Α (Παντελιάδου & Αντωνίου, 2007). Σκοπός του τεστ είναι να αξιολογηθεί η αναγνωστική ικανότητα των μαθητών. Πρόκειται για ένα σύνολο από υποδοκιμασίες που αξιολογούν την αποκωδικοποίηση, την ευχέρεια ανάγνωσης και την αναγνωστική κατανόηση. Πιο συγκεκριμένα, οι δεξιότητες αποκωδικοποίησης και αναγνωστικής ευχέρειας αξιολογούνται στις πρώτες τέσσερις δοκιμασίες του τεστ, κατά τις οποίες γίνεται ανάγνωση πραγματικών (με νόημα) λέξεων, άσημων λέξεων – ψευδολέξεων (χωρίς νόημα) και κειμένου. Στις επόμενες τέσσερις δοκιμασίες, εξετάζεται ο χειρισμός της γλώσσας με βάση τους κανόνες μορφολογίας και σύνταξης, μέσω της διαδικασίας συμπλήρωσης ή σχηματισμού προτάσεων. Στις δύο τελευταίες ασκήσεις, αξιολογείται η ικανότητα αναγνωστικής κατανόησης, με την ανάγνωση κειμένων που περιλαμβάνουν ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών. Πρόκειται για ένα σταθμισμένο τεστ, οπότε μετά την ολοκλήρωση της αξιολόγησης του κάθε μαθητή, υπολογίστηκε η συνολική αναγνωστική επίδοση του αλλά και θέση σε σχέση με τον μέσο όρο των μαθητών της ίδιας τάξης και φύλου.

- Λεκτική εργαζόμενη μνήμη (φωνολογικό κύκλωμα)

Για τη μέτρηση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, σχεδιάστηκε ένα τεστ στα ελληνικά, με

βάση τις πληροφορίες που δίνονται στην έρευνα των Daneman και Carpenter (1980). Η δοκιμασία που σχεδιάστηκε από τους προαναφερθέντες ερευνητές έχει αποτελέσει πρότυπο για πολλές μετρήσεις της λεκτικής και εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης. Δεν προτιμήθηκαν οι «παραδοσιακές» δοκιμασίες ευθείας και αντίστροφης ανάκλησης ψηφίων, αν και χρησιμοποιούνται συχνά σε μετρήσεις λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, διότι αξιολογείται κυρίως η βραχύχρονη λεκτική μνήμη και η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη, αντίστοιχα. Ένας στόχος των Daneman και Carpenter ήταν να δημιουργηθεί μία μέτρηση που θα αφορούε τόσο τις εκτελεστικές λειτουργίες, όσο και τις λειτουργίες αποθήκευσης της εργαζόμενης μνήμης. Η δομή του τεστ, γνωστό και ως «reading span task», δεν διαφέρει πολύ από τις κλασικές δοκιμασίες ανάκλησης ψηφίων, αξιολογώντας όμως την αποθήκευση, αλλά και την ταυτόχρονη επεξεργασία της πληροφορίας, δηλαδή τη λειτουργία της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης.

Δίνεται στο άτομο μια ομάδα προτάσεων για να τις διαβάσει. Αφού προηγηθεί η ανάγνωση όλων των προτάσεων, του ζητείται η ανάκληση της τελευταίας λέξης από κάθε πρόταση. Ο αριθμός των προτάσεων από ομάδα σε ομάδα αυξάνεται, μέχρι ο αναγνώστης να φτάσει στον μεγαλύτερο αριθμό προτάσεων, που μπορεί να διαβάσει, ενώ ταυτόχρονα ανακαλεί σωστά την τελευταία λέξη από κάθε πρόταση. Το τεστ αποτελείται από 60 προτάσεις που δεν σχετίζονται νοηματικά μεταξύ τους. Η κάθε πρόταση αποτελείται από 7 με 14 λέξεις, και τελειώνουν με διαφορετικές λέξεις η κάθε μία. Αυτές οι 60 προτάσεις χωρίζονται σε δοκιμασίες και ομάδες. Ο συμμετέχοντας πρέπει να ανακαλέσει σωστά τις λέξεις σε τρεις δοκιμασίες με δύο προτάσεις, στη συνέχεια τρεις δοκιμασίες με τρεις προτάσεις, μετά με τέσσερις, με πέντε και τέλος με έξι προτάσεις. Συνεχίζει, μέχρι να αποτύχει και στις τρεις δοκιμασίες με κάποιον αριθμό προτάσεων. Κάθε φορά που ο μαθητής ανακαλεί με σωστή σειρά μια λέξη, παίρνει έναν βαθμό, ενώ για τις λέξεις που δεν θυμάται, παίρνει 0. Η άριστη βαθμολογία είναι 60, ενώ η χαμηλότερη κινείται στο επίπεδο των 2 προτάσεων, δηλαδή από 1-6 λέξεις.

Για τις ανάγκες αυτής της έρευνας, σχεδιάστηκε ένα τεστ, με βάση το «reading span task», με βασική διαφορά ότι οι συμμετέχοντες δεν έπρεπε να διαβάζουν τις προτάσεις, αλλά να τις ακούν από τον εξεταστή. Ο λόγος αυτής της διαφοροποίησης – παραλλαγής του τεστ είχε σκοπό την αποκλειστική μέτρηση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, χωρίς την εμπλοκή της ανάγνωσης. Ένας, δηλαδή, αναγνώστης χαμηλού επιπέδου, πιθανόν να

δυσκολευόταν στην ανάγνωση των προτάσεων και να μην μπορούσε να ανταποκριθεί στην ανάκληση των τελευταίων λέξεων, όχι λόγω αδύναμης λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, αλλά λόγω της χρονοβόρας και κοπιαστικής ανάγνωσης. Με την ίδια λογική, ένας ικανός αναγνώστης θα είχε το προβάδισμα να ανακαλεί πιο εύκολα τις λέξεις, λόγω αναγνωστικής ευχέρειας. Γι' αυτό τον λόγο, λοιπόν, διαφοροποιήθηκε με αυτό τον τρόπο το τεστ που αφορά στη μέτρηση της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης (φωνολογικού κυκλώματος).

- Οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη (οπτικοχωρικό σημειωματάριο)

Για τη μέτρηση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης αξιοποιήθηκε το «Corsi block – tarring task» ή αλλιώς δοκιμασία ανάκλησης σειράς κύβων. Πρόκειται για ένα τεστ που δημιουργήθηκε το 1972, με σκοπό τη μέτρηση της οπτικοχωρικής μνήμης, βραχύχρονης κι εργαζόμενης, με την ελάχιστη λεκτική παρέμβαση (Corsi, 1972). Η ευθεία ανάκληση σειράς κύβων αφορά την οπτικοχωρική βραχύχρονη μνήμη, άρα δεν αξιοποιήθηκε ως εργαλείο στη συγκεκριμένη έρευνα. Η αντίστροφη, όμως, ανάκληση θέσης κύβων αποτελεί μια πολύ αξιόπιστη μέτρηση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης. Η δοκιμασία αυτή, λοιπόν, περιλαμβάνει εννιά ίδιους κύβους, οι οποίοι βρίσκονται σε διάφορες θέσεις. Ο εξεταστής αγγίζει, με τυχαία σειρά, αρχικά δύο από τους κύβους και ο συμμετέχων πρέπει να επαναλάβει το άγγιγμα των κύβων, με την αντίστροφη σειρά. Αν για παράδειγμα, ο εξεταστής άγγιξε τον κύβο 2 και μετά τον κύβο 3, ο συμμετέχων έπρεπε να αγγίζει τον κύβο 3 και μετά τον κύβο 2. Δύο δοκιμές γίνονται με δύο κύβους, και αν ο συμμετέχων επαναλάβει σωστά τουλάχιστον μία δοκιμή από τις δύο, αυξάνεται ο αριθμός των κύβων που αγγίζονται, κατά έναν. Ο εξεταστής αγγίζει ανά ένα δευτερόλεπτο κάθε κύβο και ο συμμετέχων πρέπει να επαναλάβει αμέσως την αντίστροφη πορεία. Η δοκιμασία σταματά, μόλις ο συμμετέχων αποτύχει και στις δύο δοκιμές με x αριθμό κύβων. Για να αξιολογηθεί η χωρητικότητα της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης- το μνημονικό εύρος, λαμβάνεται υπόψη ο μέγιστος αριθμός κύβων, που θα καταφέρει ο συμμετέχων να ανακαλέσει σωστά την αντίστροφη σειρά τους. Αν για παράδειγμα, δεν καταφέρει να ανακαλέσει σωστά σε καμία από τις δύο δοκιμές στο επίπεδο με τους πέντε κύβους, αυτό σημαίνει πως το σκορ του φτάνει μέχρι το επίπεδο των τεσσάρων κύβων. Σε αυτή τη δοκιμασία ελέγχουμε δύο σκορ. Εκτός από το μέγιστο αριθμό κύβων, μετρείται και ο συνολικός αριθμός σωστών

απαντήσεων.

Στη συγκεκριμένη έρευνα, αξιοποιήθηκε ένα πρόγραμμα λογισμικού ανοιχτού κώδικα - Psychology Experiment Building Language (PEBL) που επιτρέπει στους ερευνητές να σχεδιάζουν και να εκτελούν ψυχολογικά πειράματα (Mueller & Piper, 2014). Σε αυτό το λογισμικό, έχει σχεδιαστεί και το «Corsi block-tapping task». Εννιά σκούρα τετράγωνα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή και φωτίζονται με τυχαία σειρά. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να παρατηρήσουν τη σειρά με την οποία φωτίζονται τα τετράγωνα και αμέσως μετά να επαναλάβουν την αντίστροφη πορεία, επιλέγοντας πάνω στα τετράγωνα. Η βαθμολογία, όπως προαναφέρθηκε, αντιστοιχεί στον μέγιστο αριθμό τετραγώνων που ανακλήθηκαν σωστά. Είχε προηγηθεί επεξήγηση της δοκιμασίας, και είχε δοθεί η ευκαιρία στους συμμετέχοντες να κάνουν μια δοκιμαστική προσπάθεια για να εξοικειωθούν με τη δραστηριότητα, πριν ξεκινήσουν.

- Εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη (κεντρικός επεξεργαστής)

Ο κεντρικός επεξεργαστής χαρακτηρίζεται από δύο πολύ σημαντικούς ρόλους. Είναι υπεύθυνος για την ικανότητα συγκέντρωσης της προσοχής και τον περιορισμό ερεθισμάτων που δεν χρειάζονται για την εκτέλεση ενός συγκεκριμένου έργου. Επίσης, είναι υπεύθυνος για τη «συνεργασία» των άλλων δύο υποσυστημάτων της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή, του φωνολογικού κυκλώματος και του οπτικοχωρικού σημειωματάρου.

Η ικανότητα του κεντρικού επεξεργαστή, που αφορά στην καταστολή μη σχετικών ερεθισμάτων με το επί τέλεση έργο, αξιολογήθηκε με τη δοκιμασία Stroop task. Πρόκειται για μια δοκιμασία που έχει μελετηθεί για δεκαετίες κι έχει συγκριθεί με πολλές άλλες εργασίες, ανά τα χρόνια. Κρίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη για έρευνες που μελετούν τις ατομικές διαφορές στην ικανότητα του περιορισμού μη σχετικών πληροφοριών με τη δραστηριότητα και της εστίασης προσοχής στη διαδικασία, ικανότητα που αφορά την εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη (Long & Prat, 2002). Ο τρόπος με τον οποίο αξιολογήθηκε αυτή η ικανότητα είναι ο ακόλουθος. Δόθηκαν στους συμμετέχοντες τρία φύλλα χαρτί. Το πρώτο φύλλο είχε εκτυπωμένο το ακόλουθο μοτίβο «xxxx» σε δύο στήλες από δέκα φορές, αλλά με διαφορετικό χρώμα, κάθε φορά εκτυπωμένο. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να κατονομάσουν το χρώμα του μελανιού κάθε ερεθίσματος, όσο πιο γρήγορα μπορούσαν. Στο δεύτερο φύλλο υπήρχαν εκτυπωμένες λέξεις χρωμάτων στο μελάνι του αντίστοιχου χρώματος. Για παράδειγμα, η λέξη κόκκινο είχε εκτυπωθεί με κόκκινο μελάνι. Οι συμμετέχοντες

