

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

**ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΣΥΜΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΤΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ: Η
ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΗΣ ΜΝΗΜΗΣ,
ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ
ΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΑΤΟΜΑ 7-18 ΧΡΟΝΩΝ**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ANNA ΤΟΥΡΒΑ

2013



ΤΜΗΜΑ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΣΥΜΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΤΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ: Η
ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΗΣ ΜΝΗΜΗΣ, ΤΗΣ
ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗ
ΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΕ ΑΤΟΜΑ 7-18 ΧΡΟΝΩΝ

Άννα Α. Τούρβα

Διατριβή

η οποία υποβλήθηκε προς
απόκτηση διδακτορικού
τίτλου σπουδών στο
Πανεπιστήμιο Κύπρου

Ιούνιος 2013

Άννα Τούρβα

© Άννα Α. Τούρβα, 2013

ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Υποψήφιος Διδάκτορας: Άννα Α. Τούρβα

Τίτλος Διατριβής: Γνωστικές συμμεταβλητές της αναπτυσσόμενης νοημοσύνης: η συμβολή της εργαζόμενης μνήμης, της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας στην πρόβλεψη της νοημοσύνης σε άτομα 7-18 χρόνων

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος στο Τμήμα Ψυχολογίας και εγκρίθηκε στις 16 Μαΐου 2013 από τα μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής:

Ερευνητικός Σύμβουλος: Γιώργος Σπανούδης, Επίκουρος Καθηγητής

Μέλος Επιτροπής: Τιμόθεος Παπαδόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Μέλος Επιτροπής: Γεωργία Παναγιώτου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Μέλος Επιτροπής: Παναγιώτης Σίμος, Καθηγητής

ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Μέλος Επιτροπής: Μαρία-Ελένη Κοσμίδου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ
ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ στα ελληνικά

Στην έρευνα των γνωστικών συµµεταβλητών της νοηµοσύνης γίνονται προσπάθειες για τον προσδιορισµό των γνωστικών διαδικασιών που προβλέπουν την επίδοση στα ψυχοµετρικά τεστ ευφυΐας. Το θέµα που αφορά στο ποιες γνωστικές λειτουργίες είναι σηµαντικές για την ευφυΐα απασχολεί την τρέχουσα βιβλιογραφία στο χώρο. Γνωστικές λειτουργίες όπως η εργαζόµενη µνήµη, η ταχύτητα επεξεργασίας και ο έλεγχος επεξεργασίας (προσοχή) έχουν προταθεί ως σχετικές σ' αυτή την έρευνα τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά. Η σχέση που υπάρχει ανάµεσα σ' αυτές τις προβλεπτικές παραµέτρους απαιτεί τη συµπερίληψη όλων των προβλεπτικών παραµέτρων στην ίδια έρευνα, προκειµένου να εκτιµηθεί η συνεισφορά της καθεµιάς στην ευφυΐα, όταν ελέγχονται οι άλλες δύο. Παρόλο που το θέµα των γνωστικών βάσεων της ευφυΐας θα έπρεπε να αποτελεί πηγή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος σε αναπτυξιακό επίπεδο, η έρευνα στα παιδιά είναι περιορισµένη. Η παρούσα έρευνα εξέτασε τις σχέσεις που έχουν η γενική, η ρέουσα και η αποκρυσταλλωµένη ευφυΐα µε τρεις γνωστικές λειτουργίες – την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και την εργαζόµενη µνήµη – σε δείγµα 158 παιδιών και εφήβων ηλικίας από 7 µέχρι 18 χρόνων. Για κάθε γνωστική λειτουργία λήφθηκαν ποικίλες µετρήσεις. Η νοηµοσύνη µετρήθηκε µε τη Συντοµευµένη Κλίµακα Νοηµοσύνης Wechsler. Η τεχνική των Μοντέλων Δοµικών Εξισώσεων (ΜΔΕ) επιλέχθηκε για τον προσδιορισµό του ποια γνωστική λειτουργία συνιστά την καλύτερη προβλεπτική παράµετρο της ευφυΐας. Τα αποτελέσµατα έδειξαν ότι µόνο η εργαζόµενη µνήµη προέβλεπε τη γενική, τη ρέουσα και την αποκρυσταλλωµένη ευφυΐα. Ούτε η ταχύτητα ούτε ο έλεγχος επεξεργασίας (προσοχή) προέβλεπαν σηµαντικά την ευφυΐα. Η εργαζόµενη µνήµη εξηγούσε τόσο τις αναπτυξιακές όσο και τις ατοµικές διαφορές στη ρέουσα και την αποκρυσταλλωµένη ευφυΐα. Οι πολυµεταβλητές αναλύσεις διακύµανσης έδειξαν ότι η επίδοση στα έργα ταχύτητας, ελέγχου, εργαζόµενης µνήµης και ευφυΐας βελτιώνεται µε την ηλικία. Τα αποτελέσµατα των ΜΔΕ υποστήριξαν την υπόθεση που τέθηκε, επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη µίας γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής, στην οποία µε την πρόοδο της ηλικίας η ταχύτητα επεξεργασίας αυξάνεται, οδηγώντας σε βελτιώσεις στον έλεγχο επεξεργασίας, οι οποίες οδηγούν σε βελτιώσεις στην εργαζόµενη µνήµη, οι οποίες στη συνέχεια οδηγούν σε αυξήσεις στη νοηµοσύνη. Τα ευρήµατα υποστηρίζουν την ύπαρξη µιας αιτιώδους αλυσίδας όπου η εργαζόµενη µνήµη επηρεάζει τις αναπτυξιακές αλλαγές στην ευφυΐα άµεσα, ενώ η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας τις επηρεάζουν έµμεσα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ σε μια διεθνή γλώσσα

In cognitive correlates research on intelligence, one attempts to identify the cognitive processes that predict psychometric test scores. The issue of which specific cognitive functions are essential to intelligence is currently challenging the intelligence literature. Cognitive functions such as working memory, speed of processing and control of processing (attention) have been suggested as being relevant in this research on both adults and children. The relationship among these predictors requires the inclusion of all the predictors in the same study in order to evaluate their individual contributions to intelligence, when controlling for the other two cognitive functions. Although the issue of specific cognitive underpinnings of intelligence should be of particular interest in the developmental context, research on children is limited. The present study examined the relationships of general, fluid and crystallized intelligence to three cognitive functions – speed of processing, control of processing and working memory – in 158 7- to 18-year-old children and adolescents. Multiple measures of each of these cognitive functions were obtained. Intelligence was assessed using the Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI). Structural equation modeling was performed to determine which cognitive function served as the best predictor of intelligence. The results showed that only working memory predicted general, fluid and crystallized intelligence when controlling for the other two cognitive functions. Neither processing speed nor control of processing (attention) significantly predicted intelligence. Working memory accounted for both developmental differences and individual differences in fluid and crystallized intelligence. Multivariate analyses of variance showed that performance on the tasks of processing speed, control of processing, working memory and intelligence improved with age. The results of structural equation modeling supported hypothesis, confirming a cognitive developmental cascade, in which increasing chronological age is accompanied by faster processing speed, which leads to improvements in control of processing that lead to improvements in working memory, and improved working memory, in turn, leads to increases in both fluid and crystallized intelligence. The findings provided evidence for a causal chain in which working memory affects developmental change in fluid and crystallized intelligence directly and processing speed and control of processing do so indirectly.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Κάθε δύσκολο έργο χρειάζεται τη συνδρομή και άλλων ατόμων πέραν του κατεξοχήν υπεύθυνου ατόμου, προκειμένου να ολοκληρωθεί. Αισθάνομαι την ανάγκη να αναφερθώ στους ανθρώπους εκείνους που συνέβαλαν ο καθένας με το δικό του τρόπο στην επιτυχή εκπόνηση της διδακτορικής μου διατριβής σαν ελάχιστη έκφραση της ευγνωμοσύνης μου προς αυτούς. Καταρχήν πρέπει να σημειώσω ότι το ενδιαφέρον μου για την ψυχολογία της γνωστικής ανάπτυξης και της νοημοσύνης γεννήθηκε μέσα από τα μαθήματα που διδάχτηκα από τον Ανδρέα Δημητρίου. Ο Ανδρέας Δημητρίου είναι ο άνθρωπος που μου άνοιξε το δρόμο για την έρευνα στο χώρο της νοημοσύνης και αποτέλεσε για μένα πηγή έμπνευσης και δημιουργίας. Μου έκανε δώρο, χωρίς υπερβολή, το εισιτήριο για το ταξίδι στο χώρο της γνωστικής ανάπτυξης και της νοημοσύνης. Ο ερευνητικός μου σύμβουλος, ο Γιώργος Σπανούδης, υπήρξε ένας πολύτιμος σύμμαχος σ' αυτό το περιπετειώδες και μαγευτικό ταξίδι, ένα σταθερό στήριγμα και ένας εξαιρετικός μέντορας, πάντα πρόθυμος να ανταποκριθεί στις όποιες ανησυχίες μου. Τους ευχαριστώ και τους δύο. Ευχαριστίες οφείλω και στα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής μου, τον Τιμόθεο Παπαδόπουλο, τη Γεωργία Παναγιώτου, τη Μαρία-Ελένη Κοσμίδου και τον Παναγιώτη Σίμο για την προθυμία τους να αποτελέσουν μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής και για το χρόνο και τη στήριξη που μου παρείχαν. Η διατριβή αυτή δεν θα ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί, αν δεν είχαν την καλή διάθεση να συμμετάσχουν τα 158 παιδιά που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνάς μου. Τους είμαι πραγματικά ευγνώμων και τους ευχαριστώ για το χρόνο που μου διέθεσαν και την ανεκτίμητη συνεισφορά τους. Τέλος, θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την κατανόηση που επέδειξε και για τις διευκολύνσεις που μου παρείχε, προκειμένου να έχω απεριόριστο χρόνο για να αφοσιωθώ στη διατριβή μου. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Ανδρέα, το σύζυγό μου, για την υπομονή του, τη συναισθηματική στήριξη και τη βοήθεια που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια των διδακτορικών μου σπουδών, χωρίς ποτέ να διαμαρτύρεται για το χρόνο που του στερούσα. Τη διδακτορική μου διατριβή την αφιερώνω στην κόρη μου, τη Χρυσοβαλάντω, που φρόντιζε να βρίσκομαι πάντα σε εγρήγορση, να διακατέχομαι από αισιοδοξία, κέφι και όρεξη για δουλειά.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ στα Ελληνικά	v
ΠΕΡΙΛΗΨΗ σε μια διεθνή γλώσσα	vi
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	vii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ / ΕΙΚΟΝΩΝ	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xiii
1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Σκοπός της έρευνας.....	4
1.3 Επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα	4
1.4 Προβλέψεις της έρευνας.....	5
1.5 Πρωτοτυπία και συνεισφορά της παρούσας έρευνας.....	7
2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	10
2.1 Εισαγωγή	10
2.2 Ρέουσα ευφυΐα και αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα	11
2.3 Ανάπτυξη των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος.....	15
2.3.1 Ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών	15
2.3.2 Ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης	17
2.3.3 Ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας πληροφοριών – προσοχής.....	20
2.4 Σχέση της ευφυΐας και των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος	23
2.4.1 Σχέση μεταξύ ευφυΐας και ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών	23
2.4.2 Σχέση μεταξύ ευφυΐας και εργαζόμενης μνήμης	30
2.4.3 Σχέση μεταξύ ευφυΐας και ελέγχου επεξεργασίας (προσοχής).....	44

2.5	Σχέση μεταξύ των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος	51
2.5.1	Σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τον έλεγχο επεξεργασίας	52
2.5.2	Σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και τον έλεγχο επεξεργασίας	54
2.5.3	Σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη	55
2.6	Αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη	58
3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	65
3.1	Συμμετέχοντες.....	65
3.2	Διαδικασία εκτέλεσης της έρευνας	66
3.3	Μέσα συλλογής δεδομένων	67
3.3.1	Ψυχομετρικές μετρήσεις	67
3.3.2	Γνωστικές μετρήσεις	69
3.4	Προετοιμασία των δεδομένων	84
3.5	Αξιοπιστία Cronbach's Alpha για τον κάθε παράγοντα των μοντέλων δομικών εξισώσεων.....	85
3.6	Ανάλυση δεδομένων - Στατιστικές τεχνικές.....	86
3.6.1	Συσχετίσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών	86
3.6.2	Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης.....	86
3.6.3	Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων.....	87
4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	95
4.1	Συσχετίσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών	95
4.2	Ανάπτυξη των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος και της ευφυΐας....	97
4.2.1	Ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας.....	97
4.2.2	Ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης	102
4.2.3	Ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας	106
4.2.4	Ανάπτυξη της νοημοσύνης	112

4.3	Μοντέλα δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της ευφυΐας	115
4.3.1	Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του αναπτυσσόμενου γνωστικού συστήματος με την αναπτυσσόμενη γενική ευφυΐα	115
4.3.2	Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του αναπτυσσόμενου γνωστικού συστήματος με τις αναπτυσσόμενες λεκτική και πρακτική ευφυΐα.....	123
4.3.3	Μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική ευφυΐα ...	132
4.3.4	Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με τις ατομικές διαφορές στη λεκτική και στην πρακτική ευφυΐα	139
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	143
5.1	Εισαγωγή	143
5.2	Ανάπτυξη των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος και της νοημοσύνης.....	144
	44	
5.3	Σχέση της ευφυΐας και των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος σε αναπτυξιακό επίπεδο και επίπεδο ατομικών διαφορών	150
5.4	Αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη	164
5.5	Περιορισμοί και αδυναμίες της παρούσας έρευνας.....	171
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	173
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	184
	Παράρτημα 1. Αποτελέσματα.....	185
	Παράρτημα 2. Σχηματικές παρουσιάσεις έργων.....	187

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ / ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήμα 1: Υποθετικό (θεωρητικό) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη	92
Σχήμα 2: Υποθετικό (θεωρητικό) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη	92
Σχήμα 3: Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για την ταχύτητα αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις (TE1), την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner (TE2) και την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect (TE4) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.....	101
Σχήμα 4. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τη μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.....	102
Σχήμα 5. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για το πεδίο της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span (EM1), την επίδοση στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών (EM2), το πεδίο της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg (EM3), την ευφράδεια στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες (EM4) και την ευφράδεια στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες (EM5) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.....	106
Σχήμα 6. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για την ταχύτητα αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect (EE5) και την ταχύτητα αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ (EE6) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.. ..	109
Σχήμα 7. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τα τρία δίκτυα της προσοχής, όπως αυτά προκύπτουν από το έργο ΕΔΠ: εγρήγορση (EE1), προσανατολισμός της προσοχής (EE2) και εκτελεστικός έλεγχος (EE3) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.....	111

Σχήμα 8: Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ νοημοσύνης WASI: λεξιλόγιο (ΛΝ1), κατασκευή σχεδίων με κύβους (ΠΝ1), ομοιότητες (ΛΝ2) και μήτρες συλλογισμού (ΠΝ2) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.....	114
Σχήμα 9: Το ΜΔΕ 3 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής νοημοσύνης από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος και την ηλικία.....	120
Σχήμα 10: Το ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης.....	127
Σχήμα 11: Το ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης.....	129
Σχήμα 12: Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 7) με όλες τις πιθανές άμεσες διαδρομές.....	133
Σχήμα 13. Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8) με όλες τις πιθανές άμεσες διαδρομές.....	134
Σχήμα 14. Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9).....	136
Σχήμα 15. Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10).....	138
Σχήμα 16. Το ΜΔΕ 11 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική νοημοσύνη.....	141
Σχήμα 17. Το ΜΔΕ 12 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην πρακτική νοημοσύνη.....	142

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ομαδοποίηση των επτά γνωστικών έργων της πρώτης συνάντησης	67
Πίνακας 2: Δείκτες προσαρμογής των τεσσάρων εναλλακτικών εμφωλευμένων μοντέλων δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής ευφυΐας.....	116
Πίνακας 3: Δείκτες προσαρμογής των ΜΔΕ για την αναπτυσσόμενη λεκτική και πρακτική ευφυΐα	125

1 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

1.1 Εισαγωγή

Λίγες έννοιες της ψυχολογίας έχουν προκαλέσει τόσο έντονες θεωρητικές αντιπαραθέσεις και λίγες έχουν εμπνεύσει τόσο πλούσια ερευνητική δραστηριότητα όσο έχει η έννοια της ευφυΐας (ή η ταυτόσημη έννοια της νοημοσύνης¹). Παρόλο που πρόκειται για μια έννοια που έχει τύχει ευρείας και συστηματικής χρήσης, εντούτοις ο ορισμός της δεν είναι εύκολο εγχείρημα. Οι περισσότεροι από τους ορισμούς που κατά καιρούς δόθηκαν στην έννοια της ευφυΐας επισημαίνουν δύο θεμελιώδεις ικανότητες: την ικανότητα του ατόμου να μαθαίνει (να επωφελείται) από τις εμπειρίες του και την ικανότητά του να προσαρμόζεται στο περιβάλλον του (Sternberg, 1999). Από την εποχή του Fr. Galton μέχρι σήμερα έχουν γίνει πάρα πολλές ερευνητικές προσπάθειες για τον προσδιορισμό της δομής των ανθρώπινων νοητικών ικανοτήτων ή, με άλλα λόγια, της ευφυΐας. Τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες η έρευνα στην περιοχή της ευφυΐας χαρακτηρίζεται από μία προσπάθεια προσδιορισμού των γνωστικών συμμεταβλητών (cognitive correlates) της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας (Deary, 2012· Deary & Caryl, 1997· Fink & Neubauer, 2005· Mackintosh, 1998· Tillman, Bohlin, Sorensen, & Lundervold, 2009). Σ' αυτό το πλαίσιο της διερεύνησης των γνωστικών συμμεταβλητών της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας οι έρευνες έχουν επικεντρωθεί στο ερώτημα του ποιες γνωστικές διαδικασίες/ λειτουργίες (processes/ functions) είναι σημαντικές για την ευφυΐα και ποιες όχι. Οι ερευνητικές προσπάθειες, δηλαδή, στοχεύουν στο να αποκαλύψουν ποιες συγκεκριμένες γνωστικές λειτουργίες είναι τόσο θεμελιώδεις για τη νοημοσύνη, ώστε να αποτελούν τις γνωστικές της βάσεις (cognitive bases) (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Conway, Cowan, Bunting, Therriault, & Minkoff, 2002· Deary, 2012· Deary & Caryl, 1997· Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries, & Hewitt, 2006· Mackintosh, 1998· Schweizer, 2005· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger, & Goldhammer, 2005· Tillman, et al., 2009).

Σύμφωνα με την τρέχουσα βιβλιογραφία πάνω στο θέμα αυτό η γενική γνωστική ικανότητα μπορεί να οριστεί με αναφορά στην κατάσταση τριών βασικών παραμέτρων: της

¹ Σ' όλη την έκταση της παρούσας εργασίας οι έννοιες «ευφυΐα» και «νοημοσύνη» χρησιμοποιούνται εναλλακτικά με την ίδια σημασία.

ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών, της εργαζόμενης μνήμης και του ελέγχου επεξεργασίας, ή με άλλα λόγια της προσοχής (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Demetriou, Christou, Spanoudis, & Platsidou, 2002· Tillman et al., 2009· van Leeuwen, van den Berg, Hoekstra, & Boomsma, 2007). Η σύγχρονη έρευνα δείχνει ότι οι τρεις αυτές παράμετροι συνιστούν γνωστικές συμμεταβλητές της νοημοσύνης. Με άλλα λόγια, αυτές οι τρεις παράμετροι, που εν γένει χαρακτηρίζουν τη λειτουργικότητα (ποιοτική και ποσοτική) του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών, συνιστούν ασφαλείς δείκτες του νοητικού δυναμικού του ατόμου, όπως αυτό εκτιμάται από τα τεστ ευφυΐας.

Η έννοια της ταχύτητας επεξεργασίας αναφέρεται στο ρυθμό με τον οποίο οι πληροφορίες καταγράφονται και αναγνωρίζονται από το γνωστικό μας σύστημα. Ο ρυθμός αυτός θεωρείται ότι είναι δείκτης της ταχύτητας της αδρής αντιληπτικής ανάλυσης που εκτελεί το γνωστικό σύστημα στα αισθητηριακά εισιόντα. Συνήθως προσδιορίζεται με αναφορά στο χρόνο αντίδρασης σε απλά έργα στα οποία υπάρχει ήδη μια καλά μαθημένη αντίδραση, όπως είναι η αναγνώριση ενός οικείου ερεθίσματος (Deary, 2001· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 2000).

Ο έλεγχος της επεξεργασίας αναφέρεται στις διαδικασίες που καθιστούν το άτομο ικανό να εστιάζει την προσοχή του σε πληροφορίες που αφορούν στην τρέχουσα επεξεργασία, αναχαιτίζοντας τις παρεμβαίνουσες και άσχετες με το στόχο πληροφορίες (Demetriou et al., 2002· Dempster, 1991). Προσδιορίζεται με αναφορά στο βαθμό ορθότητας και το χρόνο αντίδρασης σε ερεθίσματα που προϋποθέτουν επιλογή μιας από δύο ή περισσότερες συγκρουόμενες ιδιότητες ή διαστάσεις του ερεθισμού, κατά τρόπο που η επεξεργασία να παραμένει εστιασμένη στη διάσταση-στόχο, αποκλείοντας την παρεμβολή άσχετων προς την επεξεργασία πληροφοριών (Demetriou et al., 2002).

Η εργαζόμενη μνήμη αναφέρεται σ' ένα σύνθετο γνωστικό σύστημα περιορισμένης ικανότητας (limited capacity), που είναι υπεύθυνο για την προσωρινή συγκράτηση πληροφοριών και την ταυτόχρονη επεξεργασία τους στο πλαίσιο της τρέχουσας νοητικής λειτουργίας (Baddeley & Hitch, 1974· Cowan, 1998· Deary, 2001· Mackintosh, 1998). Με άλλα λόγια, αναφέρεται σ' ένα γνωστικό μηχανισμό που καθιστά το άτομο ικανό να διατηρεί πληροφορίες σε μια ενεργή κατάσταση, ενώ ταυτόχρονα τις επεξεργάζεται διασυνδέοντάς τις με άλλες πληροφορίες μέχρι που να ολοκληρωθεί το έργο που έχει αναληφθεί. Προσδιορίζεται με αναφορά στον αριθμό των μονάδων πληροφορίας που κάποιος μπορεί να συγκρατήσει και να ανακαλέσει από ένα σύνολο στοιχείων, τα οποία του παρουσιάζονται για

δεδομένο χρονικό διάστημα και για τα οποία απαιτείται συγχρόνως κάποιου είδους επεξεργασία (Deary, 2001· Mackintosh, 1998).

Οι ερευνητικές προσπάθειες για τον προσδιορισμό των γνωστικών βάσεων ή, με άλλα λόγια, των γνωστικών συμμεταβλητών της ευφυΐας, μέσα από τη μελέτη της σχέσης που παρουσιάζει η επίδοση στα τεστ ευφυΐας με μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης, της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας, έχουν κυρίως διεξαχθεί σε ενήλικες και έχουν εστιαστεί στη ρέουσα ευφυΐα (fluid intelligence). Η ρέουσα ευφυΐα αναφέρεται σε ικανότητες της σκέψης, οι οποίες «αναδύονται» στην πορεία της ανάπτυξης και καθιστούν εφικτή την επίλυση αφαιρετικών προβλημάτων συλλογισμού. Αναφέρεται στο βιολογικό δυναμικό (potential) του ατόμου για σύλληψη των σχέσεων ανάμεσα σε διάφορα στοιχεία-ερεθίσματα, εξαγωγή συμπερασμάτων και ευέλικτη προσαρμογή μπροστά σε καινοφανή έργα και καταστάσεις (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966). Από την άλλη, η αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα (crystallized intelligence) αναφέρεται σε μαθημένες δεξιότητες και γνώσεις που αποκτώνται μέσω της εκπαίδευσης, της εμπειρίας και της κοινωνικοποίησης (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966).

Στην τρέχουσα βιβλιογραφία έχει από πολύ νωρίς επισημανθεί η αντιστοιχία του Λεκτικού και του Πρακτικού Πηλίκου Ευφυΐας, όπως αυτά προκύπτουν από τις κλίμακες νοημοσύνης του Wechsler, με την αποκρυσταλλωμένη και τη ρέουσα ευφυΐα, αντίστοιχα (Kaufman, 2000· Matarazzo, 1972). Ο Kaufman (2000) σημειώνει ότι οι κλίμακες του Wechsler παρέχουν μία εύλογη αντιστοιχία με τις έννοιες της ρέουσας και της αποκρυσταλλωμένης ευφυΐας, όπως αυτές διατυπώνονται στη θεωρία των Cattell και Horn. Ως εκ τούτου για τη μέτρηση της ρέουσας ευφυΐας χρησιμοποιούνται συχνά οι υποδοκιμασίες των τεστ νοημοσύνης του Wechsler που αξιολογούν την πρακτική νοημοσύνη (performance intelligence) ή αλλιώς τη μη λεκτική νοημοσύνη (non-verbal intelligence), ενώ για τη μέτρηση της αποκρυσταλλωμένης ευφυΐας χρησιμοποιούνται, επίσης συχνά, οι υποδοκιμασίες των τεστ νοημοσύνης του Wechsler που αξιολογούν τη λεκτική ευφυΐα (Mackintosh, 1998).

Η παρούσα έρευνα ανήκει στις ερευνητικές προσπάθειες προσδιορισμού των γνωστικών συμμεταβλητών της ευφυΐας. Μελετά το θέμα αυτό όμως σε αναπτυξιακό επίπεδο σ' ένα μεγάλο ηλικιακό εύρος από τα 7 έως τα 18 χρόνια και εστιάζεται στις γνωστικές συμμεταβλητές τόσο της γενικής, όσο και ξεχωριστά της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης.

1.2 Σκοπός της έρευνας

Η παρούσα έρευνα είχε σκοπό να διερευνήσει τις γνωστικές συµµεταβλητές της αναπτυσσόµενης νοηµοσύνης, εξετάζοντας τη σχέση που παρουσιάζουν οι τρεις παράµετροι του γνωστικού συστήµατος, δηλαδή η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, ο έλεγχος επεξεργασίας (προσοχή) και η εργαζόµενη µνήµη, µε την αναπτυσσόµενη ευφυΐα. Παράλληλα διερεύνησε και τη σχέση που παρουσιάζουν οι τρεις αυτές παράµετροι µεταξύ τους. Πιο συγκεκριµένα η έρευνα αυτή, επιδίωξε να προσδιορίσει τη συµβολή της καθεµιάς από τις πιο πάνω παραµέτρους του γνωστικού συστήµατος στην πρόβλεψη της ψυχοµετρικά οριζόµενης νοηµοσύνης (γενικής, λεκτικής/αποκρυσταλλωµένης και πρακτικής/ρέουσας) σε άτοµα ηλικίας από 7 µέχρι 18 χρόνων τόσο σε επίπεδο αναπτυξιακών αλλαγών όσο και σε επίπεδο ατοµικών διαφορών. Επίσης, η παρούσα έρευνα µελέτησε την ανάπτυξη αυτών των γνωστικών παραµέτρων και της νοηµοσύνης κατά τη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Επιπλέον, µε βάση τη θεωρία και τα ευρήµατα προηγούµενων ερευνών σε παιδιά (Barkley, 1997· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010) στην έρευνα αυτή επιδιώχθηκε η διερεύνηση του κατά πόσο υπάρχει µία αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία (developmental cascade) ανάµεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόµενη µνήµη και στη νοηµοσύνη (λεκτική και πρακτική), προκειµένου να ιεραρχηθούν οι επιδράσεις των συµµεταβλητών στην αναπτυσσόµενη νοηµοσύνη.

1.3 Επιµέρους ερευνητικά ερωτήµατα

Τα βασικότερα ερωτήµατα τα οποία προσπάθησε να απαντήσει η συγκεκριµένη έρευνα είναι:

1. Ποια αναπτυξιακή πορεία ακολουθούν η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόµενη µνήµη και η νοηµοσύνη στο ηλικιακό φάσµα από τα 7 µέχρι τα 18 χρόνια;
2. Ποια είναι η σχέση καθεµιάς από τις τρεις παραµέτρους του γνωστικού συστήµατος (ταχύτητας επεξεργασίας, ελέγχου επεξεργασίας και εργαζόµενης µνήµης) µε τη νοηµοσύνη, όπως αυτή µετρείται µέσω του τεστ WASI (Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence, 1999), και πιο συγκεκριµένα ποια είναι η συµβολή της κάθε παραµέτρου στην πρόβλεψη της

νοημοσύνης, όταν κρατούνται σταθερές (controlling for) οι υπόλοιπες πηγές πρόβλεψης (predictors) της νοημοσύνης, δηλαδή όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι; Το ερώτημα αυτό απαντάται στην έρευνα αυτή ξεχωριστά για τη γενική, τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη και εξειδικεύεται σε δύο επιμέρους ερωτήματα:

2α. Ποια είναι η σχέση καθεμιάς από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος με τη νοημοσύνη (γενική, λεκτική και πρακτική) σε αναπτυξιακό επίπεδο;

2β. Ποια είναι η σχέση καθεμιάς από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος με τη νοημοσύνη (λεκτική και πρακτική) σε επίπεδο ατομικών διαφορών;

3. Κατά πόσο υπάρχει μια γνωστική αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία (cognitive developmental cascade) ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά (λεκτική και πρακτική νοημοσύνη);

1.4 Προβλέψεις της έρευνας

Αναφορικά με τους σκοπούς της έρευνας και με βάση τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών διατυπώθηκαν οι παρακάτω προβλέψεις:

1. Όσον αφορά στην ανάπτυξη της νοημοσύνης και των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος αναμενόταν ότι όλες οι μετρήσεις θα παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με την ηλικία, πράγμα που σημαίνει ότι με την πρόοδο του χρόνου στην παιδική και εφηβική ηλικία, η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η νοημοσύνη αυξάνονται. Συγκεκριμένα, για την ταχύτητα επεξεργασίας αναμενόταν ότι αρχικά θα συντελούνταν αναπτυξιακές βελτιώσεις καθ' όλη τη διάρκεια της παιδικής και της πρώιμης εφηβικής ηλικίας, ότι κάπου στο μέσο της εφηβείας οι επιδόσεις των εφήβων θα προσέγγιζαν σχεδόν το επίπεδο των επιδόσεων των νεαρών ενηλίκων και ότι στη συνέχεια στο υπόλοιπο της εφηβείας θα παρατηρούνταν πιο σταδιακές/μικρές βελτιώσεις (Coyle, Pillow, Snyder, & Kochunov, 2011· Demetriou, Spanoudis, Shayer, Mouyi, Kazi, & Platsidou, 2013· Fry & Hale, 2000· Hale, 1990· Jensen, 2006· Kail, 1991a, 2000· McAuley & White, 2011). Όσον αφορά στην ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας η τρέχουσα βιβλιογραφία στο χώρο παρουσιάζει ποικίλα αποτελέσματα ανάλογα με το ποια συγκεκριμένη λειτουργία της προσοχής μελετάται και με ποιο έργο (Brocki & Bohlin, 2004· Huizinga, Dolan, & van der

Molen, 2006· McAuley & White, 2011· Ridderinkhof & van der Stelt, 2000). Η έρευνα έδειξε ότι τα τρία δίκτυα της προσοχής (εγρήγορση, προσανατολισμός της προσοχής και εκτελεστικός έλεγχος, στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης) παρουσιάζουν διαφορετικές αναπτυξιακές πορείες, χωρίς όμως να καθίσταται σαφές το πότε ακριβώς οι επιδόσεις των παιδιών και των εφήβων φτάνουν στο επίπεδο των επιδόσεων των ενηλίκων, λόγω του ότι η έρευνα δεν έχει συμπεριλάβει όλο το ηλικιακό φάσμα της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας, αλλά έχει μελετήσει αποσπασματικά μόνο κάποιες ηλικιακές ομάδες (Rueda et al., 2004a). Σε γενικές γραμμές, όμως, αναμενόταν ότι η ανάπτυξη των διαφόρων πτυχών του ελέγχου επεξεργασίας, που μελετώνται στην παρούσα έρευνα, θα συνεχιζόταν μέχρι περίπου την αρχή ή το μέσο της εφηβείας (Brocki & Bohlin, 2004· Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006· McAuley & White, 2011). Όσον αφορά στην εργαζόμενη μνήμη, επίσης, αναμενόταν ότι θα συντελούνταν αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι την αρχή ή το μέσο της εφηβείας (Brocki & Bohlin, 2004· Demetriou et al., 2013· Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006· Luciana et al., 2005· Luna et al., 2004· McAuley & White, 2011· Pascual-Leone, 1970). Τέλος, όσον αφορά στη νοημοσύνη αναμενόταν αναπτυξιακές αλλαγές σ' όλο το ηλικιακό φάσμα που μελετάται στην παρούσα έρευνα, καθώς τόσο η επίδοση σε μετρήσεις της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης (π.χ. λεξιλόγιο, ομοιότητες) όσο και η επίδοση σε έργα της ρέουσας νοημοσύνης (π.χ. μήτρες συλλογισμού, διαχείριση-επεξεργασία οπτικοχωρικών πληροφοριών) αυξάνονται σ' όλη τη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας (Cattell, 1971· Kaufman, 2000· Wechsler, 1991).