έπρεπε πάλι να κατονομάσουν το χρώμα του μελανιού. Στο τρίτο φύλλο οι λέξεις των χρωμάτων ήταν εκτυπωμένες σε μελάνι διαφορετικού χρώματος. Παραδείγματος χάρη, η λέξη κόκκινο ήταν εκτυπωμένη σε μελάνι κίτρινου χρώματος. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να κατονομάσουν το χρώμα του μελανιού και όχι να διαβάσουν το χρώμα που ήταν γραμμένο. Έπρεπε, δηλαδή, να αγνοήσουν ένα ερέθισμα, αυτό της γραμμένης λέξης, για να ολοκληρώσουν σωστά το έργο. Ο χρόνος που χρειάστηκε για να ολοκληρώσουν κάθε φύλλο, μετρήθηκε σε δευτερόλεπτα. Για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων, αφαιρέθηκε ο χρόνος που χρειάστηκε για το πρώτο φύλλο, αυτό με τα «xxxx», από τον χρόνο που χρειάστηκε για το τρίτο φύλλο, αυτό με την παρεμβολή των διαφορετικών χρωμάτων. Μια μεγάλη θετική διαφορά υποδεικνύει μεγαλύτερη «παρεμβολή» ερεθισμάτων και μικρότερη ικανότητα συγκέντρωσης στο ερέθισμα που μας ενδιαφέρει, για να ολοκληρωθεί το έργο.

Το δεύτερο τεστ που αξιοποιήθηκε για την αξιολόγηση της λειτουργίας της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης ονομάζεται Trail Making Test και ήταν μέρος του Army Individual Test Battery (1944), το οποίο αποτελούσε μέσο εκτίμησης των συνεπειών εγκεφαλικού τραυματισμού Αμερικανών στρατιωτών (Reitan, 1971). Πλέον, είναι ένα από τα πιο γνωστά ευρέως εργαλεία που χρησιμοποιείται σε έρευνες της νευροψυχολογίας ως δείκτης της ταχύτητας της γνωστικής επεξεργασίας, αλλά και των εκτελεστικών λειτουργιών.

Για τις ανάγκες αυτής της έρευνας, σχεδιάστηκε με βάση τις περιγραφές στο άρθρο του Reitan (1971), στο οποίο το δείγμα αποτελούταν από παιδιά και υπήρξαν κάποιες διαφορές σε σχέση με τις αρχικές δοκιμασίες που απευθύνονται σε ενήλικες. Το τεστ αποτελείται από δύο μέρη, τα οποία αποτελούνται από ένα φύλλο χαρτί με ένα παράδειγμα εκτυπωμένο στο μπροστινό μέρος και το τεστ στο πίσω μέρος της ίδιας σελίδας. Στο πρώτο μέρος υπάρχουν 15 κύκλοι διασκορπισμένοι σε όλη τη σελίδα, ο καθένας από τους οποίους έχει έναν αριθμό από το 1 μέχρι το 15. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να ενώσουν τους κύκλους, χρησιμοποιώντας ένα μολύβι, με σωστή αριθμητική σειρά, όσο πιο γρήγορα μπορούσαν. Τη βαθμολογία αποτέλεσε ο αριθμός των δευτερολέπτων που χρειάστηκαν για να ολοκληρωθεί η δοκιμασία. Σε περίπτωση λάθους, ο εξεταστής άμεσα υποδείκνυε στον συμμετέχοντα τον τελευταίο κύκλο που είχε συνδέσει σωστά, για να συνεχίσει και πάλι από εκεί μέχρι να ολοκληρώσει τη διαδικασία. Το δεύτερο μέρος αποτελείται, επίσης, από 15 κύκλους σε ένα φύλλο χαρτί, αλλά αυτή τη φορά οι κύκλοι περιλαμβάνουν

εκτός από αριθμούς, και γράμματα του ελληνικού αλφάβητου. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να ξεκινήσουν από τον αριθμό 1, να τον συνδέσουν με το γράμμα Α, μετά με τον αριθμό 2, στη συνέχεια το γράμμα Β και με τον ίδιο τρόπο να συνεχίσουν μέχρι να τελειώσουν. Τη βαθμολογία, όπως και στο πρώτο μέρος, αποτέλεσε ο ακριβής χρόνος που χρειάστηκε για να ολοκληρωθεί η διαδικασία.

Για να μετρηθεί, τελικά, η λειτουργικότητα του κεντρικού επεξεργαστή, αξιοποιήθηκε η διαφορά του χρόνου ανάμεσα στο δεύτερο και το πρώτο μέρος, η οποία επισημαίνει τις λειτουργίες του κεντρικού επεξεργαστή, όπως συνεργασία φωνολογικής και οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης, συγκέντρωση προσοχής και γνωστική ευελιξία.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν έγινε με το λογισμικό SPSS 26. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος (t-test) ανεξάρτητων μεταβλητών, με βάση τον διαχωρισμό των ατόμων σε δυνατούς και αδύναμους αναγνώστες. Έγινε σύγκριση, λοιπόν, των δύο ομάδων για κάθε αναγνωστική δεξιότητα (αποκωδικοποίηση, ευχέρεια, κατανόηση) στις επιδόσεις τους στα έργα της μνήμης εργασίας.

Οι 70 συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν και τα τέσσερα έργα για τη μέτρηση της εργαζόμενης μνήμης. Σκοπός μας ήταν να μελετηθεί η σχέση που έχει κάθε υποσύστημα εργαζόμενης μνήμης για κάθε αναγνωστική δεξιότητα. Ο διαχωρισμός τους σε δυνατούς και αδύναμους αναγνώστες δεν ήταν σταθερός σε κάθε αναγνωστική δεξιότητα. Υπήρξαν περιπτώσεις, κατά τις οποίες ένας π.χ. δυνατός αναγνώστης στην αποκωδικοποίηση ήταν αδύναμος στην κατανόηση.

Όσον αφορά την αποκωδικοποίηση, οι μαθητές χωρίστηκαν σε 35 δυνατούς και 35 αδύναμους αναγνώστες. Στη δοκιμασία της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, φάνηκε ότι οι δυνατοί αναγνώστες είχαν υψηλότερο μέσο όρο (Μ.Ο= 29,49) σε σχέση με τους αδύναμους αναγνώστες που είχαν μέσο όρο (Μ.Ο= 21,08). Ο στατιστικός έλεγχος t-test για τα δύο ανεξάρτητα δείγματα έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των δύο ομάδων με $p=0,009$. Επομένως, η λεκτική εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει την αποκωδικοποίηση.

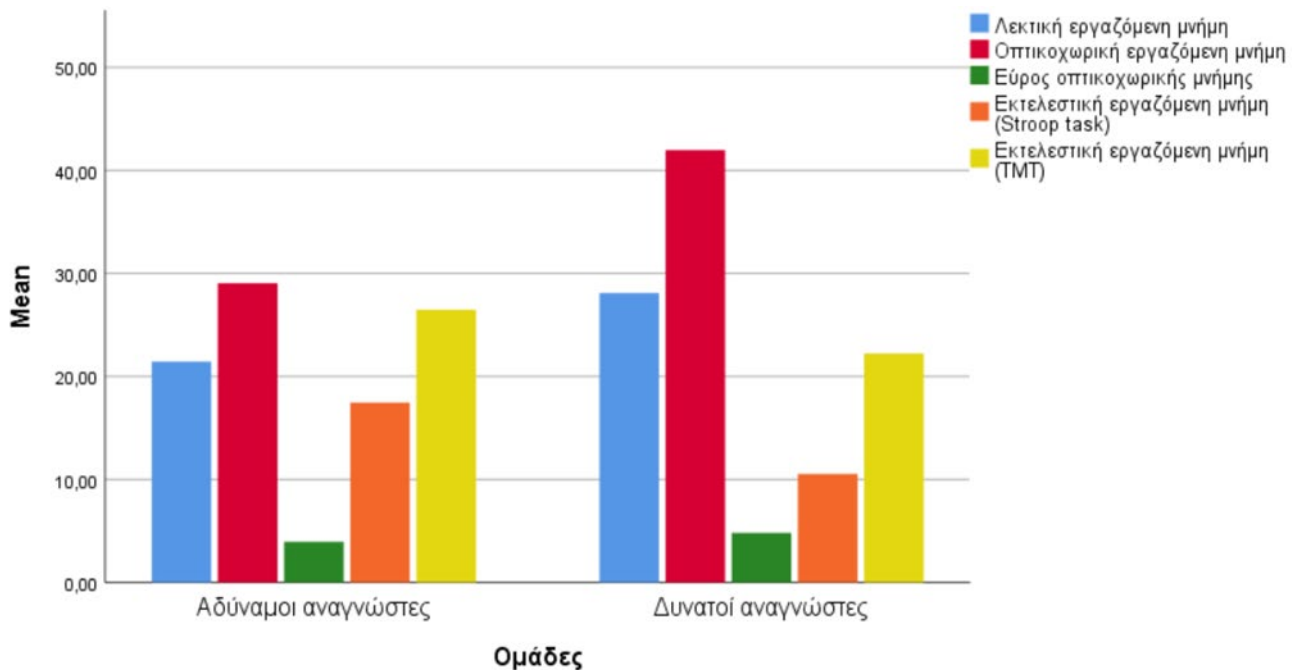
Στη δοκιμασία της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης είχαμε δύο μετρήσεις, αυτή των συνολικών σωστών προσπαθειών, και αυτή του μέγιστου αριθμού κύβων – το

μνημονικό πεδίο. Και στις δύο μετρήσεις, οι δυνατοί αναγνώστες είχαν υψηλότερο μέσο όρο. Στην πρώτη περίπτωση οι δυνατοί είχαν μέσο όρο (Μ.Ο=42,26) και οι αδύναμοι (Μ.Ο= 28,77). Στη δεύτερη περίπτωση η πρώτη ομάδα είχε μέσο όρο (Μ.Ο=4,81) και η δεύτερη (Μ.Ο=3,93). Σε αυτές τις περιπτώσεις φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των δύο ομάδων με $p=0,001$ και $p=0,000$. Φαίνεται, λοιπόν, ότι υπάρχει συσχέτιση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης με την αποκωδικοποίηση.

Όσον αφορά την εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη, αξιοποιήθηκαν δύο δοκιμασίες, το Stroop task για τη μέτρηση της ικανότητας καταστολής μη σχετικών ερεθισμάτων και το Trail Making Test για τη μέτρηση της εκτελεστικής λειτουργίας του πρόσθετου γνωστικού ελέγχου. Και στις δύο περιπτώσεις μετρήθηκε ο χρόνος σε δευτερόλεπτα, με αυτούς που έχουν κάνει τον λιγότερο να έχουν το καλύτερο σκορ. Οι δυνατοί αναγνώστες κατάφεραν να τελειώσουν τις δοκιμασίες σε μικρότερο χρόνο (Μ.Ο= 10,80) στο Stroop Task σε σχέση με τους αδύναμους (Μ.Ο= 17,18), αλλά και στο Trail Making Test (Μ.Ο=22,17) και (Μ.Ο=27,29). Και στις δύο δοκιμασίες παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των δύο ομάδων $p=0,000$ και $p=0,041$. Επομένως, η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη επιδρά στη δεξιότητα της αποκωδικοποίησης.

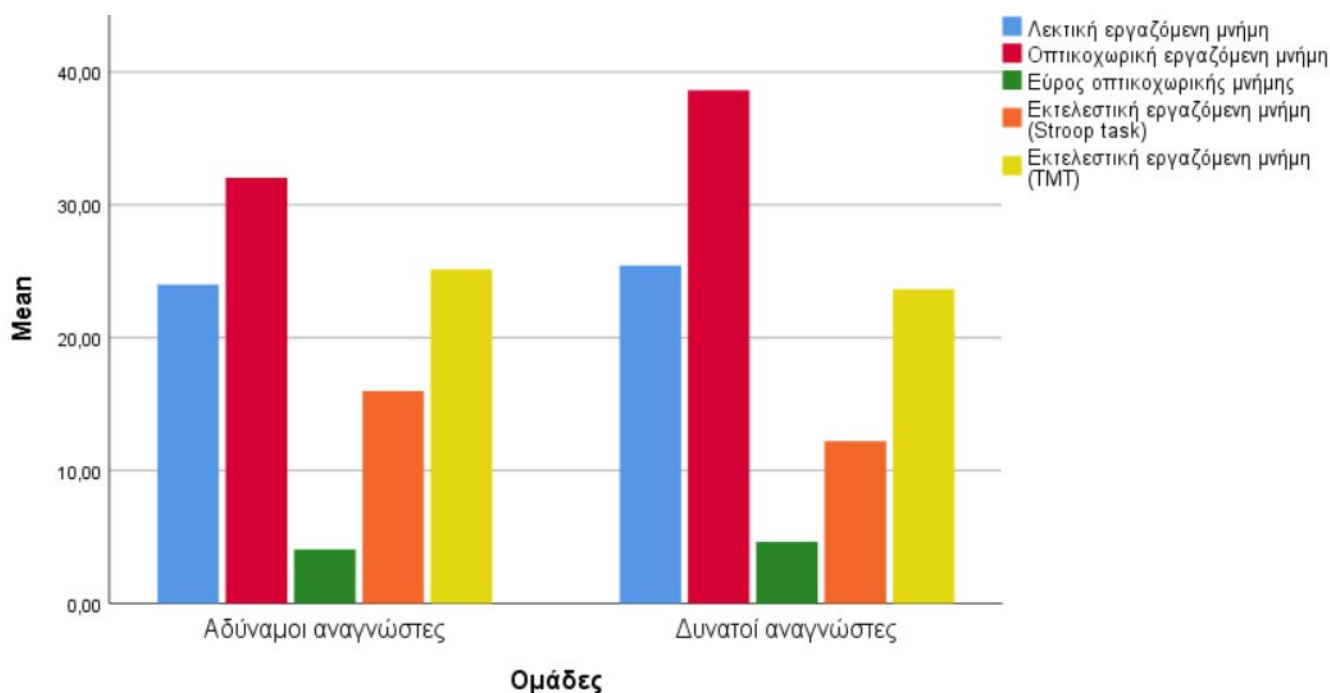
Παρατίθεται και το ακόλουθο ραβδόγραμμα με τα αποτελέσματα (βλ. πιν.1). Να σημειωθεί ότι η μέτρηση της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης και με τους δύο τρόπους είναι διαφορετική από τις υπόλοιπες. Δηλαδή η ενισχυμένη εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη αποδεικνύεται από το μικρότερο δυνατό χρόνο- δευτερόλεπτα. Επομένως στις πορτοκαλί και κίτρινες ράβδους καλύτερο σκορ έχουν οι δυνατοί αναγνώστες.