2. Όσον αφορά στη συμβολή της κάθε παραμέτρου του γνωστικού συστήματος (ταχύτητας επεξεργασίας, ελέγχου επεξεργασίας και εργαζόμενης μνήμης) στην πρόβλεψη της νοημοσύνης τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών, οι οποίες εξέτασαν αποσπασματικά μία ή δύο από τις παραμέτρους με στόχο να αποκαλύψουν τις σχέσεις της/τους με τη νοημοσύνη, δε βρίσκονται σε συμφωνία μεταξύ τους, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη διατύπωση ξεκάθαρης πρόβλεψης (Colom, Abad, Quiroga, Shih, & Flores-Mendoza, 2008· Conway et al., 2002· Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Επίσης, σε καμία έρευνα δεν έχουν εξεταστεί ταυτόχρονα σ' ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, ούτως ώστε να προσδιοριστεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, όταν ελέγχονται στατιστικά (κρατούνται σταθερές) οι άλλες δύο παράμετροι. Πέρα από τα πιο πάνω η διατύπωση ξεκάθαρης πρόβλεψης δυσχεραίνεται, επίσης, από το γεγονός ότι η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών

έχει διεξαχθεί σε ενήλικες και έχει εστιαστεί ως επί το πλείστον στη ρέουσα νοημοσύνη. Παρόλα αυτά, η υπόθεση που διατυπώθηκε με βάση τις προηγούμενες έρευνες στο χώρο είναι ότι και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος θα έχουν στατιστικά σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης νοημοσύνης τόσο της γενικής όσο και της λεκτικής/αποκρυσταλλωμένης και της πρακτικής/ρέουσας νοημοσύνης ξεχωριστά (Tillman et al., 2009).

3. Όσον αφορά στο κατά πόσο υπάρχει μια γνωστική αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία (cognitive developmental cascade) ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά προβλέφθηκε ότι οι σχετιζόμενες με την ηλικία (αναπτυξιακές) αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας θα οδηγούσαν σε βελτιωτικές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας, ο οποίος μετά με τη σειρά του θα άνοιγε το δρόμο για αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια θα οδηγούσε σε αυξήσεις τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη. Η υπόθεση αυτή βασίστηκε στο συνδυασμό θεωρίας και ευρημάτων προηγούμενων ερευνών σε παιδιά (Barkley, 1997· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010), από τις οποίες, όμως, καμιά δεν έχει εξετάσει την αναπτυξιακή διαδοχή ανάμεσα σ' όλους τους λανθάνοντες παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνονται στην παρούσα έρευνα. Η σχηματική αναπαράσταση αυτής της πρόβλεψης, δηλαδή αυτού του υποθετικού (θεωρητικού) μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής, παρουσιάζεται στα Σχήματα 1 και 2 (για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα) στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας.

1.5 Πρωτοτυπία και συνεισφορά της παρούσας έρευνας

Ο προσδιορισμός των γνωστικών συμμεταβλητών της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας συγκεντρώνει, όπως φάνηκε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη διερεύνηση της σχέσης των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με τη νοημοσύνη.

Παρότι υπάρχει εκτεταμένη ερευνητική δραστηριότητα σχετική με τα ζητήματα στα οποία εστιάζεται η παρούσα έρευνα, αυτή ασχολήθηκε πρώτιστα με ενήλικες και στις πλείστες περιπτώσεις είχε χαρακτήρα αποσπασματικό, καθώς μελετούσε κάποια ή κάποιες από τις παραμέτρους (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας, εργαζόμενη μνήμη) με

στόχο να αποκαλύψει τις σχέσεις της/τους με τη νοημοσύνη. Η έρευνα, όμως, έχει δείξει ότι οι τρεις αυτές παράμετροι παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Επομένως, όταν το ζητούμενο είναι η εξέταση της συνεισφοράς της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, θα πρέπει το ερευνητικό σχέδιο να συμπεριλαμβάνει και τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, ούτως ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί η συνεισφορά της καθεμιάς, όταν ελέγχονται (κρατούνται σταθερές) οι άλλες δύο παράμετροι.

Επίσης, η έρευνα για τις συµμεταβλητές της νοημοσύνης έχει εστιαστεί σχεδόν εξολοκλήρου στην πρόβλεψη της ρέουσας νοημοσύνης ή, με άλλους όρους, της μη λεκτικής (πρακτικής) νοημοσύνης. Είναι ελάχιστες οι έρευνες που έχουν συμπεριλάβει και μετρήσεις της αποκρυσταλλωμένης ή, με άλλους όρους, της λεκτικής νοημοσύνης. Σύμφωνα με τους Tillman et al. (2009) όταν διερευνώνται οι διάφορες γνωστικές λειτουργίες που είναι υπεύθυνες για την επίδοση στα τεστ ευφυΐας, είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι οι νοητικές ικανότητες μπορούν να οργανωθούν σε/ ερμηνευτούν από δύο ξεχωριστούς τύπους ευφυΐας, τη ρέουσα και την αποκρυσταλλωμένη.

Συνοψίζοντας η πρωτοτυπία της παρούσας έρευνας έγκειται σε τέσσερα σημεία: α) συνδυάζει υπό ένα ενιαίο ερευνητικό σχεδιασμό την ταυτόχρονη εξέταση και των τριών βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, οι οποίες συνιστούν γνωστικές συµμεταβλητές της νοημοσύνης, με σκοπό να προσδιοριστεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης νοημοσύνης, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι β) εξετάζει τη συμβολή των τριών συµμεταβλητών/παραμέτρων τόσο για την πρακτική όσο και για τη λεκτική νοημοσύνη ξεχωριστά, γ) εξετάζει το ενδεχόμενο ύπαρξης μίας γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά (λεκτική και πρακτική), και δ) εξετάζει τα τρία αυτά ζητήματα σε παιδιά και εφήβους, καλύπτοντας όλο το ηλικιακό φάσμα από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι δεν υπάρχει κάποια προηγούμενη έρευνα, η οποία να έχει εξετάσει κάποιο από τα τρία πιο πάνω σημεία που διερευνώνται στην παρούσα έρευνα. Η αναπτυξιακή διάσταση της έρευνας αναμένεται ότι επιτρέπει την αποκάλυψη των δυναμικών αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις ψυχολογικές αλλαγές σε ένα ηλικιακό εύρος κατά τη διάρκεια του οποίου συντελούνται

μεγάλες αλλαγές στις ανθρώπινες νοητικές λειτουργίες, οι οποίες οδηγούν στην εμφάνιση της ενήλικης ευφυΐας.

Αναφορικά με το τρίτο σημείο πρωτοτυπίας της παρούσας έρευνας πρέπει να επισημανθεί ότι το υπάρχον μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας (Fry & Hale, 1996· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010) είναι περιορισμένο ως προς τρία σημεία: α) αφορά μόνο στη ρέουσα/πρακτική νοημοσύνη, γεγονός που συνιστά ένα ερευνητικό κενό, αφού δεν ερευνήθηκε αν ισχύει αυτή η γνωστική αναπτυξιακή διαδοχή και για την αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη β) περιλαμβάνει μόνο δύο από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (την ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη) και αγνοεί τη συμβολή του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής σ' αυτήν την αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία και γ) δεν περιλαμβάνει όλο το ηλικιακό φάσμα της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Η παρούσα έρευνα καλύπτει όλο το ηλικιακό φάσμα της σχολικής ηλικίας από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Επεκτείνει το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής, για να συμπεριλάβει και τον έλεγχο επεξεργασίας και εξετάζει την ισχύ αυτού του μοντέλου όσον αφορά τόσο στην αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη όσο και στη ρέουσα/πρακτική νοημοσύνη.

2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Οι προσπάθειες για την αποκάλυψη των γνωστικών λειτουργιών που αποτελούν το θεμέλιο για την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης είναι ένα θέμα που, όπως φάνηκε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, απασχολεί την τρέχουσα ερευνητική δραστηριότητα στο χώρο της νοημοσύνης (Deary, 2012· Mackintosh, 1998· Schweizer, 2005). Οι Deary και Caryl (1997) αναφέρουν ότι οι έρευνες που προσπαθούν να ανακαλύψουν τις βάσεις της ανθρώπινης ευφυΐας μπορούν να χωριστούν σε δύο ευρείς κατηγορίες: η μία ομάδα ερευνών προσπαθεί να προσδιορίσει τις γνωστικές συμμεταβλητές της ευφυΐας και η άλλη ομάδα τις βιολογικές βάσεις της ευφυΐας. Η παρούσα διατριβή εντάσσεται στην πρώτη κατηγορία ερευνών. Σύμφωνα με τους Larson και Saccuzzo (1989) στην έρευνα των «γνωστικών συμμεταβλητών» (cognitive correlates) οι ερευνητές προσπαθούν να προσδιορίσουν τις παραμέτρους της επεξεργασίας πληροφοριών, οι οποίες μπορούν να προβλέψουν την επίδοση στα κλασικά ψυχομετρικά τεστ νοημοσύνης. Οι Deary και Caryl (1997) αναφέρουν ότι στην αποκαλούμενη προσέγγιση των «γνωστικών συμμεταβλητών» της νοημοσύνης θεωρητικά βασιζόμενα έργα από την πειραματική ή, αλλιώς, γνωστική ψυχολογία χρησιμοποιούνται, προκειμένου να διαφανεί κατά πόσο θεμελιώδεις γνωστικές διαδικασίες μπορούν να εξηγήσουν ένα μέρος της διακύμανσης της επίδοσης στα ψυχομετρικά τεστ ευφυΐας.

Ο Mackintosh (1998) σημειώνει ότι το έργο του προσδιορισμού των υποκείμενων γνωστικών λειτουργιών που είναι υπεύθυνες για την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης απαιτεί από την αρχή κάποια απόφαση όσον αφορά στο πόσες διαφορετικές πτυχές του συνολικού πηλίκου νοημοσύνης πρόκειται να μελετήσουμε. Αναφέρει ότι οι περισσότεροι ερευνητές που χρησιμοποιούν την ανάλυση παραγόντων στο χώρο της νοημοσύνης συμφωνούν σε μία ευρεία διάκριση, τη διάκριση μεταξύ ρέουσας και αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης. Στόχος είναι να προσδιοριστούν οι κύριες γνωστικές λειτουργίες ή διαδικασίες που εμπλέκονται σ' αυτούς τους δύο ευρείς παράγοντες, ούτως ώστε να διαφανεί κατά πόσο ενέχονται αποκλειστικά σ' ένα μόνο παράγοντα ή κατά πόσο οι ίδιες γνωστικές λειτουργίες εμπλέκονται τόσο στη ρέουσα όσο και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Στην περίπτωση που

υπάρχει/ουν γνωστική/ές λειτουργία/ες που είναι κοινή/ές και στους δύο παράγοντες, αυτό ίσως να υποδεικνύει ότι έχει/ουν προσδιοριστεί η/οι γνωστική/ές βάση/εις της γενικής ευφυΐας.

Σημειωτέον ότι ο όρος γενικός παράγοντας της ευφυΐας (general factor, απ' εδώ προκύπτει κατόπιν σύντμησης και ο όρος g) αναφέρεται σε μία έννοια ανώτερης τάξης (higher-order construct) που αντανακλά το γεγονός ότι οι επιδόσεις στα ποικίλα γνωστικά τεστ παρουσιάζουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους (Carroll, 1993· Deary, 2001· Deary, 2012· Gottfredson, 1998· Jensen, 1998). Η Gottfredson (1998) υπογραμμίζει ότι όλα τα τεστ νοητικών ικανοτήτων, ανεξάρτητα από τη μορφή ή το περιεχόμενό τους, υποδεικνύουν την ύπαρξη ενός γενικού παράγοντα ευφυΐας, ο οποίος διαπερνά όλες τις πτυχές της νόησης. Ως προς το ίδιο θέμα οι Johnson, Nijenhuis και Bouchard (2008) επισημαίνουν ότι οι περισσότερες ψυχολογικές αξιολογήσεις των νοητικών ικανοτήτων προσδιορίζουν με συνέπεια ένα κοινό υποκείμενο συστατικό της γενικής νοημοσύνης, γεγονός που υποστηρίζει την ύπαρξη ενός γενικού παράγοντα νοημοσύνης.

2.2 Ρέουσα ευφυΐα και αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα

Ο Cattell (1963, 1971· Horn & Cattell, 1966) ανέπτυξε μία θεωρία για την ευφυΐα, η οποία βασιζόταν στη διάκριση ανάμεσα σε δύο διαφορετικά συστατικά του g: τη ρέουσα ευφυΐα (fluid intelligence ή gf) και την αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα (crystallized intelligence ή gc). Η ρέουσα ευφυΐα θεωρήθηκε ως η γενετικά επηρεαζόμενη διάσταση του g, η οποία αναπτύσσεται στη διάρκεια των δύο πρώτων δεκαετιών της ζωής και υφίσταται βαθμιαίες εκπτώσεις κατά τη διάρκεια της μεσήλικης και υπερήλικης ζωής. Πιο αναλυτικά, η ρέουσα ευφυΐα αναφέρεται στις ικανότητες του ατόμου να αποκτά και να αξιοποιεί νέες πληροφορίες, ειδικά σε καινοφανή πλαίσια, να συλλαμβάνει τις σχέσεις ανάμεσα σε διατάξεις ερεθισμάτων, να κατανοεί τα συνεπαγόμενα και τις συνέπειες, να εξάγει συμπεράσματα από σχέσεις και γενικότερα να λύνει πρωτότυπα και ασυνήθιστα προβλήματα (novel problem solving). Η ρέουσα νοημοσύνη εξαρτάται από την αποτελεσματική λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, χαρακτηρίζεται από ευελιξία, δεν είναι «δεμένη» με κάποιο συγκεκριμένο πεδίο και μπορεί να εμπλακεί σχεδόν σε κάθε είδους πρόβλημα (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966).

Η ρέουσα ευφυΐα μετριέται με καινοφανή έργα, τα οποία αξιολογούν την ικανότητα για επίλυση προβλήματος και την ικανότητα για μάθηση. Πιο συγκεκριμένα μετριέται μέσα από δοκιμασίες μητρών, προβλήματα αναλογιών, έργα συμπλήρωσης αλληλουχιών, έργα ταξινόμησης κτλ. Ένα κοινό χαρακτηριστικό των πιο πάνω έργων, τα οποία θεωρούνται ότι είναι καλές μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης, είναι ότι όλα τους αφορούν συλλογισμό και συγκεκριμένα επαγωγικό συλλογισμό (Lohman, 2000· Mackintosh, 1998). Οι μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης θεωρούνται «πολιτισμικά δίκαιες», καθώς το εξεταστικό υλικό που χρησιμοποιείται σ' αυτές (π.χ. αφηρημένες διατάξεις στοιχείων ή διαγράμματα στις μήτρες του Raven, γράμματα ή αριθμοί στα έργα συμπλήρωσης αλληλουχιών) είναι είτε εξίσου μη οικείο είτε εξίσου οικείο σ' όλους τους εξεταζόμενους (Mackintosh, 1998). Τα έργα που μετρούν τη ρέουσα νοημοσύνη συχνά συνεπάγονται μεγαλύτερου βαθμού συγκέντρωση απ' ό,τι τα έργα που προορίζονται για την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, τα οποία τείνουν να μετρούν ανάκτηση και εφαρμογή γενικών γνώσεων (Kaufman, 2000).

Η αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα θεωρείται ότι εξαρτάται από την εκπαίδευση, την εμπειρία και την έκθεση σ' ένα συγκεκριμένο πολιτισμό. Η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, η οποία θεωρείται ότι δεν υφίσταται εκπτώσεις κατά την ενήλικη ζωή, αναφέρεται στο σύνολο των μαθημένων δεξιοτήτων και στο συσσωρευμένο απόθεμα των γνώσεων που αποκτά το άτομο κατά τη διάρκεια της ζωής του (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966). Περιλαμβάνει την ικανότητα της λεκτικής κατανόησης, τη γνώση και την ικανότητα αξιολόγησης εννοιολογικών σχέσεων. Μετριέται μέσω δοκιμασιών λεξιλογίου, γενικών γνώσεων, λεκτικής κατανόησης κτλ.

Μια κοινή αντίδραση σ' αυτές τις δοκιμασίες είναι ότι συνιστούν απλώς μετρήσεις των γνώσεων που έχει αποκτήσει το άτομο και όχι μετρήσεις κάποιας ικανότητας και ότι οι διαφορές στην επίδοση σ' αυτές τις δοκιμασίες είναι αποτέλεσμα των διαφορών στις προηγούμενες ευκαιρίες που δόθηκαν στα άτομα για απόκτηση αυτών των γνώσεων. Ο Mackintosh (1998) επισημαίνει ότι η άποψη αυτή συνιστά τουλάχιστον υπεραπλούστευση, καθώς οι διαφορές στην επίδοση σ' αυτές τις δοκιμασίες αντανακλούν εν μέρει διαφορές στον τρόπο με τον οποίο τα άτομα εκμεταλλεύονται τις ευκαιρίες που τους παρέχονται και επωφελούνται ή όχι από το εκπαιδευτικό σύστημα και τις πολιτισμικές επιδράσεις εντός της κοινωνίας στην οποία ζουν. Ως εκ τούτου καταλήγει ο Mackintosh (1998) οι διαφορές στην επίδοση στις δοκιμασίες που μετρούν την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη δικαιολογημένα περιγράφονται ως διαφορές στη λεκτική ικανότητα. Για παράδειγμα, το μέγεθος του λεξιλογίου είναι μία καλή μέτρηση της λεκτικής ικανότητας και κατ' επέκταση της

αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης, καθώς δεν αποκτούμε το λεξιλόγιό μας με από στήθους απομνημόνευση των ορισμών που δίνονται στα λεξικά, αλλά αντίθετα μαθαίνουμε το νόημα των καινούργιων λέξεων μέσα από μια διαδικασία συμπερασματικού συλλογισμού, η οποία φαίνεται να είναι εξαρτώμενη από την εργαζόμενη μνήμη. Με άλλα λόγια, αποκτούμε πλούσιο λεξιλόγιο, επειδή είμαστε ικανοί να συμπεραίνουμε το νόημα των άγνωστων λέξεων μέσα από τα συμφραζόμενα, δηλαδή από το γλωσσικό πλαίσιο μέσα στο οποίο τις συναντούμε. Οι άνθρωποι διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους αυτή και ένας λόγος για τον οποίο κάποια άτομα είναι καλύτερα σ' αυτό συγκριτικά με κάποια άλλα είναι επειδή έχουν πιο αποδοτική λεκτική εργαζόμενη μνήμη.