Πίνακας 1. Σύγκριση επιδόσεων των δύο ομάδων στη δεξιότητα της αποκωδικοποίησης.



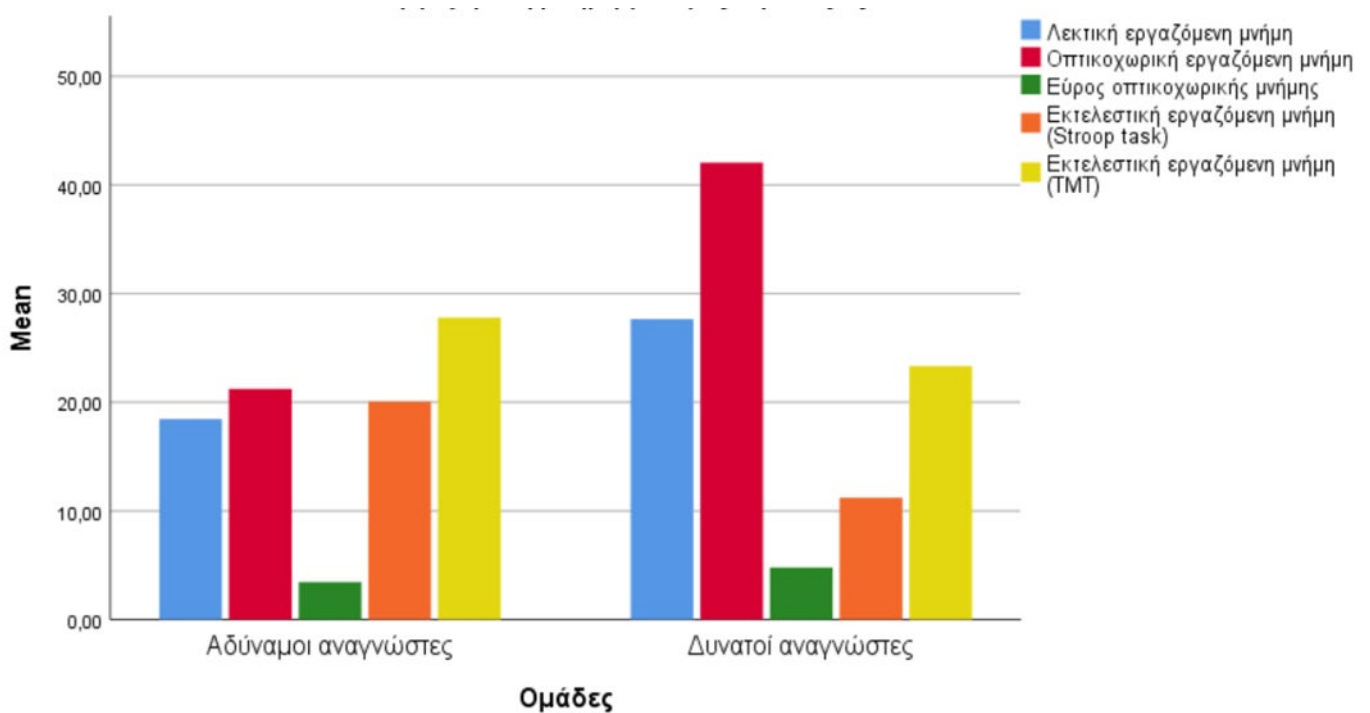
Στην ευχέρεια, οι μαθητές χωρίστηκαν ξανά με βάση τις επιδόσεις τους σε 35 δυνατούς και 35 αδύναμους αναγνώστες. Στη δοκιμασία της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης οι δυνατοί σημείωσαν υψηλότερο μέσο όρο, χωρίς όμως να παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0,473$. Στη δοκιμασία της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης, οι δυνατοί αναγνώστες σημείωσαν υψηλότερο σκορ (M.O= 39,91) από τους αδύναμους αναγνώστες (M.O= 31,11), όπως και στο οπτικοχωρικό μνημονικό πεδίο με μέσους όρους (M.O= 4,71) και (M.O= 4,02). Και στις δύο μετρήσεις η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική με $p=0,035$ και $p=0,006$ αντίστοιχα. Στο υποσύστημα της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης η διαφορά δεν φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 2. Σύγκριση επιδόσεων ομάδων στη δεξιότητα της ευχέρειας.