Η θεωρία των Cattell και Horn (1963, 1971· Horn & Cattell, 1966) για τη ρέουσα και την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη έχει συνδεθεί άμεσα με τη διάκριση των κλιμάκων του Wechsler ανάμεσα σε Λεκτικό και Πρακτικό Πηλίο Ευφυΐας. Η θεωρία αυτή έχει χρησιμοποιηθεί ως θεωρητική βάση για τις κλίμακες του Wechsler από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, όταν ίσως πρώτος ο Matarazzo (1972) επεσήμανε την αντιστοιχία του Λεκτικού Πηλίου Ευφυΐας με την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη και του Πρακτικού Πηλίου Ευφυΐας με τη ρέουσα νοημοσύνη. Φυσικά πρόκειται για μία κατόπιν εορτής εφαρμογή θεωρίας στις κλίμακες του Wechsler, αφού ως γνωστό ο Wechsler ανέπτυξε τις κλίμακες του από μια ολωσδιόλου πρακτική και κλινική προοπτική ανεξάρτητα από οποιαδήποτε θεωρία. Ο Matarazzo (1972) αναγνώρισε το Λεκτικό Πηλίο Ευφυΐας, όπως προκύπτει από τις κλίμακες του Wechsler ως μία καλή μέτρηση της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης και το Πρακτικό Πηλίο Ευφυΐας ως μία καλή μέτρηση της ρέουσας νοημοσύνης και από τότε αυτή η αντιστοιχία έγινε αποδεκτή σχεδόν αξιωματικά από πολλούς ερευνητές (Kaufman, 2000). Η θεωρία των Cattell και Horn (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966) έκανε λόγο για ευρύ παράγοντα ρέουσας νοημοσύνης και ευρύ παράγοντα αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης και τα περισσότερα γνωστικά έργα εύκολα κατηγοριοποιήθηκαν από τους ερευνητές ως έργα ρέουσας νοημοσύνης, αν απαιτούσαν επίλυση πρωτότυπων και ασυνήθιστων προβλημάτων με ελάχιστη εξάρτηση από σχολική μάθηση ή πολιτισμική επίδραση, ή ως έργα αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης, αν η επίδοση σ' αυτά εξαρτιόταν από σχολική μάθηση. Ο Kaufman (2000) υποστηρίζει ότι γενικά οι κλίμακες του Wechsler παρέχουν μία εύλογη αντιστοιχία με τις έννοιες της

αποκρυσταλλωμένης και της ρέουσας ευφυΐας², όπως αυτές έχουν διατυπωθεί στη θεωρία των Cattell και Horn.

Όσον αφορά στην ανάπτυξη της ρέουσας και της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης οι έρευνες έχουν δείξει διαφορετικές αναπτυξιακές πορείες. Ένα μεγάλο σώμα ερευνών υποδεικνύει ότι η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη αναπτύσσεται σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μας ή τουλάχιστον διατηρείται ως επί το πλείστον σε καλά επίπεδα ακόμα και στην ύστερη ενήλικη ζωή. Από την άλλη η ρέουσα νοημοσύνη φτάνει στο αποκορύφωμά της στην ύστερη εφηβεία (late teens) και στις αρχές της τρίτης δεκαετίας (early 20s) οπότε και σταθεροποιείται, για να αρχίσει λίγο αργότερα να εκπίπτει σταθερά και βαθμιαία. Ως εκ τούτου η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη έχει προσδιοριστεί ως μία «διατηρήσιμη (maintained)» ικανότητα και η ρέουσα νοημοσύνη ως μία «ευπαθής/τρωτή (vulnerable)» ικανότητα. Οι έρευνες για το θέμα αυτό χρησιμοποίησαν δεδομένα που βασίστηκαν κατά κύριο λόγο στη χρήση της κλίμακας του Wechsler για τους ενήλικες (Kaufman, 2000).

Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχει κάποιου είδους διαφωνία όσον αφορά στις πηγές (sources) τόσο της ρέουσας όσο και της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης. Ο Cattell (1963, 1971) πρότεινε ότι η ρέουσα νοημοσύνη προκύπτει από γενετικές και βιολογικές επιδράσεις, ενώ η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη αντανακλά κυρίως περιβαλλοντικές επιδράσεις. Αργότερα η Horn (1994) παρέθεσε στοιχεία σύμφωνα με τα οποία τόσο η ρέουσα όσο και η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη δέχονται ξεχωριστές κληρονομικές και πολιτισμικές επιδράσεις. Σε γενικές γραμμές, όμως, επικρατεί η θέση ότι η ρέουσα ευφυΐα είναι κυρίως βιολογικά και γενετικά επηρεαζόμενη, ενώ η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη είναι κυρίως περιβαλλοντικά επηρεαζόμενη. Ωστόσο μία πρόσφατη έρευνα στο χώρο της μοριακής γενετικής από τους Davies, Tenesa, Payton, Yang, Harris, Liewald, et al. (2011) έχει παράσχει τις πρώτες καθαρά βιολογικές ενδείξεις για την κληρονομικότητα τόσο της ρέουσας όσο και της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης. Συγκεκριμένα αυτή η ομάδα ερευνητών έχει εκτιμήσει ότι ποσοστό 40% της διακύμανσης της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης και 51% της διακύμανσης της ρέουσας νοημοσύνης ερμηνεύονται από γενετικούς παράγοντες.

² Στην παρούσα εργασία οι όροι «ρέουσα» και «πρακτική» νοημοσύνη χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, για να αποδώσουν την ίδια σημασία. Επίσης, οι όροι «αποκρυσταλλωμένη» και «λεκτική» νοημοσύνη χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, με την ίδια μεταξύ τους σημασία.

2.3 Ανάπτυξη των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος

2.3.1 Ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών

Η έννοια της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών αναφέρεται στην ταχύτητα με την οποία εκτελούνται πολύ βασικές γνωστικές λειτουργίες, όπως είναι για παράδειγμα η αναγνώριση ενός οικείου ερεθίσματος (Fry & Hale, 2000). Η παιδική και η εφηβική ηλικία είναι περίοδοι κατά τη διάρκεια των οποίων η ταχύτητα επεξεργασίας αλλάζει δραματικά, καθώς τα παιδιά μεγαλώνοντας καθίστανται ικανά να επεξεργάζονται πληροφορίες ολοένα και πιο γρήγορα (Coyle et al., 2011· Demetriou et al., 2013· Fry & Hale, 1996, 2000· Hale, 1990· Huizinga, Dolan & van der Molen, 2006· Jensen, 2006· Kail, 1991a, 2000, 2007· McAuley & White, 2011· Rueda et al., 2004a).

Σύμφωνα με τον Kail (2000) οι αλλαγές που συντελούνται με την πρόοδο της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας αντανακλούν μία αναπτυξιακή αλλαγή σ' ένα γενικό μηχανισμό (global mechanism), ο οποίος οριοθετεί την ταχύτητα με την οποία τα παιδιά και οι έφηβοι επεξεργάζονται πληροφορίες σε πολλά και ποικίλα έργα. Συγκεκριμένα, η έρευνα έχει δείξει ότι σε ένα μεγάλο εύρος κινητικών, αντιληπτικών και γνωστικών έργων, στα οποία οι συμμετέχοντες πρέπει να απαντήσουν γρήγορα, προκύπτει ένα κοινό μοτίβο (pattern) ηλικιακών διαφορών: τα παιδιά από 8 μέχρι 10 χρόνων απαντούν με ταχύτητα, η οποία είναι 5 με 6 τυπικές αποκλίσεις κάτω από τη μέση ταχύτητα των νεαρών ενηλίκων, ενώ ακόμα και οι δωδεκάχρονοι και οι δεκατριάχρονοι απαντούν με ταχύτητα, η οποία είναι πέραν της μίας τυπικής απόκλισης κάτω από το μέσο όρο των νεαρών ενηλίκων (Kail, 1991a). Η έρευνα των Coyle et al. (2011) σε εφήβους ηλικίας 13 μέχρι 17 χρονών έδειξε ότι συντελούνται γενικευμένες (global) αυξήσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών καθ' όλη τη διάρκεια της εφηβείας, ενώ η έρευνα των Huizinga, Dolan και van der Molen (2006) έδειξε ότι η ταχύτητα επεξεργασίας ακολουθεί μία πιο παρατεταμένη πορεία ανάπτυξης, η οποία συνεχίζεται μέχρι και τη νεαρή ενήλικη ζωή.

Οι Fry και Hale (2000) αναφέρουν ότι τα ευρήματα ερευνών με ποικίλα πειραματικά έργα εισηγούνται ότι η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών θα πρέπει να θεωρείται ως μία γενική ή ανεξάρτητη έργου (task-independent) έννοια. Συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση στις επιδόσεις νεαρών ενηλίκων σε διαφορετικά έργα ταχύτητας επεξεργασίας, τα

οποία ποικίλουν ως προς τη συνθετότητά τους (Hale & Jansen, 1994). Επίσης, κατά την παιδική ηλικία οι επιδόσεις σε πολλά και διαφορετικά έργα ταχύτητας επεξεργασίας βελτιώνονται από κοινού, γεγονός που αντανακλά την ύπαρξη μίας γενικευμένης αναπτυξιακής τάσης στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών (Hale, 1990· Kail, 1991a). Τη φύση αυτής της αναπτυξιακής τάσης κατέδειξε η έρευνα της Hale (1990), η οποία εξέτασε τέσσερις ηλικιακές ομάδες (10, 12, 15 και 19 χρονών) σε τέσσερα διαφορετικά έργα ταχύτητας επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας έδειξαν ότι η αύξηση στην ταχύτητα με την πρόοδο της ηλικίας δεν ήταν συγκεκριμένη για οποιοδήποτε από τα έργα, αλλά ήταν γενικευμένης φύσεως. Σε όλα τα έργα ο χρόνος που χρειάζονταν τα παιδιά μίας συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας ήταν κατά προσέγγιση ανάλογος (proportional) του χρόνου που χρειαζόταν η ομάδα των νεαρών ενηλίκων. Για παράδειγμα, σε όλες τις συνθήκες τα δωδεκάχρονα ήταν περίπου κατά 50% πιο αργά από τους νεαρούς ενήλικες. Η Hale (1990) εισηγήθηκε ότι η συστηματική, αναλογική μείωση με την πρόοδο της ηλικίας αποτελεί ένδειξη μίας γενικευμένης αναπτυξιακής τάσης στην ταχύτητα επεξεργασίας.

Ο Kail (1991a) εξέτασε την υπόθεση της γενικευμένης αναπτυξιακής τάσης, διεξάγοντας μία μετα-ανάλυση των αναπτυξιακών μελετών. Συγκεκριμένα ανέλυσε ξανά τα δεδομένα από 72 μελέτες, οι οποίες συνέκριναν τους χρόνους αντίδρασης ομάδων παιδιών ηλικίας από 4 χρονών και πάνω με τους χρόνους αντίδρασης νεαρών ενηλίκων σε μία ευρεία ποικιλία έργων ταχύτητας επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης έδειξαν σε συμφωνία με τα ευρήματα της Hale (1990) ότι σε κάθε ηλικία οι χρόνοι αντίδρασης των παιδιών ήταν ανάλογοι των χρόνων αντίδρασης που είχαν οι νεαροί ενήλικες όταν εκτελούσαν τα ίδια έργα. Επιπρόσθετα, ο Kail (1991a) έδειξε ότι η αναπτυξιακή βελτίωση στην ταχύτητα επεξεργασίας περιγραφόταν αρκετά καλά από μία εκθετική (μη γραμμική) συνάρτηση. Αυτή η συνάρτηση συλλαμβάνει το γεγονός ότι καθ' όλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και μέχρι και την εφηβεία η ταχύτητα επεξεργασίας παρουσιάζει αρχικά ταχεία βελτίωση και στη συνέχεια προοδευτικά πιο βαθμιαίες βελτιώσεις. Οι επιδόσεις των εφήβων στα έργα ταχύτητας επεξεργασίας φτάνουν σχεδόν στο επίπεδο των επιδόσεων των νεαρών ενηλίκων κάπου στο μέσο της εφηβείας. Τα αποτελέσματα της έρευνας των Fry και Hale (1996) όσον αφορά στην αναπτυξιακή πορεία της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών κατά την παιδική και εφηβική ηλικία βρίσκονται σε συμφωνία με τα ευρήματα της Hale (1990) και του Kail (1991a).

Οι Fry και Hale (2000) επισημαίνουν ότι το μοτίβο της μη γραμμικής αλλαγής με την πρόοδο της ηλικίας που παρατηρείται για την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας είναι ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο, το οποίο παρατηρείται και σ' άλλες σφαίρες της γνωστικής

ανάπτυξης, όπως είναι για παράδειγμα η ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης. Συγκεκριμένα αναφέρουν ότι οι έρευνες, στις οποίες μετρήθηκε ως συνάρτηση της ηλικίας είτε η ταχύτητα επεξεργασίας είτε η εργαζόμενη μνήμη είτε η ρέουσα νοημοσύνη, έχουν σχεδόν καθολικά καταλήξει σε σχετικά ακριβείς μη-γραμμικές συναρτήσεις ανάπτυξης. Αυτές οι συναρτήσεις όχι μόνο έχουν την ίδια μορφή, αλλά επιπρόσθετα όπως υπογραμμίζουν οι Fry και Hale (2000), εισηγούνται ξεκάθαρα ότι και οι τρεις γνωστικές μεταβλητές αναπτύσσονται από κοινού.

2.3.2 Ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης

Η εργαζόμενη μνήμη αναφέρεται σ' ένα σύστημα, το οποίο είναι υπεύθυνο για την ταυτόχρονη επεξεργασία και συγκράτηση πληροφοριών στη μνήμη. Με άλλα λόγια, πρόκειται για ένα σύστημα, το οποίο, ενώ χειρίζεται κάποιες πληροφορίες, την ίδια στιγμή διατηρεί κάποιες άλλες πληροφορίες σε ενεργή κατάσταση στη μνήμη (Baddeley, 1992· Deary, 2001· Mackintosh, 1998).

Η παιδική και η εφηβική ηλικία είναι περίοδοι κατά τη διάρκεια των οποίων η εργαζόμενη μνήμη βελτιώνεται δραματικά, καθώς τα παιδιά μεγαλώνοντας, καθίστανται ικανά να συγκρατούν περισσότερες πληροφορίες στην εργαζόμενη μνήμη τους (Brocki & Bohlin, 2004· Demetriou et al., 2013· Dempster, 1981· Fry & Hale, 2000· Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006· Luciana et al., 2005· Luna et al., 2004· McAuley & White, 2011· Pascual – Leone, 1970). Οι McAuley και White (2011) επισημαίνουν ότι η ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης αποτέλεσε το ενδιαφέρον πολυάριθμων ερευνών σε παιδιά και εφήβους. Ωστόσο, οι έρευνες αυτές έχουν καταλήξει σε αντικρουόμενα ευρήματα τόσο όσον αφορά στον ακριβή ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται η εργαζόμενη μνήμη όσο και αναφορικά με το πότε ακριβώς ολοκληρώνεται η ανάπτυξή της. Σύμφωνα με τον Pascual – Leone (1970) η νοητική ρώμη, το πιο γνωστό και πιο μελετημένο εποικοδόμημα που πρότεινε και το οποίο μοιάζει πολύ με το εποικοδόμημα της εργαζόμενης μνήμης, αυξάνεται συστηματικά με την ηλικία. Συγκεκριμένα, η νοητική ρώμη μπορεί να συγκρατήσει μια μονάδα πληροφορίας στην ηλικία των 3 χρόνων και αυξάνεται κατά μία μονάδα κάθε δεύτερο χρόνο μέχρι την ηλικία των 15 χρόνων, οπότε και φτάνει πια στη μέγιστη χωρητικότητα των 7 μονάδων πληροφορίας. Η μετα-ανάλυση του Dempster (1981) υπέδειξε ότι, παρόλο που υπάρχουν ουσιώδεις

ατομικές διαφορές στο μνημονικό πεδίο (memory span) τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων, το μνημονικό πεδίο του μέσου παιδιού της προσχολικής ηλικίας είναι περίπου το ένα τρίτο του μνημονικού πεδίου του μέσου νεαρού ενήλικα. Επιπρόσθετα, έδειξε ότι το μεγαλύτερο μέρος της αναπτυξιακής βελτίωσης στο μνημονικό πεδίο συντελείται κατά τη διάρκεια των πρώτων σχολικών χρόνων και ότι μεταξύ της ηλικίας των 13 χρόνων και της ενηλικίωσης το μνημονικό πεδίο αυξάνεται κατά λιγότερο από μία μονάδα. Οι Fry και Hale (2000) υποστηρίζουν ότι υπάρχει μία συγκεκριμένη μη γραμμική σχέση ανάμεσα στο μνημονικό εύρος και την ηλικία, η οποία μοιάζει με τη μη γραμμική αύξηση στην ταχύτητα επεξεργασίας που συντελείται κατά τη διάρκεια της ίδιας αναπτυξιακής περιόδου.