Στην κατανόηση, οι μαθητές χωρίστηκαν σε 48 δυνατούς και 22 αδύναμους αναγνώστες. Στη δοκιμασία της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης, οι δυνατοί αναγνώστες σημείωσαν υψηλότερο μέσο όρο (M.O= 27,64) από τους αδύναμους (M.O= 18,45) με στατιστικά σημαντική διαφορά $p= 0,002$. Στη δοκιμασία της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης, υπήρξε πάλι στατιστικά σημαντική διαφορά $p= 0,000$ με τον μέσο όρο των δυνατών αναγνωστών (M.O= 42, 06) να προηγείται κατά πολύ από τον μέσο όρο των αδύναμων αναγνωστών (M.O= 21,23). Το ίδιο παρατηρήθηκε και στη μέτρηση μνημονικού εύρους με μέσο όρο δυνατών αναγνωστών (M.O= 4,79) και μέσο όρο αδύναμων αναγνωστών (M.O= 3,45), με στατιστικά σημαντική διαφορά $p= 0,000$. Στην πρώτη δοκιμασία της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης - Stroop Task, οι δυνατοί αναγνώστες σημείωσαν μέσο όρο λεπτών της ώρας (M.O= 11,21) και οι αδύναμοι αναγνώστες (M.O= 20,06), με στατιστικά σημαντική διαφορά $p= 0,000$. Στη δεύτερη δοκιμασία της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης – Trail Making Test, δεν φάνηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά $p= 0,101$.

Πίνακας 3. Σύγκριση επιδόσεων ομάδων στη δεξιότητα της κατανόησης.



Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης της σχέσης ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τις δεξιότητες της ανάγνωσης. Συγκεκριμένα, σκοπός της ήταν να διερευνηθεί η επίδραση που έχει στις αναγνωστικές δεξιότητες των μαθητών (8-12 ετών) κάθε υποσύστημα εργαζόμενης μνήμης. Έχει αποδειχθεί από προηγούμενες έρευνες ότι και τα τρία είδη εργαζόμενης μνήμης -λεκτική, οπτικοχωρική, εκτελεστική- εμπλέκονται στις αναγνωστικές διαδικασίες (Reiter, Tucha, & Lange, 2005). Ακόμη, φαίνεται πως η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί ισχυρότερο παράγοντα από την νοημοσύνη για την πρόβλεψη της αναγνωστικής ικανότητας σε μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Όμως, οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί παρουσιάζουν αντίθετα αποτελέσματα, ως προς τη σχέση που έχει κάθε είδος μνήμης ξεχωριστά με κάθε αναγνωστική δεξιότητα. Επομένως, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί διεξοδικά και ξεχωριστά η σχέση κάθε είδους εργαζόμενης μνήμης με κάθε αναγνωστική δεξιότητα μαθητών 8-12 ετών με μητρική την ελληνική γλώσσα.

Το έναυσμα για την παρούσα μελέτη δόθηκε από τη διαφωνία των ερευνητικών αποτελεσμάτων προηγούμενων ερευνών. Αρκετές μελέτες (Jacobson et al., 2011· Swanson

& Berninger, 1995 · Swanson & Jerman, 2007) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η φτωχή λεκτική εργαζόμενη μνήμη έχει συνδεθεί με προβλήματα στην αναγνωστική ευχέρεια και κατανόηση. Από την άλλη πλευρά, έχουν διεξαχθεί λίγες έρευνες για τον ρόλο της οπτικοχωρικής κι εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες. Βέβαια, σε μελέτη των Pham & Hasson (2014), η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη φάνηκε να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε διαδικασίες ανάγνωσης υψηλότερου επιπέδου, ιδιαίτερα στην κατανόηση της ανάγνωσης. Επιπρόσθετα σε έρευνα των Chrisochou, Bablekou & Tsigilis (2011), αποδείχθηκε ότι η αναγνωστική κατανόηση σχετίζεται περισσότερο με την εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη σε σχέση με τη λεκτική.

Από τα ερευνητικά αποτελέσματα που προέκυψαν μετά τη στατιστική ανάλυση που διεξήχθη, συμπεραίνουμε τα ακόλουθα. Η αναγνωστική δεξιότητα της αποκωδικοποίησης φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από τη λεκτική, οπτικοχωρική κι εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη, με αξιοπρόσεκτη στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε μερική διαφωνία με τις μελέτες που έχουν τονίσει τη σχέση λεκτικής εργαζόμενης μνήμης και αναγνωστικής αποκωδικοποίησης, αγνοώντας τη σημαντική επίδραση της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης.

Σχετικά με την αναγνωστική ευχέρεια, τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ξανά τον καθοριστικό ρόλο που έχει η οπτικοχωρική μνήμη σε αντίθεση με τη λεκτική κι εκτελεστική που δεν φαίνεται να επηρεάζουν τη συγκεκριμένη αναγνωστική δεξιότητα. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε διαφωνία με έρευνες που αποδεικνύουν ισχυρή σχέση μεταξύ λεκτικής εργαζόμενης μνήμης και αναγνωστικής ευχέρειας (Jacobson et al., 2011).

Όσον αφορά την πολύ σημαντική αναγνωστική δεξιότητα της κατανόησης, τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν με τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί και αποδεικνύουν ως ισχυρούς παράγοντες πρόβλεψης της ικανότητας αναγνωστικής κατανόησης, τη λεκτική, οπτικοχωρική, αλλά κι εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη (Pham & Swanson, 2014 · Chrisochou, Bablekou, & Tsigilis, 2011 · Leather & Henry, 1994 · Swanson, Howard, & Saez, 2006). Σε σχέση με την ερευνητική υπόθεση ότι η εκτελεστική εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να έχει μεγαλύτερη επίδραση στην κατανόηση σε σχέση με τη λεκτική εργαζόμενη μνήμη, φαίνεται πράγματι ότι η συσχέτιση της επίδοσης στην πρώτη δοκιμασία της εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης (Stroop task) είναι ισχυρότερη σε σχέση με τη λεκτική εργαζόμενη

μνήμη. Όμως, αυτό δεν συμβαίνει με τη δεύτερη δοκιμασία της εκτελεστικής. Επομένως, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι μόνο η εκτελεστική λειτουργία καταστολής μη σχετικών ερεθισμάτων επιδρά σημαντικά στην κατανόηση, σε σχέση με τη λεκτική εργαζόμενη μνήμη.