Οι Gathercole και Baddeley (1993) σημειώνουν ότι η βελτίωση στην εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να είναι καθαρά ποσοτική μετά την ηλικία των 6 χρόνων. Σημειώνουν, επίσης, ότι υπάρχουν δεδομένα που εισηγούνται την ύπαρξη ποιοτικών αλλαγών στην εργαζόμενη μνήμη προτού τα παιδιά πάνε στο δημοτικό σχολείο. Οι Fry και Hale (2000) επισημαίνουν ότι, παρόλο που έχουν προσδιοριστεί συγκεκριμένες ποιοτικές διαφορές στη λειτουργία της εργαζόμενης μνήμης ανάμεσα στα παιδιά της προσχολικής και της σχολικής ηλικίας, οι ερευνητές στο σχετικό χώρο είναι ομόφωνοι στο συμπέρασμα ότι οι βελτιώσεις, που συντελούνται στην εργαζόμενη μνήμη από τη στιγμή που τα παιδιά πάνε στο δημοτικό σχολείο, φαίνεται να είναι καθαρά ποσοτικής φύσεως (Dempster, 1981· Gathercole & Baddeley, 1993).

Σ' αντίθεση με τις έρευνες που εστιάστηκαν στις αναπτυξιακές αλλαγές στις συνηθισμένες μετρήσεις της βραχύχρονης μνήμης, η έρευνα της Siegel (1994) εξέτασε τις αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη, χρησιμοποιώντας ένα έργο που σχεδιάστηκε ώστε να θέτει ένα φορτίο επεξεργασίας στη μνήμη ταυτόχρονα με τη συνηθισμένη απαίτηση για αποθήκευση. Επιπρόσθετα, οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν σ' ένα άλλο έργο που αφορούσε στην ικανότητά τους να ανακαλέσουν με τη σειρά παρουσίασής τους γράμματα τα οποία είχαν παρουσιαστεί οπτικά. Τα αποτελέσματα από αυτό το έργο συνιστούν μία επιβεβαιωτική επανάληψη του μοτίβου της μη γραμμικής ανάπτυξης της βραχύχρονης μνήμης που έδειξε η μετα-ανάλυση του Dempster (1981). Ωστόσο, η σημαντική συμβολή της έρευνας της Siegel (1994) έγκειται στο ότι διερεύνησε το ερώτημα του κατά πόσο το μοτίβο της αναπτυξιακής αλλαγής που παρατηρήθηκε για τη βραχύχρονη μνήμη ισχύει και για την εργαζόμενη μνήμη, όπου πέρα από τη βραχύχρονη διατήρηση απαιτείται και ταυτόχρονη επεξεργασία των πληροφοριών. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν ένα μοτίβο βελτίωσης όμοιο με αυτό που παρατηρήθηκε για το έργο του μνημονικού πεδίου, δηλαδή για τη βραχύχρονη μνήμη. Με

λίγα λόγια, η έρευνα της Siegel (1994) όχι μόνο υποστηρίζει τα εύρημα της μετα-ανάλυσης του Dempster (1981) για την ύπαρξη μίας μη γραμμικής σχέσης ανάμεσα στην ηλικία και την επίδοση στο σύνηθες έργο του μνημονικού πεδίου, αλλά επιπλέον εισηγείται ότι μία παρόμοια σχέση ισχύει και στην περίπτωση των έργων εργαζόμενης μνήμης, όπου πέρα από την απλή διατήρηση των πληροφοριών απαιτείται και ταυτόχρονη επεξεργασία τους.

Σε γενικές γραμμές οι έρευνες που έχουν μελετήσει την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης κατέδειξαν ότι συντελούνται αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι την αρχή ή το μέσο της εφηβείας (Brocki & Bohlin, 2004· Luciana et al., 2005· Luna et al., 2004· Pascual-Leone, 1970) ή ακόμα μέχρι και τη νεαρή ενηλικότητα (Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006). Στην έρευνα των Brocki και Bohlin (2004) η επίδοση στα έργα που συμπεριλήφθηκαν στον παράγοντα που ονόμασαν «εργαζόμενη μνήμη/ευφράδεια» παρουσίαζε βελτίωση μέχρι την αρχή της εφηβείας. Συγκεκριμένα οι Brocki και Bohlin (2004) μελέτησαν την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης σε παιδιά ηλικίας από έξι μέχρι δεκατριών χρόνων και βρήκαν ότι υπάρχουν δύο κύρια χρονικά σημεία ανάπτυξης. Το ένα χρονικό σημείο ανάπτυξης είναι περίπου στην ηλικία των οκτώ χρόνων και το δεύτερο περίπου στην ηλικία των δώδεκα χρόνων. Οι McAuley και White (2011) μελέτησαν την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης κατά την παιδική ηλικία, την εφηβεία και τη νεαρή ενήλικη ζωή. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους έδειξαν ότι η εργαζόμενη μνήμη αναπτύσσεται με πιο γρήγορους ρυθμούς μεταξύ της πρώιμης και της ύστερης παιδικής ηλικίας, μετέπειτα παρουσιάζει πολύ μικρές βελτιώσεις και σταθεροποιείται κατά τη νεαρή ενήλικη ζωή. Η έρευνα των Huizinga, Dolan και van der Molen (2006) έδειξε ότι η εργαζόμενη μνήμη παρουσιάζει μία παρατεταμένη ανάπτυξη. Οι ερευνητές αυτοί μελέτησαν την αναπτυξιακή πορεία της εργαζόμενης μνήμης σε τρεις ηλικιακές ομάδες παιδιών (εφτάχρονα, εντεκάχρονα και δεκαπεντάχρονα) και μία ομάδα νεαρών ενηλίκων είκοσι ενός χρόνων. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους έδειξαν ότι η εργαζόμενη μνήμη συνεχίζει να αναπτύσσεται μέχρι ακόμα και τη νεαρή ενήλικη ζωή.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η αναπτυξιακή πορεία μίας άλλης βασικής παραμέτρου του γνωστικού συστήματος, του ελέγχου επεξεργασίας ή με άλλα λόγια της προσοχής.

2.3.3 Ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας πληροφοριών – προσοχής

Οι Brocki & Bohlin (2004) σημειώνουν την ανάγκη για καλύτερη κατανόηση της τυπικής ανάπτυξης των εκτελεστικών λειτουργιών και επισημαίνουν το πρόβλημα της χαμηλής εννοιολογικής εγκυρότητας (construct validity) των έργων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των εκτελεστικών λειτουργιών. Αναφέρουν ότι τα έργα αυτά αξιολογούν ποικίλες γνωστικές διαδικασίες, τόσο εκτελεστικές όσο και μη εκτελεστικές, γεγονός που καθιστά δύσκολη την κατανόηση της ανάπτυξης των ξεχωριστών διαδικασιών. Επίσης, σημειώνουν ότι επειδή δεν υπάρχει συμφωνία ως προς τα έργα που χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν τις διάφορες εκτελεστικές λειτουργίες, είναι πιθανόν τα ευρήματα για αναπτυξιακή αλλαγή που στηρίχτηκαν σε συγκεκριμένα έργα να διατρέχουν τον κίνδυνο του να είναι εξαρτώμενα από τα έργα αυτά. Γι' αυτό εισηγούνται ότι οι αναπτυξιακές μελέτες πρέπει να χρησιμοποιούν ποικίλα έργα για κάθε εκτελεστική λειτουργία.

Οι έρευνες που μελέτησαν την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας ή αλλιώς της προσοχής έχουν δείξει ποικίλα αποτελέσματα ανάλογα με το ποια πτυχή του ελέγχου επεξεργασίας μελετάται και με ποιο έργο. Οι McAuley και White (2011) υπογραμμίζουν ότι οι έρευνες αυτές έχουν καταλήξει σε αντικρουόμενα ευρήματα τόσο αναφορικά με τον ακριβή ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται ο έλεγχος της προσοχής όσο και αναφορικά με το πότε ακριβώς ολοκληρώνεται η ανάπτυξή του. Υπάρχουν έρευνες που έδειξαν ότι η ανάπτυξη συνεχίζεται μέχρι περίπου την αρχή ή το μέσο της εφηβείας (Bedard, Nichols, Barbosa, Schachar, Logan, & Tannock, 2002· Brocki & Bohlin, 2004· Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006· Williams, Ponesse, Schachar, Logan, & Tannock, 1999) και άλλες που έδειξαν ότι συντελείται μία πιο πρόωρη ανάπτυξη (Rueda et al. (2004a). Στην έρευνα των Brocki και Bohlin (2004) η ικανότητα της αναχαίτισης των αυτοματοποιημένων αντιδράσεων και του ελέγχου των παρεμβολών από ανταγωνιστικά ερεθίσματα παρουσίαζε ανάπτυξη μέχρι την αρχή της εφηβείας. Στην έρευνα των McAuley και White (2011), οι οποίοι μελέτησαν την ανάπτυξη της αναχαίτισης της αντίδρασης κατά την παιδική ηλικία, την εφηβεία και τη νεαρή ενήλικη ζωή, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ικανότητα αναστολής της αντίδρασης αναπτύσσεται με πιο γρήγορους ρυθμούς μεταξύ της πρώιμης και της ύστερης παιδικής ηλικίας, στη συνέχεια παρουσιάζει πολύ μικρές βελτιώσεις και σταθεροποιείται κατά τη νεαρή ενήλικη ζωή. Στην έρευνα των Huizinga, Dolan και van der Molen (2006) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε έργα αναχαίτισης, όπου απαιτείται ο έλεγχος και η αναχαίτιση

των κυρίαρχων και αυτοματοποιημένων αντιδράσεων, το επίπεδο της επίδοσης των ενηλίκων δεν κατακτιέται από τα παιδιά πριν την ηλικία των δεκαπέντε χρόνων.

Οι Posner και Petersen (1990), οι Fan, McCandliss, Sommer, Raz και Posner (2002) και οι Posner και Fan (in press) έχουν διαχωρίσει την προσοχή σε τρία δίκτυα καθένα από τα οποία επιτελεί μία από τις εξής λειτουργίες: εγρήγορση-επαγρύπνηση (alerting), προσανατολισμός της προσοχής (orienting) και εκτελεστικός έλεγχος (executive control), στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης. Οι Fan et al. (2002) έχουν δημιουργήσει ένα τεστ για την προσοχή στους ενήλικες, το έργο Ελέγχου Δικτύων Προσοχής (ΕΔΠ, Attention Network Test), το οποίο παρέχει μία μέτρηση της επάρκειας/αποτελεσματικότητας καθεμιάς από αυτές τις τρεις διαφορετικές λειτουργίες της προσοχής. Το τεστ αυτό στηρίζεται στη λογική του κλασικού έργου flanker (Eriksen & Eriksen, 1974), αλλά χρησιμοποιεί χρονικές και χωρικές ενδείξεις, για να ποικίλει ως προς τις λειτουργίες της εγρήγορσης και του προσανατολισμού. Το έργο ΕΔΠ προσαρμόστηκε από τους Rueda et al. (2004a), ούτως ώστε να καταστεί μία έκδοση φιλική για παιδιά.

Η εγρήγορση στο πλαίσιο του ΕΔΠ αναφέρεται στην ικανότητα αύξησης της ετοιμότητας (προετοιμασίας) για απόκριση (response preparation) ως αντίδραση σε ένα εξωτερικό ερέθισμα προειδοποίησης (Neuhaus et al., 2010). Στις έρευνες που μελετούν αυτό το δίκτυο της προσοχής δίνεται μια ένδειξη πριν από το ερέθισμα-στόχο, η οποία λειτουργεί ως προειδοποιητικό σήμα για το επερχόμενο ερέθισμα-στόχο και παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες γι' αυτό (Rueda et al., 2004a). Το δίκτυο του προσανατολισμού της προσοχής αναφέρεται στην ικανότητα για μετατόπιση της προσοχής σε εξωγενείς ενδείξεις και το δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου αναφέρεται σε μορφές προσοχής ανώτερου επιπέδου, οι οποίες περιλαμβάνουν την ικανότητα για εποπτεία, διαχείριση και επίλυση της σύγκρουσης (Rueda et al., 2004a).

Οι Rueda et al. (2004a) μελέτησαν την ανάπτυξη των τριών δικτύων προσοχής (εγρήγορσης, προσανατολισμού της προσοχής και εκτελεστικού ελέγχου) σε τέσσερις ηλικιακές ομάδες παιδιών από 6 μέχρι 9 χρόνων, χρησιμοποιώντας την έκδοση του ΕΔΠ που είναι φιλική ως προς τα παιδιά. Σε δεύτερο πείραμα συνέκριναν την επίδοση δεκάχρονων παιδιών και ενηλίκων στο ΕΔΠ, χρησιμοποιώντας και τις δύο εκδόσεις του έργου (έκδοση με τόξα και έκδοση με ψάρια). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεταξύ των ηλικιών 6 και 10 χρόνων υπάρχει μία αναπτυξιακή τάση σταθερής βελτίωσης τόσο στους χρόνους αντίδρασης όσο και στην ακρίβεια. Όσον αφορά στην ανάπτυξη των τριών δικτύων προσοχής τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα τρία δίκτυα ακολουθούν διαφορετικές αναπτυξιακές πορείες.

Συγκεκριμένα, το δίκτυο του προσανατολισμού της προσοχής φαίνεται ότι παρουσιάζει μία πρώιμη ανάπτυξη, αφού δεν παρατηρήθηκε σ' αυτό οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή από την ηλικία των 6 χρόνων μέχρι την ενηλικότητα. Ο προσανατολισμός, δηλαδή, της προσοχής στο σωστό σημείο προκάλεσε όμοια βελτίωση στους χρόνους αντίδρασης σ' όλες τις ηλικίες που μελετήθηκαν. Σε γενικές γραμμές οι έρευνες έδειξαν ότι η ικανότητα για μετατόπιση της προσοχής σε εξωγενείς ενδείξεις διαφέρει ελάχιστα μεταξύ παιδιών και ενηλίκων, ενώ η ταχύτητα της εκούσιας μετατόπισης της προσοχής, η ακρίβεια της κατάληξής της και η ικανότητα για αποδέσμευσή της φαίνεται ότι βελτιώνονται με την ηλικία (Rueda et al., 2004a). Όσον αφορά στην ανάπτυξη του δικτύου της εγρήγορσης τα αποτελέσματα της έρευνας των Rueda et al. (2004a) εισηγούνται ότι αυτό φαίνεται να παρουσιάζει μια πιο αργή ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι συντελείται μία βελτίωση στο δίκτυο της εγρήγορσης στην ηλικία των δέκα χρόνων αλλά και αργότερα. Τέλος, το δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου (δίκτυο εποπτείας και επίλυσης της σύγκρουσης) εμφάνισε μία σημαντική βελτίωση από την ηλικία των 6 στην ηλικία των 7, αλλά παρέμεινε σταθερό μετά την ηλικία των 7 χρόνων.

Τα δεκάχρονα παιδιά στην έρευνα των Rueda et al. (2004a) είχαν σε σημαντικό βαθμό βραδύτερους χρόνους αντίδρασης από τους ενήλικες, αλλά ήταν σχεδόν εξίσου ορθά. Όσον αφορά στα δίκτυα της προσοχής και για τις δύο εκδόσεις του ΕΔΠ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δεκάχρονων παιδιών και των ενηλίκων ούτε στο δίκτυο της εποπτείας και επίλυσης της σύγκρουσης ούτε στο δίκτυο του προσανατολισμού της προσοχής. Στο δίκτυο όμως της εγρήγορσης παρατηρήθηκε μία σημαντική διαφορά μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων στην έκδοση του ΕΔΠ με τα τόξα, αλλά όχι στην έκδοσή του με τα ψάρια. Η διαφορά αυτή μεταξύ των δεκάχρονων παιδιών και των ενηλίκων καταδεικνύει την πιο αργή ανάπτυξη που χαρακτηρίζει το δίκτυο της εγρήγορσης σε σύγκριση με τα άλλα δύο δίκτυα.

Το εύρημα των Rueda et al. (2004a) που αφορά στη μη εύρεση σημαντικών διαφορών μεταξύ των παιδιών ηλικίας δέκα χρόνων και των ενηλίκων στο δίκτυο της εποπτείας και επίλυσης της σύγκρουσης συνάδει μόνο μερικώς με προηγούμενα ευρήματα (Ridderinkhof, van der Molen, Band, & Bashore, 1997· Ridderinkhof & van der Stelt, 2000). Σε μία αναπτυξιακή μελέτη που διεξήγαγαν οι Ridderinkhof et al. (1997) η επίδραση της ασυμβατότητας στο έργο flanker παρουσίασε μία μείωση με την πρόοδο της ηλικίας και έφτασε στο επίπεδο της επίδοσης των ενηλίκων στην ηλικία των 10 χρόνων. Το εύρημα αυτό καταδεικνύει τη βελτίωση που συντελείται στη διαχείριση της σύγκρουσης από την πρώιμη

στην ύστερη παιδική ηλικία. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της έρευνας των Rueda et al. (2004a) εισηγούνται ότι αυτή η βελτίωση συντελείται νωρίτερα, αφού όπως έδειξαν το δίκτυο της εποπτείας και επίλυσης της σύγκρουσης παραμένει σταθερό μετά την ηλικία των 7 χρόνων.