Εν κατακλείδι, η έρευνα μας τονίζει τη σχέση της εργαζόμενης μνήμης και των αναγνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών. Βέβαια, δεν αποτελούν εξίσου σημαντικοί παράγοντες και τα τρία είδη μνήμης στην πρόβλεψη αναγνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών. Γίνεται ξεκάθαρη η σημασία της οπτικοχωρικής εργαζόμενης μνήμης ή αλλιώς του οπτικοχωρικού σημειωματάριου, όχι όμως τόσο του εύρους της, σε όλες τις αναγνωστικές δεξιότητες, ακόμη και στην αναγνωστική ευχέρεια που δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τα άλλα δύο είδη εργαζόμενης μνήμης. Επίσης, αποδεικνύεται η σχέση αναγνωστικής αποκωδικοποίησης, κατανόησης κι εκτελεστικής εργαζόμενης μνήμης ή διαφορετικά κεντρικού επεξεργαστή. Τέλος, ενισχύεται η άποψη ότι η λεκτική εργαζόμενη μνήμη ή φωνολογικό κύκλωμα παίζει ρόλο στην αναγνωστική αποκωδικοποίηση και κατανόηση, αλλά όχι τόσο σημαντικό όσο η οπτικοχωρική μνήμη.

Περιορισμοί και μελλοντικές έρευνες

Στην παρούσα μελέτη υπάρχουν και κάποιοι περιορισμοί. Αν και το δείγμα είναι ικανοποιητικό για τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, δεν υπάρχει ομοιογένεια ως προς το φύλο και την ηλικία. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να διεξαχθούν μελέτες σε επόμενο χρόνο με δείγμα μαθητές από την ίδια ηλικιακή ομάδα και να συγκριθούν τα αποτελέσματα με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες, με σκοπό να διερευνηθεί η εξέλιξη που παρουσιάζει η σχέση της εργαζόμενης μνήμης και της ανάγνωσης σε κάθε χρόνο ηλικιακής ανάπτυξης των παιδιών. Επίσης, το ίδιο θα μπορούσε να συμβεί και στην περίπτωση του φύλου. Θα μπορούσε, λοιπόν, να εξετασθεί ξεχωριστά η επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δεξιότητες των αγοριών και των κοριτσιών.

Ένας ακόμη περιορισμός είναι ότι οι μαθητές που εξετάστηκαν στις δοκιμασίες της έρευνας, προέρχονται από το ίδιο σχολείο. Αυτό σημαίνει ότι πιθανόν αποτελούν ομοιογενή ομάδα ατόμων με παρόμοια χαρακτηριστικά ως προς τη μόρφωση και το περιβάλλον, εξωτερικούς παράγοντες, δηλαδή, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις επιδόσεις τους. Σε μελλοντική έρευνα, το δείγμα θα μπορούσε να προέρχεται από σχολεία

διαφορετικών περιοχών της Ελλάδας.

Τέλος, θα ήταν πολύ σημαντικό σε επόμενο χρόνο, η ίδια έρευνα να διεξαχθεί σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και κυρίως δυσαναγνωσία. Αυτό θα βοηθούσε ιδιαίτερα να διαλευκανθεί ο ρόλος της εργαζόμενης μνήμης στις αναγνωστικές δυσκολίες των μαθητών και κατ' επέκταση να δοθεί η ευκαιρία για μια πιο κατάλληλη και καινοτόμο παρέμβαση με σκοπό τη βελτίωση των αναγνωστικών δεξιοτήτων. Τα αποτελέσματα, δηλαδή της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να προσανατολίσουν το εκπαιδευτικό έργο των ειδικών παιδαγωγών ως προς τη βελτίωση της εργαζόμενης μνήμης στοχευμένα σε έργα οπτικοχωρικής επεξεργασίας ή εκτελεστικής λειτουργίας, με σκοπό τη βελτίωση της ανάγνωσης.

Αναφορές

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W., & Spence, J. T. (eds.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 89-19). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. D., Grant, S., Wight, E., & Thomson, N. (1973). Imagery and visual working memory. In P. M. A. Rabbitt & S. Dornic (Eds.), *Attention and performance V* (pp. 205–217). London: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (vol.8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Baddeley, A. D., & Warrington, E. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9(2), 176-189.
- Badian, N.A. (2005). Does a visual-orthographic deficit contribute to reading disability? *Annals of Dyslexia*, 55, 28–52. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11881-005-0003-x>
- Baldo, J. V., & Dronkers, N. F. (2006). The role of inferior parietal and inferior frontal cortex in working memory. *Neuropsychology*, 20(5), 529–538. DOI: 10.10170S1355617706061078
- Bayliss, D. M., & Jarrold, C. (2015). How Quickly They Forget: The Relationship Between Forgetting and Working Memory Performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41,163-177.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Gunn, D. M., & Baddeley, A. D. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in working memory in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 71–92. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.132.1.71>
- Chrysochoou, E., Bablekou, Z., & Tsigilis, N. (2011). Working Memory Contributions to Reading

- Comprehension Components in Middle Childhood Children. *The American Journal of Psychology*, 124(3), 275-289. DOI: <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.124.3.0275>
- Chrysochoou, E., Masoura, E., & Alloway T. P. (2013). Intelligence and Working Memory: Contributions to Reading Fluency, Writing and Reading Comprehension in Middle School- age Children. *Scientific Annals of the Aristotle University of Thessaloniki, School of Psychology*, 10. 226-251.
- Conners, F. A., Rosenquist, C. J., & Taylor, L. A. (2001). Memory training for children with Down syndrome. *Down Syndrome: Research and Practice*, 7, 25–33.
- Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55(4), 429-432.
- Conway, A.R.A., Cowan, N. & Bunting, M.F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 331–335. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03196169>
- Conway, A.R.A., Kane, M., & Engle, R. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547-552. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.005>
- Cornish, K., Wilding, J., & Grant, C. (2006). Deconstructing Working Memory in Developmental Disorders of Attention. In S. J. Pickering (Ed.), *Working Memory and Education* (pp.157- 188). Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-554465-8.X5000-5>
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press. DOI: [10.1093/acprof:oso/9780195119107.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195119107.001.0001)
- Cowan, N. (2005). *Working Memory Capacity*. New York: Psychology Press. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203342398>
- Craik, F., & Lockhart, R. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 671-684.
- Dehn, M. J. (2006). *Essentials of processing assessment*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning assessment and intervention*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). *Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence, and functions of the prefrontal cortex*. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory:*

Mechanisms of active maintenance and executive control (pp. 102–134). Cambridge: University Press.