2.4 Σχέση της ευφυΐας και των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος

2.4.1 Σχέση μεταξύ ευφυΐας και ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών

Η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών θεωρείται μία από τις πλέον βασικές και στοιχειώδεις γνωστικές λειτουργίες, οι οποίες παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση με τη νοημοσύνη (Tillman et al., 2009). Η χρήση μετρήσεων της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών εκπροσωπεί μία από τις κύριες προσεγγίσεις στη μελέτη της ανθρώπινης ευφυΐας από την εποχή του Fr. Galton (Walhovd et al., 2005). Η ιδέα πίσω από τη σύνδεση της ταχύτητας επεξεργασίας με τις ανώτερες μορφές νόησης είναι ότι οι άνθρωποι με μειωμένη ταχύτητα επεξεργασίας ολοκληρώνουν λιγότερες νοητικές πράξεις στη μονάδα του χρόνου. Ο Kail (2000) υπογραμμίζει ότι η ταχύτερη επεξεργασία πληροφοριών συνδέεται με υψηλότερη νοημοσύνη και υποστηρίζει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας είναι μία βασική παράμετρος του γνωστικού συστήματος και ένα καθοριστικό στοιχείο της ανθρώπινης νοημοσύνης. Οι έρευνες έδειξαν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών μπορεί να εξηγήσει ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της νοημοσύνης όπως αυτή μετρείται με τα παραδοσιακά τεστ ευφυΐας. Συγκεκριμένα, η ταχύτητα με την οποία εκτελούνται πολύ απλά αντιληπτικά και γνωστικά έργα συσχετίζεται με την ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη (Deary, 2001, 2012· Jensen, 2006· Mackintosh, 1998· Neisser et al., 1996· Schweizer, 2005). Τα άτομα με υψηλότερη επίδοση στα τεστ νοημοσύνης τείνουν να έχουν και καλύτερες επιδόσεις στα έργα μέτρησης της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών.

Στη σχετική βιβλιογραφία υπάρχουν δύο πολύ καλά πλέον εδραιωμένα ευρήματα. Το ένα εύρημα είναι αυτό που ήδη αναφέρθηκε, ότι δηλαδή η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και η ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη συσχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους. Η κατεύθυνση όμως και η ερμηνεία της σχέσης μεταξύ της ταχύτητας και της ευφυΐας

εξακολουθούν να αποτελούν θέμα διαφωνιών και συζητήσεων (Deary, 2001· Neisser et al., 1996). Το άλλο εύρημα είναι ότι η ταχύτητα επεξεργασίας και η νοημοσύνη αναπτύσσονται από κοινού, υπάρχει δηλαδή ένας αναπτυξιακός συγχρονισμός μεταξύ τους (Fry και Hale, 2000). Μάλιστα έχει αποδοθεί στην ταχύτητα επεξεργασίας ένας ιδιαίτερα σημαντικός ρόλος στην έρευνα για τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών (Coyle et al., 2011· de Ribaupierre & Lecerf, 2006· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2000, 2007· Kail & Salthouse, 1994), ώστε κάποιοι ερευνητές εισηγούνται ότι η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών μπορεί να εξηγήσει περισσότερη διακύμανση στην ανάπτυξη της νοημοσύνης κατά την παιδική ηλικία απ' ό,τι εξηγεί στις ατομικές διαφορές στη νοημοσύνη σε πληθυσμούς ενηλίκων (Tillman et al., 2009).

Οι Coyle et al. (2011) εξέτασαν κατά πόσο η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών συνεισφέρει στην ανάπτυξη της γενικής ευφυΐας κατά τη διάρκεια της εφηβείας. Σε δείγμα εφήβων ηλικίας από 13 μέχρι 17 χορήγησαν μία μπαταρία (Armed Services Vocational Aptitude Battery) δώδεκα διαφορετικών γνωστικών τεστ και εκτίμησαν δύο παράγοντες, έναν παράγοντα ταχύτητας επεξεργασίας και ένα γενικό παράγοντα ευφυΐας (g). Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους έδειξαν ότι η άμεση επίδραση της ηλικίας στο γενικό παράγοντα ευφυΐας ήταν μικρή συγκρινόμενη με τη συνολική επίδραση της ηλικίας στο γενικό παράγοντα ευφυΐας, η οποία μεσολαβούνταν σχεδόν εξολοκλήρου από την ταχύτητα επεξεργασίας. Επομένως, τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι αυξήσεις που συντελούνται στη γενική ευφυΐα κατά την εφηβική ηλικία μπορούν να αποδοθούν σε αυξήσεις που συντελούνται στην ταχύτητα επεξεργασίας. Με άλλα λόγια, κατά τη διάρκεια της εφηβείας η ταχύτητα επεξεργασίας μεσολαβεί σημαντικά στην ανάπτυξη του γενικού παράγοντα ευφυΐας.

Το ερώτημα όμως που εγείρεται και μένει αναπάντητο από την έρευνα των Coyle et al. (2011) είναι το κατά πόσο οι αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας οδηγούν άμεσα σε αναπτυξιακές αλλαγές στο γενικό παράγοντα ευφυΐας ή κατά πόσο οδηγούν έμμεσα μέσα από την επίδραση που ασκούν σε άλλες γνωστικές λειτουργίες. Για να δοθεί απάντηση στο ερώτημα αυτό απαιτείται η ταυτόχρονη συμπερίληψη στην ίδια έρευνα των γνωστικών λειτουργιών με τις οποίες συσχετίζεται η ταχύτητα επεξεργασίας, όπως είναι για παράδειγμα ο έλεγχος της επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη. Το ερώτημα αυτό προσπαθεί να απαντήσει μεταξύ άλλων ερωτημάτων η παρούσα έρευνα, συμπεριλαμβάνοντας μια ποικιλία μετρήσεων της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής και της εργαζόμενης μνήμης.

Τα ευρήματα των Coyle et al. (2011) συμφωνούν με εκείνες τις θεωρίες, οι οποίες τονίζουν το ρόλο της ταχύτητας επεξεργασίας στη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών (Jensen, 2006· Kail, 2000). Αυτές οι θεωρίες υποθέτουν ότι οι αυξήσεις που συντελούνται στην ταχύτητα επεξεργασίας συμβάλλουν σε καθολικές βελτιώσεις στη νόηση, οι οποίες παρατηρούνται ως αυξήσεις στο γενικό παράγοντα νοημοσύνης (g). Αυτές οι βελτιώσεις στη νόηση και στο γενικό παράγοντα νοημοσύνης έχουν αποδοθεί σε αλλαγές του κεντρικού νευρικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των αυξήσεων στην ταχύτητα της νευρικής αγωγής (nerve conduction velocity), των νευρωνικών ταλαντώσεων (neuronal oscillations) και της μυελίνωσης του εγκεφάλου (Jensen, 2011· Miller, 1994).

Ο Kail (2000) υποστηρίζει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας επηρεάζει την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Η ταχύτητα επεξεργασίας ασκεί έμμεση επίδραση στη νοημοσύνη μέσα από την άμεση επίδραση που ασκεί στην εργαζόμενη μνήμη. Ταχύτερη επεξεργασία πληροφοριών οδηγεί σε αποτελεσματικότερη χρήση της εργαζόμενης μνήμης και αποδοτικότερη χρήση της εργαζόμενης μνήμης οδηγεί σε υψηλότερη επίδοση στα τεστ νοημοσύνης. Έτσι, η αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας συμβάλλει έμμεσα στην επίδοση στα τεστ νοημοσύνης. Επιπλέον όμως, όπως υποστηρίζει ο Kail (2000), η ταχύτητα επεξεργασίας επηρεάζει την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης και άμεσα, όπως για παράδειγμα, μέσα από ταχύτερη ανάκτηση από τη μακρόχρονη μνήμη πληροφοριών σχετικών με τις δοκιμασίες. Σ' αντίθεση με την εισήγηση του Kail (2000), η έρευνα των Fry και Hale (1996) σε παιδιά και νεαρούς ενήλικες έδειξε ότι η ταχύτητα επεξεργασίας δεν έχει άμεση επίδραση στην επίδοση στα τεστ ρέουσας νοημοσύνης. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη ρέουσα νοημοσύνη είναι μόνο έμμεση και μεσολαβείται από την επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και άλλες έρευνες σε παιδιά (Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010).

Ο Cornoldi (2006) αναφέρει ότι υπάρχουν ευρήματα που δείχνουν ότι η μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας ακόμη και σε πολύ απλά έργα παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με την ευφυΐα. Δύο είναι οι τύποι συμπεριφορικών έργων που κατεξοχήν χρησιμοποιούνται στην έρευνα για τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και την ευφυΐα, έργα χρόνου αντίδρασης (reaction time) και το έργο του χρόνου επιθεώρησης (inspection time). Στα έργα χρόνου αντίδρασης η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών μετριέται με όρους χρόνου αντίδρασης σε απλές ή συνθετότερες συνθήκες. Σ' ένα απλό έργο χρόνου αντίδρασης δίνονται οδηγίες στους συμμετέχοντες να πατήσουν ένα συγκεκριμένο πλήκτρο όποτε εμφανιστεί ένα δεδομένο σήμα-ερέθισμα. Στα έργα χρόνου αντίδρασης κατόπιν επιλογής (choice reaction-

time) υπάρχουν πολλά εναλλακτικά σήματα-ερεθίσματα, μόνο ένα από τα οποία παρουσιάζεται σε κάθε δοκιμή. Ο συμμετέχοντας πρέπει να πατήσει το πλήκτρο που αντιστοιχεί στο ερέθισμα που εμφανίζεται την κάθε φορά. Οι έρευνες έδειξαν ότι υπάρχουν σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στις επιδόσεις στα τεστ ευφυΐας και στην ταχύτητα με την οποία οι συμμετέχοντες απαντούν στα έργα χρόνου αντίδρασης (Deary, 2001, 2012· Jensen, 2006· Mackintosh, 1998· Neisser et al., 1996· Schweizer, 2005). Ο Mackintosh (1998) αναφέρει ότι η συσχέτιση μεταξύ του ηλικίου ευφυΐας και του χρόνου αντίδρασης κυμαίνεται από -0.20 μέχρι -0.30.

Κατεξοχήν παραδείγματα έργων χρόνου αντίδρασης κατόπιν επιλογής αποτελούν τα έργα που πρώτοι εισήγαγαν οι Stroop (1935), Simon (1969, 1990· Simon & Rudell, 1967), Eriksen (Eriksen & Eriksen, 1974) και Posner (Posner, Boies, Eichelman, & Taylor, 1969· Posner & Mitchell, 1967). Οι χρόνοι αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη στα έργα των Stroop, Simon και Eriksen χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών, ενώ οι χρόνοι αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του ελέγχου επεξεργασίας. Στο έργο του Stroop οι συμμετέχοντες καλούνται να ονομάσουν γρήγορα το χρώμα της μελάνης, με την οποία είναι γραμμένη μία λέξη που δηλώνει χρώμα. Στη συμβατή συνθήκη το χρώμα της μελάνης είναι το ίδιο με την ίδια τη λέξη (π.χ. η λέξη «κόκκινο» γραμμένη με κόκκινη μελάνη), ενώ στην ασύμβατη συνθήκη το χρώμα της μελάνης είναι διαφορετικό από το χρώμα που δηλώνει η λέξη (π.χ. η λέξη «κόκκινο» γραμμένη με πράσινη μελάνη). Στο έργο συμβατότητας ερεθίσματος-αντίδρασης του Simon δίνονται οδηγίες στους συμμετέχοντες να απαντούν όσο πιο γρήγορα μπορούν, πατώντας είτε με το δεξί είτε με το αριστερό τους χέρι συγκεκριμένα πλήκτρα, βασιζόμενοι στο χρώμα του παρουσιαζόμενου ερεθίσματος. Για παράδειγμα, πατούν με το αριστερό τους χέρι ένα συγκεκριμένο πλήκτρο στα αριστερά του πληκτρολογίου όποτε εμφανιστεί ένα πράσινο ερέθισμα και πατούν με το δεξί τους χέρι ένα συγκεκριμένο πλήκτρο στα δεξιά του πληκτρολογίου όποτε εμφανιστεί ένα μπλε ερέθισμα. Το ερέθισμα μπορεί να εμφανιστεί είτε στα αριστερά είτε στα δεξιά της οθόνης. Στο έργο αυτό η σχετική διάσταση του ερεθίσματος, στην οποία οι συμμετέχοντες πρέπει να βασίσουν την απάντησή τους, είναι το χρώμα του ερεθίσματος και η άσχετη διάσταση είναι η θέση στην οποία εμφανίζεται το ερέθισμα. Στη συμβατή συνθήκη το ερέθισμα παρουσιάζεται στην ίδια πλευρά με το πλήκτρο που του αντιστοιχεί, ενώ στην ασύμβατη συνθήκη το ερέθισμα παρουσιάζεται στην αντίθετη πλευρά από αυτήν που βρίσκεται το πλήκτρο που του αντιστοιχεί. Στο έργο του Eriksen εμφανίζεται μια οριζόντια σειρά από ερεθισμούς (π.χ. τόξα) και το υποκείμενο καλείται να δείξει την κατεύθυνση (δεξιά

ή αριστερά) προς την οποία δείχνει ο μεσαίος ερεθισμός. Στη συμβατή συνθήκη οι γειτνιάζοντες ερεθισμοί δείχνουν προς την ίδια κατεύθυνση με το μεσαίο ερεθισμό, ενώ στην ασύμβατη συνθήκη οι γειτνιάζοντες ερεθισμοί δείχνουν προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτήν που δείχνει ο μεσαίος ερεθισμός. Σ' όλα τα πιο πάνω έργα οι χρόνοι αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη είναι μικρότεροι συγκριτικά με τους χρόνους αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη.

Στο έργο ίδιων γραμμάτων (letter-matching task) του Posner (Altmeyer, Schreiner, & Schweizer, 2009· Posner, Boies, Eichelman, & Taylor, 1969· Posner & Mitchell, 1967) παρουσιάζονται δύο γράμματα, τα οποία είναι είτε φυσικώς όμοια (π.χ. AA) είτε φυσικώς διαφορετικά αλλά σημασιολογικά ίδια (π.χ. Aa) είτε φυσικώς και σημασιολογικά διαφορετικά (π.χ. AB). Αυτό το έργο συνήθως περιλαμβάνει δύο συνθήκες. Στη συμβατή συνθήκη οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν γρήγορα κατά πόσο τα ερεθίσματα είναι φυσικώς πανομοιότυπα (π.χ. αα), ενώ στην ασύμβατη συνθήκη καλούνται να απαντήσουν κατά πόσο τα ερεθίσματα είναι σημασιολογικά τα ίδια (π.χ. Aa, AA, αα). Στη συμβατή συνθήκη οι συμμετέχοντες απαντούν στηριζόμενοι αποκλειστικά στην οπτική διάκριση των ερεθισμάτων, οπότε σ' αυτή τη συνθήκη εξετάζεται η ταχύτητα των αντιληπτικών λειτουργιών (Altmeyer, Schreiner, & Schweizer, 2009). Στην ασύμβατη συνθήκη απαιτείται πρόσβαση σε πολύ καλά μαθημένες πληροφορίες (γράμματα του αλφαβήτου) που βρίσκονται αποθηκευμένες στη μακρόχρονη μνήμη. Η επίδοση στην πρώτη συνθήκη χρησιμοποιείται συνήθως ως μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών.

Το έργο του χρόνου επιθεώρησης, όπως έχει αναφερθεί, είναι το άλλο συμπεριφορικό έργο που κατεξοχήν χρησιμοποιείται στην έρευνα για τη σχέση που παρουσιάζει η ταχύτητα επεξεργασίας με την ευφυΐα (Deary, 2001· Mackintosh, 1998· Neisser et al., 1996). Το έργο αυτό παρέχει ένα δείκτη της ταχύτητας της αντιληπτικής διάκρισης (perceptual discrimination speed) του ατόμου (Deary, 2001· Luciano et al., 2005). Μετρά, δηλαδή, την ικανότητα των ανθρώπων να επεξεργάζονται απλές οπτικές ή ακουστικές πληροφορίες γρήγορα. Σ' ένα τυπικό οπτικό έργο χρόνου επιθεώρησης παρουσιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή για πολύ σύντομο χρονικό διάστημα δύο άνισες κάθετες γραμμές ενωμένες στο πάνω μέρος τους με μία οριζόντια. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζεται το ελληνικό γράμμα Π, έχοντας τη μια από τις δύο κάθετες γραμμές του μεγαλύτερη. Το ερέθισμα αυτό αμέσως μετά ακολουθείται από μία "μάσκα", δηλαδή, οι δύο κάθετες γραμμές επικαλύπτονται από κάποιο σχήμα ή γραμμές, ούτως ώστε να αποτραπεί η περαιτέρω επεξεργασία του ερεθίσματος. Η οδηγία που δίνεται στο συμμετέχοντα είναι να απαντήσει ποια από τις δύο κάθετες (δεξιά ή αριστερή) είναι η

μακρύτερη. Το έργο γίνεται βαθμιαία δυσκολότερο καθώς μειώνεται συνεχώς η χρονική διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος, αυξάνοντας έτσι σημαντικά τις λανθασμένες απαντήσεις. Σύμφωνα με τους Neisser et al. (1996) και Deary (2001) η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει μια μέτρια αλλά καλά εδραιωμένη συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης των συμμετεχόντων στο έργο αυτό και της επίδοσής τους στα τεστ ευφυΐας. Πιο συγκεκριμένα, ο Mackintosh (1998) αναφέρει ότι έχουν βρεθεί σημαντικές συσχετίσεις, οι οποίες κυμαίνονται από -0.25 μέχρι -0.50, μεταξύ των επιδόσεων στα τεστ ευφυΐας και της απαιτούμενης διάρκειας έκθεσης του ερεθίσματος, προκειμένου να επιτευχθεί η ακριβής διάκριση της μακρύτερης γραμμής.

Οι Fry & Hale (2000), ανασκοπώντας τις μέχρι τότε έρευνες στο χώρο, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει οποιαδήποτε συστηματική αλλαγή με την πρόοδο της ηλικίας στο μέγεθος της συσχέτισης ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και τη ρέουσα ευφυΐα. Αναφέρουν ότι το εύρος των συσχετίσεων που έχει προκύψει από τις διάφορες έρευνες, οι οποίες έχουν εξετάσει τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και τη ρέουσα νοημοσύνη σε διάφορες ηλικιακές ομάδες παιδιών, είναι από 0 μέχρι -0.60 και είναι πολύ όμοιο με εκείνο που παρατηρείται στις έρευνες με ομοιογενείς ως προς την ηλικία ομάδες ενηλίκων. Επισημαίνουν ότι το μέγεθος των συσχετίσεων ποικίλει πολύ λόγω μεθοδολογικών παραγόντων, όπως είναι ο τρόπος μέτρησης της ταχύτητας και η αξιοπιστία των μετρήσεων, και δεν έχει να κάνει με το αν οι συμμετέχοντες είναι παιδιά ή ενήλικες. Για παράδειγμα, ο χρόνος επιθεώρησης και η νοημοσύνη συσχετίζονται τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά και οι συσχετίσεις που παρατηρούνται στα παιδιά είναι όμοιες με αυτές που έχουν βρεθεί στους ενήλικες (Fry & Hale, 2000). Οι Vickers και McDowell (1996) αναφέρουν μία συσχέτιση της τάξης του -0.51 μεταξύ του χρόνου επιθεώρησης και του συνολικού πηλίκου ευφυΐας σε ένα δείγμα παιδιών από 8 μέχρι 10 χρόνων. Οι Grudnik και Kranzler (2001) σε μια μετανάλυση 92 ερευνών βρήκαν ότι υπάρχει μια συσχέτιση γύρω στο -0.50 μεταξύ της νοημοσύνης και του χρόνου επιθεώρησης. Βρήκαν, επίσης, ότι αυτή η συσχέτιση δεν επηρεάζεται από την ηλικία των συμμετεχόντων ή από τη φύση των προς επιθεώρηση ερεθισμάτων.

Η πλειοψηφία των ερευνών, όπως έχει αναφερθεί, δείχνει μια σταθερά επαναλαμβανόμενη συσχέτιση μεταξύ του χρόνου επιθεώρησης και της νοημοσύνης. Το ερώτημα που προκύπτει και ακόμη δεν έχει απαντηθεί αφορά στο γιατί ο χρόνος επιθεώρησης παρουσιάζει αυτήν την εδραιωμένη συσχέτιση με τη νοημοσύνη. Οι Luciano et al. (2005) αναφέρουν ότι η κατεύθυνση της αιτιότητας μεταξύ του χρόνου επιθεώρησης και του πηλίκου νοημοσύνης έχει αποτελέσει μία πηγή διαμάχης ανάμεσα στους υποστηρικτές των

αντιτιθέμενων θεωριών επεξεργασίας από κάτω-προς τα πάνω (bottom-up models) και από πάνω-προς τα κάτω (top-down models). Οι θεωρητικοί της από κάτω-προς τα πάνω επεξεργασίας υποστηρίζουν ότι ο χρόνος επιθεώρησης, ως μια βασική ικανότητα επεξεργασίας που αντανακλά τη νευρωνική λειτουργία, επηρεάζει τη διακύμανση του πηλίκου νοημοσύνης, ενώ οι υποστηρικτές της από πάνω-προς τα κάτω επεξεργασίας ισχυρίζονται ότι οι διαφορές στο χρόνο επιθεώρησης πηγάζουν από τη διακύμανση στο πηλίκονοημοσύνης. (Luciano et al., 2005). Με άλλα λόγια, σύμφωνα με την πρώτη θέση ο χρόνος επιθεώρησης θεωρείται μία αιτία των διαφορών στην ευφυΐα, αφού ο εγκέφαλος των πιο ευφυών ανθρώπων επεξεργάζεται πληροφορίες με ένα ταχύτερο ρυθμό, ενώ σύμφωνα με τη δεύτερη θέση ο χρόνος επιθεώρησης είναι απλά ένα άλλο τεστ στο οποίο οι πιο ευφυείς άνθρωποι βρίσκουν έναν τρόπο να τα πηγαίνουν καλύτερα. Υπό αυτή την οπτική ο χρόνος επιθεώρησης είναι απλώς ένα επακόλουθο των διαφορών στην ευφυΐα (Deary, 2001).

Οι Luciano et al. (2005) διερεύνησαν την κατεύθυνση της αιτιότητας ανάμεσα στο χρόνο επιθεώρησης και το πηλίκονοημοσύνης σ' ένα δείγμα από 2012 γενετικώς σχετιζόμενα άτομα (εφήβους και ενήλικες). Συγκεκριμένα στην έρευνα αυτή συμμετείχαν μονοζυγωτικά και διζυγωτικά ζευγάρια διδύμων μαζί με ή χωρίς κάποιο ή κάποια από τα άλλα (μη δίδυμα) αδέλφια τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υποστηρίζονται ούτε μοντέλα μονοδρομικής αιτιότητας ούτε μοντέλα αμφίδρομης αιτιότητας. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι τα ευρήματά τους υποστηρίζουν ότι ο χρόνος επιθεώρησης δεν επηρεάζει τη διακύμανση στο πηλίκονοημοσύνης ούτε είναι συνέπεια των ατομικών διαφορών στο πηλίκονοημοσύνης. Συμπεραίνουν, δηλαδή, ότι δεν υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ του χρόνου επιθεώρησης και του πηλίκου νοημοσύνης, αλλά, αντίθετα ότι οι δύο έννοιες/ικανότητες είναι μερικώς εξαρτώμενες από την ίδια λανθάνουσα αιτία, η οποία, όπως έδειξε η ανάλυσή τους, είναι γενετική.

Συνοψίζοντας, η τρέχουσα έρευνα για τη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και την ευφυΐα δείχνει ότι η ταχύτητα με την οποία οι άνθρωποι εκτελούν πολύ απλά αντιληπτικά και γνωστικά έργα συσχετίζεται σημαντικά με την ψυχομετρικά μετρημένη ευφυΐα. Με άλλα λόγια, έχει βρεθεί ότι οι μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις με τις επιδόσεις στα παραδοσιακά τεστ ευφυΐας. Γενικά, τα άτομα με υψηλότερους δείκτες νοημοσύνης τείνουν να εξετάζουν, να συλλαμβάνουν και να αποκρίνονται στα ερεθίσματα πολύ πιο γρήγορα απ' ό,τι τα άτομα με χαμηλότερους δείκτες (Deary, 2001, 2012· Jensen, 2006· Mackintosh, 1998· Neisser et al., 1996). Μπορεί να υποστηριχθεί, λοιπόν, σύμφωνα με τα πιο πάνω ερευνητικά δεδομένα ότι η

ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών συνιστά μια γνωστική συµμεταβλητή (cognitive correlate) ή, µε άλλα λόγια, ένα γνωστικό συστατικό της νοηµοσύνης. Ωστόσο, δεν έχει εξακριβωθεί ακόµα η κατεύθυνση της αιτιότητας που διέπει τη συσχέτιση µεταξύ ταχύτητας επεξεργασίας και νοηµοσύνης (Deary, 2001· Neisser et al., 1996).

Η τρέχουσα έρευνα έχει δείξει ότι πέρα από την ταχύτητα επεξεργασίας, δύο άλλες παράµετροι του γνωστικού συστήµατος, ο έλεγχος της επεξεργασίας, ή αλλιώς η προσοχή, και η εργαζόµενη µνήµη, µπορούν να εξηγήσουν ένα σηµαντικό µέρος της διακύµανσης της νοηµοσύνης, όπως αυτή µετρίεται µε τα κλασικά τεστ ευφυΐας. Η συνεισφορά της παρούσας έρευνας στο σχετικό ερευνητικό χώρο έγκειται εν µέρει στο ότι έχει συµπεριλάβει σ' ένα ενιαίο ερευνητικό σχεδιασµό ποικίλες συµπεριφορικές µετρήσεις και των τριών βασικών παραµέτρων του γνωστικού συστήµατος, προκειµένου να αποκαλυφθεί η σχέση της κάθε παραµέτρου µε τη νοηµοσύνη, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράµετροι. Η παρούσα έρευνα στοχεύοντας να συλλάβει και την αναπτυξιακή διάσταση του θέµατος έχει µελετήσει τη σχέση των τριών παραµέτρων µε την ψυχοµετρική ευφυΐα σ' όλο το εύρος της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται αναφορά στη σχέση που παρουσιάζει η ευφυΐα µε µετρήσεις της εργαζόµενης µνήµης.

2.4.2 Σχέση µεταξύ ευφυΐας και εργαζόµενης µνήµης

Σύµφωνα µε το Schweizer (2005) η έρευνα για την εργαζόµενη µνήµη συνιστά ένα από τα πιο υποσχόµενα σηµεία εκκίνησης για τη διερεύνηση της γνωστικής βάσης της νοηµοσύνης. Υπάρχουν πάρα πολλές έρευνες, οι οποίες έχουν διερευνήσει τη σχέση ανάµεσα σε µετρήσεις της εργαζόµενης µνήµης και σε µετρήσεις της νοηµοσύνης. Οι έρευνες αυτές έδειξαν ότι η εργαζόµενη µνήµη παρουσιάζει σηµαντικές συσχετίσεις µε τη νοηµοσύνη τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες (Ackerman, Beier, & Boyle, 2005· Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004· Buehner, Krumm, Ziegler, & Pluecken, 2006· Burns, Nettelbeck & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004· Colom, Abad, Rebollo, & Shih, 2005· Conway et al., 2002· Engle et al., 1999· Fry & Hale, 1996, 2000· Mackintosh, 1998· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman, Nyberg, & Bohlin, 2008· Tillman et al., 2009· van Leeuwen et al., 2007). Σύµφωνα µε τους Schweizer και Moosbrugger (2004) η σηµαντική σχέση ανάµεσα στην εργαζόµενη µνήµη και τη νοηµοσύνη,

την οποία καταδεικνύουν τα διαθέσιμα ερευνητικά ευρήματα είναι ένα γεγονός που εισηγείται ότι η εργαζόμενη μνήμη συνιστά ένα σημαντικό μέρος της γνωστικής βάσης της νοημοσύνης.

Η άποψη ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί να εξηγήσει ένα σημαντικό μέρος της ευφυΐας και ειδικότερα τον παράγοντα g έχει προταθεί προς το τέλος του εικοστού αιώνα και έχει προοδευτικά βρει αυξανόμενη υποστήριξη (Cornoldi, 2006). Οι de Ribaupierre και Lecerf (2006) έδειξαν πώς δύο εντελώς διαφορετικές ερευνητικές παραδόσεις, η νεο-πιαζετιανή προσέγγιση και η ψυχομετρική, συγκλίνουν στη βασική παραδοχή ότι η εργαζόμενη μνήμη σχετίζεται σημαντικά με την ευφυΐα. Σύμφωνα με μια νεο-πιαζετιανή άποψη και συγκεκριμένα αυτήν του Pascual-Leone (1970) η ανάπτυξη της ευφυΐας μπορεί να αποδοθεί στον αριθμό των μονάδων πληροφορίας που το παιδί είναι ικανό να συγκρατεί στην εργαζόμενη μνήμη του και αυτός ο αριθμός αυξάνεται κατά μία μονάδα κάθε δεύτερο χρόνο.

Η εργαζόμενη μνήμη θεωρείται μία από τις γνωστικές διαδικασίες που εμπλέκεται στην εκτέλεση έργων μιας ευρείας κλίμακας (γλωσσικές λειτουργίες, ανάγνωση, αριθμητική, καθημερινότητα κ.α.) (Gathercole & Baddeley, 1993· Jarvis & Gathercole, 2003· Logie, Gilhooly, & Wynn, 1994· Mackintosh, 1998). Η λειτουργία της εργαζόμενης μνήμης έγκειται στη συγκράτηση πληροφοριών σε μια προσωρινή αποθήκη (λειτουργία αποθήκευσης) και στον ταυτόχρονο χειρισμό νέων πληροφοριών (λειτουργία επεξεργασίας). Για να λύσουμε, για παράδειγμα, ένα σύνθετο πρόβλημα χρειάζεται να το σπάσουμε σε επιμέρους κομμάτια, να επεξεργαστούμε ένα μέρος από αυτά και, ενώ συγκρατούμε στη μνήμη μας το αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας, την ίδια στιγμή επεξεργαζόμαστε άλλα μέρη του προβλήματος, μέχρι να οδηγηθούμε σε μια τελική απάντηση του προβλήματος ως ολότητα, συνδυάζοντας μεταξύ τους τις επιμέρους λύσεις (Mackintosh, 1998). Οι Verguts και de Boeck (2001) εισηγούνται ότι η σχέση μεταξύ του παράγοντα g και της εργαζόμενης μνήμης (working memory capacity) οφείλεται στο γεγονός ότι τα άτομα με καλύτερη εργαζόμενη μνήμη είναι καλύτερα στο να αποθηκεύουν υπο-αποτελέσματα και αρχές επίλυσης. Συνεπώς, όταν έρχονται αντιμέτωπα με ένα σύνθετο έργο συλλογισμού, είναι ικανά να αναλύουν το πρόβλημα και να προχωρούν βήμα-βήμα στην εξέταση των επιμέρους στοιχείων του, ενώ ταυτόχρονα είναι σε θέση να προλαμβάνουν και να αποθηκεύουν περισσότερες αρχές επίλυσης.

Μεγάλο μέρος από την έρευνα για την εργαζόμενη μνήμη έχει επηρεαστεί σημαντικά από το πολυεπίπεδο μοντέλο που πρότειναν οι Baddeley και Hitch (1974). Στο θεωρητικό τους μοντέλο για την εργαζόμενη μνήμη οι Baddeley και Hitch (1974) υποστηρίζουν την ύπαρξη ενός κεντρικού εκτελεστή και δύο «υποτελών» συστημάτων, ενός φωνολογικού κυκλώματος και ενός οπτικο-χωρικού σημειωματάριου, υπεύθυνων για τη βραχύχρονη συγκράτηση

λεκτικών και οπτικο-χωρικών πληροφοριών, αντίστοιχα. Ο κεντρικός εκτελεστής είναι ένα σύστημα επεξεργασίας, ελέγχου και προσοχής, το οποίο εποπτεύει και συντονίζει τα «υποτελή» συστήματα. Δεδομένης της σχέσης που παρουσιάζει η ψυχομετρικά οριζόμενη ευφυΐα με την εργαζόμενη μνήμη, ένα ερώτημα που προκύπτει και απασχολεί την τρέχουσα σχετική έρευνα αφορά στο κατά πόσο το σύστημα της εργαζόμενης μνήμης ως ολότητα σχετίζεται με την ευφυΐα ή εάν μόνο κάποιο ή κάποια από τα συστατικά της εργαζόμενης μνήμης ευθύνονται για τη σχέση που παρουσιάζει με την ευφυΐα. Με άλλα λόγια, δεδομένου ότι τα έργα εργαζόμενης μνήμης εμπεριέχουν τόσο βραχύχρονη αποθήκευση όσο και κάποιο είδος απαίτησης για επεξεργασία, η σχέση τους με τη νοημοσύνη μπορεί να αποδίδεται στο συστατικό της αποθήκευσης, στο συστατικό της επεξεργασίας ή και στα δύο. Ως προς αυτό το θέμα οι Colom et al. (2008) υπογραμμίζουν ότι τα υποκείμενα συστατικά που ευθύνονται για την ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη παραμένουν ένα μυστήριο ζήτημα παρά τις ερευνητικές προσπάθειες που γίνονται για την αποκάλυψή τους. Υποστηρίζουν ότι αυτό οφείλεται στο ότι οι έρευνες αυτές δεν συμπεριλαμβάνουν μία ταυτόχρονη και περιεκτική αξιολόγηση όλων των υπό ενδιαφέρον σχετικών εννοιών.