- Eysenck M.W. (2010). Attentional Control Theory of Anxiety: Recent Developments. In: Gruszka A., Matthews G., Szymura B. (eds.), *Handbook of Individual Differences in Cognition. The Springer Series on Human Exceptionality* (pp. 195-204). New York: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1210-7_12
- Fiez, J. A. (2001). Neuroimaging studies of speech an overview of techniques and methodological approaches. *Journal of Communication Disorders*, 34(6), 445-454. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(01\)00064-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(01)00064-8)
- Gathercole, S. E. (1994). Neuropsychology and working memory: A review. *Neuropsychology*, 8(4), 494–505. DOI: <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.494>
- Gathercole, S. E. (2007). Working memory: A system for learning. In R. K. Wanger, A. E. Muse, & K. R. Tennenbaum (Eds.), *Vocabulary acquisition. Implication for reading comprehension* (pp. 223-248). New York: Guilford Press.
- Gathercole, S.E., & Baddeley, A.D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition?. *European Journal of Psychology of Education*, 8, 259. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03174081>
- Gathercole, S.E., Brown, L., & Pickering, S.J. (2003). Working memory assessments at school entry as longitudinal predictors of National Curriculum attainment levels. *Education and Child Psychology*, 20(3), 111-124.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177–190. DOI: <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Goff, D.A., Pratt, C. & Ong, B. (2005). The Relations Between Children’s Reading Comprehension, Working Memory, Language Skills and Components of Reading Decoding in a Normal Sample. *Reading and Writing*, 18, 583–616. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11145-004-7109-0>
- Gruber O., Gruber E., & Falkai P. (2005). [Neural correlates of working memory deficits in schizophrenic patients] Ansätze zur Etablierung neurokognitiver Endophänotypen psychiatrischer Erkrankungen. *Radiologe*, 45(2), 153–160. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00117-004-1155-0>

- Hedden, T., & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. *Neuropsychology*, 20(5), 511–528. DOI: <https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.5.511>
- Jarrold, C., Baddeley, A.D., & Hewes, A.K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: evidence from Downs and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, 37(6), 637-651. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(98\)00128-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(98)00128-6)
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169- 183. DOI: <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.169>
- Kane, M.J., & Engle, R.W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 637–671. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03196323>
- Leather, C.V., & Henry, L.A. (1994). Working Memory Span and Phonological Awareness Tasks as Predictors of Early Reading Ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58(1), 88-111. DOI: <https://doi.org/10.1006/jecp.1994.1027>
- Levine, D. N., Warach J., Farah M. (1985). Two visual systems in mental imagery: dissociation of “what” and “where” in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology*, 35(7), 1010 – 1018. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.35.7.1010>
- Loosli, S.V., Buschkehl, M., Perrig, W.G., & Jaeggi, S.M. (2012). Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, 18(1),62-78. DOI: <https://doi.org/10.1080/09297049.2011.575772>
- Lyon, G.R., Shaywitz, S.E. & Shaywitz, B.A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*,53, 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.
- Mishkin, M., & Appenzeller, T. (1987). The anatomy of memory. *Scientific American*, 256(6), 80–89. DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0687-80>
- Müller, N. G., & Knight, N. T. (2006). The functional neuroanatomy of working memory: Contributions of human brain lesion studies. *Neuroscience*, 139, 51-58.

- Murray, D. J. (1967). The role of speech responses in short-term memory. *Canadian Journal of Psychology*, 21(3), 263-276.
- M. Petrides, M. (1994). Frontal lobes and behavior. *Current Opinion in Neurobiology*, 4(2), 207-211. DOI: [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(94\)90074-4](https://doi.org/10.1016/0959-4388(94)90074-4)
- [Newcombe, F., Ratcliff, G., & Damasio, H. \(1987\)](#). Dissociable visual and spatial impairments following right posterior cerebral lesions: Clinical, neuropsychological and anatomical evidence. *Neuropsychologia*, 25(1), 149-161.
- O'Brien, B.A., Wolf, M., Miller, L.T., Lovett, M.W., & Morris, R. (2011). Orthographic processing efficiency in developmental dyslexia: an investigation of age and treatment factors at the sublexical level. *Annals of Dyslexia*, 61, 111–135. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11881-010-0050-9>
- Pham, A.V., & Hasson, R.M. (2014). Verbal and Visuospatial Working Memory as Predictors of Children's Reading Ability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(5), 467-477. DOI: <https://doi.org/10.1093/arclin/acu024>
- Πόρποδας, Κ. Δ. (2002). Η Ανάγνωση. Πάτρα: Αυτοέκδοση.
- Πόρποδας, Κ. Δ. (2003). Η μάθηση και οι δυσκολίες της (γνωστική προσέγγιση). Πάτρα: Αυτοέκδοση.
- Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zhao, Z., & Gabrieli, J. D.E. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nat Neuroscience*, 3, 85–90. DOI: <https://doi.org/10.1038/71156>
- Reitan, R. M. (1971). Trail Making Test Results for Normal and Brain-Damaged Children. *Perceptual and Motor Skills*, 33(2), 575–581. DOI:10.2466/pms.1971.33.2.575
- Reiter, A., Tucha, O., & Lange K.W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia*, 11(2), 116-131. DOI: <https://doi.org/10.1002/dys.289>
- Σαμαρτζή, Σ. (1995). Εισαγωγή στις γνωστικές λειτουργίες. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Sesma, H. W., Mahone, E.M., Levine, T., Eason, S.H., & Cutting, L.E. (2009). The Contribution of Executive Skills to Reading Comprehension. *Child Neuropsychology*, 15(3), 232-246. DOI: <https://doi.org/10.1080/09297040802220029>

- Shallice, T., & Vallar, G. (1990). *The impairment of auditory-verbal short-term storage*. In G. Vallar & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (pp. 11–53). New York: Cambridge University Press. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/CBO9780511665547>
- Σίμος, Π., Μουζάκη, Α., & Παπανικολάου, Α. (2004). Η λειτουργία της ανάγνωσης και οι διαταραχές της: Η συμβολή των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. *Hellenic Journal of Psychology*, 1, 56-79.
- Swanson, H.L., Howard, C.B., & Saez, L. (2006). Do Different Components of Working Memory Underlie Different Subgroups of Reading Disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 39(3), 251-269. DOI: [10.1177/00222194060390030501](https://doi.org/10.1177/00222194060390030501)
- Swanson, H.L., & Jerman, O. (2007). The influence of working memory on reading growth in subgroups of children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(4), 249-283.
- Swanson, H. L., & Howell, M. (2001). Working memory, short-term memory, and speech rate as predictors of children's reading performance at different ages. *Journal of Educational Psychology*, 93(4), 720–734. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.93.4.720>
- Turner, M. L., & Engle, R.W. (1989). Is working memory capacity task-dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.