Οι περισσότερες έρευνες για τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη έχουν διεξαχθεί σε ενήλικες και έχουν δείξει ότι η εργαζόμενη μνήμη στους ενήλικες παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την ευφυΐα. Σύμφωνα με τους van Leeuwen et al. (2007) η εργαζόμενη μνήμη στους ενήλικες αποτελεί ένα κατάλληλο ενδοφαινότυπο για την ευφυΐα. Οι Kyllonen και Christal (1990) έχουν υποστηρίξει ότι η εργαζόμενη μνήμη είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για τη ρέουσα νοημοσύνη. Σε δείγμα νεαρών ενηλίκων βρήκαν ότι η συσχέτιση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα ευφυΐα ήταν τόσο υψηλή, ώστε κυμαινόταν γύρω στο .80. Οι Colom et al. (2004) έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη επικάλυψη στη διακύμανση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και του γενικού παράγοντα ευφυΐας (g). Στην έρευνα των Burns, Nettelbeck και McPherson (2009), η οποία παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα, προέκυψαν μέσα από διερευνητική παραγοντική ανάλυση των τεστ προσοχής που χρησιμοποίησαν τρεις παράγοντες, εκ των οποίων οι δύο αφορούσαν σε πτυχές της επιτηρούμενης προσοχής (sustained attention) και ο τρίτος αφορούσε στην εργαζόμενη μνήμη. Ο παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης προέβλεπε ιδιαίτερα καλά τον ανώτερης τάξης γενικό παράγοντα ευφυΐας. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής για την παλινδρόμηση του ανώτερης τάξης γενικού παράγοντα της ευφυΐας στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης ήταν .70. Επίσης, ο παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης παρουσίαζε πολύ υψηλή συσχέτιση με τον παράγοντα της ρέουσας νοημοσύνης (.88).

Οι Ackerman, Beier και Boyle (2005) σε μια μετα-ανάλυση 86 ερευνών βρήκαν μια συσχέτιση της τάξης του .48 μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ευφυΐας. Πρέπει να επισημανθεί ότι η ανάλυση και τα συμπεράσματα των Ackerman, Beier και Boyle (2005) έχουν δεχθεί κριτική σε πολλά επίπεδα. Για παράδειγμα, οι Oberauer, Schulze, Wilhelm και Suess (2005), αναλύοντας ξανά το ίδιο σύνολο δεδομένων, βρήκαν ότι η συσχέτιση μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας ευφυΐας είναι υψηλότερη (γύρω στο .70) απ' αυτήν που δηλώθηκε στο αρχικό άρθρο (κάτω από .50). Επίσης, όσον αφορά σε μεθοδολογικά ζητήματα οι de Ribaupierre και Lecerf (2006) σχολιάζουν ότι οι συσχετίσεις μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας ευφυΐας μπορεί να υποτιμηθούν, αν υπολογιστούν σε ομοιογενείς πληθυσμούς.

Πέρα από τον πληθυσμό των ενηλίκων η έρευνα έχει δείξει ότι και στα παιδιά η εργαζόμενη μνήμη παρουσιάζει σημαντικές συσχετίσεις με την ευφυΐα. Μάλιστα είναι γνωστό ότι στα παιδιά η εργαζόμενη μνήμη και η ευφυΐα αναπτύσσονται από κοινού. Οι Fry και Hale (1996) σε δείγμα παιδιών ηλικίας από 7 μέχρι 12 χρόνων και νεαρών ενηλίκων ηλικίας από 17 μέχρι 19 χρόνων βρήκαν ότι ένα μεγάλο μέρος του συνόλου των αναπτυξιακών αλλαγών στη ρέουσα νοημοσύνη, όπως αυτή μετριέται με το τεστ του Raven, μεσολαβείται από αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη. Επίσης, βρήκαν ότι ακόμα και όταν οι σχετικές με την ηλικία διαφορές στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη ελέγχονταν στατιστικά, η εργαζόμενη μνήμη εξακολουθούσε να είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας για τη ρέουσα νοημοσύνη. Επιπρόσθετα, η εργαζόμενη μνήμη είχε άμεση και στατιστικά σημαντική επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη, ακόμα και όταν τόσο η ηλικία όσο και η ταχύτητα επεξεργασίας ελέγχονταν στατιστικά. Οι De Jong και Das-Smaal (1995) σε δείγμα εννιάχρονων παιδιών βρήκαν μία ισχυρή συσχέτιση της τάξης του .66 ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη.

Οι Miller και Vernon (1996) εξέτασαν τις σχέσεις ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Συγκεκριμένα μελέτησαν το ηλικιακό εύρος από τα 4 μέχρι και τα 6 χρόνια. Για τη μέτρηση της νοημοσύνης χρησιμοποίησαν την κλίμακα νοημοσύνης του Wechsler για νήπια (WPPSI-R). Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική αύξηση στο R^2 , όταν η ταχύτητα επεξεργασίας προστίθετο μετά την εργαζόμενη μνήμη στο μοντέλο παλινδρόμησης. Αντίθετα, υπήρχε μία ουσιαστική και σημαντική αύξηση στο R^2 , όταν η εργαζόμενη μνήμη προστίθετο μετά την ταχύτητα επεξεργασίας. Τα αποτελέσματα αυτά οδήγησαν τους Miller και Vernon (1996) στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μία χαμηλή συσχέτιση

ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και τη νοημοσύνη και ότι βαρύνουσα σημασία για τη νοημοσύνη στην προσχολική ηλικία έχει η εργαζόμενη μνήμη.

Στην έρευνα των van Leeuwen et al. (2007), οι οποίοι διερεύνησαν τους υποσχόμενους ενδοφαινότυπους για τη νοημοσύνη παιδιών και εφήβων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εργαζόμενη μνήμη συσχετιζόταν σημαντικά με την ευφυΐα τόσο στην ομάδα των παιδιών όσο και στην ομάδα των εφήβων. Η ευφυΐα στην έρευνα αυτή μετρήθηκε με τις κλίμακες του Wechsler και συγκεκριμένα με την κλίμακα νοημοσύνης για παιδιά (WISC-III) και την κλίμακα νοημοσύνης για ενήλικες (WAIS-III). Οι van Leeuwen et al. (2007) υποστηρίζουν ότι η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να αποτελεί ένα υποσχόμενο ενδοφαινότυπο για την ευφυΐα στα παιδιά και τους εφήβους και εισηγούνται ότι οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εξετάσουν το κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη στα παιδιά και τους εφήβους είναι επαρκώς κληρονομούμενη και γενετικά συσχετιζόμενη με την ευφυΐα.

Η πιο πάνω σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση της σχετικής έρευνας στο χώρο καταδεικνύει την ύπαρξη μιας σημαντικής σχέσης ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ευφυΐα. Όλα τα συστατικά της εργαζόμενης μνήμης είναι υποψήφιος συμμεταβλητές της ευφυΐας. Οι Schweizer και Moosbrugger (2004) εύστοχα σημειώνουν ότι, επειδή η πιο σημαντική και ευρέως αποδεκτή έννοια της εργαζόμενης μνήμης διακρίνει μεταξύ τριών συστημάτων-μονάδων, προκύπτει το ερώτημα που αφορά στο κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη ως ολότητα είναι σημαντική πηγή ατομικών διαφορών στη νοημοσύνη ή κατά πόσο κάποια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός από τα τρία συστήματα-μονάδες της εργαζόμενης μνήμης (κεντρικός εκτελεστής, φωνολογικό κύκλωμα και οπτικο-χωρικό σημειωματάριο) είναι ιδιαίτερα σημαντική ως πηγή ατομικών διαφορών στη νοημοσύνη. Το ίδιο ερώτημα μπορεί να επεκταθεί και στο επίπεδο των αναπτυξιακών διαφορών. Σε επίπεδο αναπτυξιακών διαφορών το ερώτημα αυτό αφορά στο κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη ως ολότητα είναι σημαντική πηγή αναπτυξιακών αλλαγών στη νοημοσύνη ή κατά πόσο κάποια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός από τα τρία συστήματά της είναι ιδιαίτερα σημαντική ως πηγή αναπτυξιακών αλλαγών στη νοημοσύνη.

Ο κεντρικός εκτελεστής της εργαζόμενης μνήμης διαδραματίζει έναν, εκ πρώτης όψεως, μη αντιληπτό ρόλο στα γνωστά έργα ευφράδειας (Lezak, 1995· Mackintosh, 1998). Η ευφράδεια λόγου συνιστά έναν εκ των δύο γλωσσικών παραγόντων που ο Thurstone (1938) συμπεριέλαβε στις επτά πρώτιστες νοητικές ικανότητες που πρότεινε. Ο Carroll (1993), επίσης, αναγνώρισε αυτόν τον παράγοντα. Τα έργα ευφράδειας απαιτούν από το συμμετέχοντα να αναφέρει σε χρονικό διάστημα ενός λεπτού όσο το δυνατό περισσότερες

λέξεις γνωρίζει που ξεκινούν από ένα συγκεκριμένο γράμμα (για παράδειγμα το γράμμα T) ή που συμβολίζουν πράγματα που ανήκουν σε μία εννοιολογική κατηγορία (για παράδειγμα την κατηγορία «φαγητά»). Παρόλο που αυτή η δοκιμασία μπορεί να φαίνεται σχετικά εύκολη, εντούτοις, όπως πολύ σωστά τονίζει ο Mackintosh (1998), πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι είναι ασυνήθιστη και απαιτεί από το συμμετέχοντα να επινοήσει και να εκτελέσει μια κατάλληλη στρατηγική ανύσχυσης, ενώ ταυτόχρονα να ελέγχει τις λέξεις που του έρχονται στο μυαλό, για να διασφαλίσει ότι είναι κατάλληλες και ότι δεν έχουν ξαναειπωθεί. Μάλιστα οι ασθενείς με βλάβη στο μετωπιαίο λοβό διαπράττουν και τους δύο τύπους λαθών. Διαφαίνεται, λοιπόν, ότι ο κεντρικός εκτελεστής της εργαζόμενης μνήμης εμπλέκεται στην εκτέλεση των έργων ευφράδειας λόγου.

Η σημασία του ρόλου που διαδραματίζει ο κεντρικός εκτελεστής στη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και νοημοσύνης έχει επισημανθεί από πολλές έρευνες. Στην έρευνα των Friedman et al. (2006) σε δείγμα νεαρών ενηλίκων βρέθηκε μία ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της μνημονικής ενημέρωσης (updating working memory) και της ευφυΐας τόσο της ρέουσας ευφυΐας όσο και της αποκρυσταλλωμένης. Οι συντελεστές διαδρομής (path coefficients) για την άμεση επίδραση του παράγοντα της μνημονικής ενημέρωσης στη ρέουσα και την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη ήταν .74 και .79, αντίστοιχα. Η λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης περιλαμβάνει την ταυτόχρονη προσθήκη και διαγραφή πληροφοριών στην εργαζόμενη μνήμη και εξυπηρετεί τη διατήρηση των σχετικών πληροφοριών σε μια ενεργή κατάσταση στην παρουσία παρεμβολών. Οι Friedman et al. (2006) επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματά τους τονίζουν τη σημασία της ικανότητας για μνημονική ενημέρωση στις τρέχουσες απόψεις για την ευφυΐα και είναι συνεπή με τα πολυάριθμα ευρήματα σχετικά με τη σχέση μεταξύ ευφυΐας και εργαζόμενης μνήμης. Αξίζει να επισημανθεί ότι τα έργα που ορίζουν τον παράγοντα της μνημονικής ενημέρωσης στην έρευνα των Friedman et al. (2006) είναι έργα που αξιολογούν το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης ή, με άλλα λόγια, το συστατικό της ικανότητας επεξεργασίας (processing component of WM). Θα μπορούσε, επομένως, κάποιος να συμπληρώσει ότι η ικανότητα για μνημονική ενημέρωση συνδέεται με τον κεντρικό εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης και, άρα η σχέση μεταξύ ευφυΐας και εργαζόμενης μνήμης ίσως να οφείλεται πρωτίστως σ' αυτό το συστατικό/σύστημα της εργαζόμενης μνήμης.

Οι ερευνητές συμφωνούν ότι είναι δύσκολο να δείξει κανείς ότι οι απλές και οι σύνθετες μετρήσεις μνημονικού πεδίου τροφοδοτούνται από ευκρινώς διαχωρίσιμες νοητικές λειτουργίες (Colom, Rebollo, Abad, & Shih, 2006· Colom, Shih, Flores-Mendoza, & Quiroga,

2006· Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010· Heitz, Unsworth & Engle, 2005· Unsworth & Engle, 2007). Οι Engel de Abreu, Conway και Gathercole (2010) και οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) υπογραμμίζουν ότι καμία γνωστική μέτρηση δεν είναι αμιγής, με την έννοια ότι δεν υπάρχει έργο που να μετρά μόνο εργαζόμενη μνήμη ή μόνο βραχύχρονη μνήμη. Διατυπώνουν την άποψη ότι τόσο τα απλά έργα μέτρησης της αποθηκευτικής μνημονικής ικανότητας όσο και τα σύνθετα έργα, τα οποία μετρούν τόσο την αποθηκευτική όσο και την εκτελεστική ικανότητα της εργαζόμενης μνήμης, αντανακλούν όμοιες έννοιες αλλά σε διαφορετικές αναλογίες. Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) υποστηρίζουν ότι από τη μια, τα απλά έργα μέτρησης της αποθηκευτικής μνημονικής ικανότητας ή αλλιώς τα έργα βραχύχρονης μνήμης γενικά μετρούν αποθήκευση εξειδικευμένη ανά πεδίο και στρατηγικές επανάληψης (rehearsal), αλλά αναμφισβήτητα απαιτούν επίσης και κάποια εκτελεστική λειτουργία. Από την άλλη, τα σύνθετα έργα ή αλλιώς τα έργα εργαζόμενης μνήμης μετρούν κατά κύριο λόγο ικανότητα εκτελεστικού ελέγχου, αλλά επίσης και εξειδικευμένη ανά πεδίο αποθήκευση και στρατηγικές επανάληψης.

Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) αναφερόμενοι στη σχέση που υπάρχει μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και βραχύχρονης μνήμης, ισχυρίζονται ότι αν πράγματι τα έργα εργαζόμενης μνήμης αξιολογούν μια ικανότητα πάνω και πέρα από αυτήν που απαιτείται από τα απλά έργα μέτρησης του μνημονικού πεδίου (simple span tasks), τότε ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων που περιλαμβάνει ξεχωριστές έννοιες – λανθάνοντες παράγοντες για την εργαζόμενη και τη βραχύχρονη μνήμη θα πρέπει να έχει καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα απ' ό,τι ένα μοντέλο που περιλαμβάνει ένα μοναδικό λανθάνοντα παράγοντα. Επιπρόσθετα, υποστηρίζουν ότι, εάν αυτές οι έννοιες παρουσιάζουν καλή διακριτική εγκυρότητα, τότε ο λανθάνων παράγοντας για τη βραχύχρονη μνήμη δεν θα πρέπει να συσχετίζεται σημαντικά με τον παράγοντα για τη ρέουσα ευφυΐα, ενώ αντίθετα ο λανθάνων παράγοντας για την εργαζόμενη μνήμη θα πρέπει να συσχετίζεται σημαντικά με τον παράγοντα για τη ρέουσα ευφυΐα. Επίσης, σημειώνουν ότι, παρόλο που η εργαζόμενη μνήμη και η βραχύχρονη μνήμη είναι διαχωρίσιμες, πρέπει ωστόσο να συσχετίζονται. Ως προς το θέμα αυτό οι Colom et al. (2008), εκτιμώντας μέσα από διάφορες έρευνες την κοινή διακύμανση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη βραχύχρονη μνήμη, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέση κοινή διακύμανση ανάμεσά τους κυμαίνεται χονδρικά γύρω στο 75%.

Σε έρευνά τους οι Engle et al. (1999) εξέτασαν σε δείγμα ενηλίκων τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη, τη βραχύχρονη μνήμη και τη γενική ρέουσα ευφυΐα. Για τη μέτρηση της ρέουσας ευφυΐας χρησιμοποίησαν το τεστ των Προοδευτικών Μήτρων του Raven και το

Πολιτισμικά Δίκαιο Τεστ του Cattell. Για τη μέτρηση της βραχύχρονης μνήμης χρησιμοποίησαν απλά έργα μνημονικού πεδίου, ενώ για τη μέτρηση της εργαζόμενης μνήμης χρησιμοποίησαν σύνθετα έργα μνημονικού πεδίου, τα οποία αξιολογούν και τα δύο συστατικά της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή αξιολογούν τόσο το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης όσο και το συστατικό της επεξεργασίας. Οι Engle et al. (1999) υποστηρίζουν ότι οι ατομικές διαφορές στην επίδοση στα σύνθετα έργα μνημονικού πεδίου οφείλονται κυρίως σε διαφορές στο συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης. Υπέθεσαν ότι ο λανθάνοντας παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης, ο οποίος ορίζεται από τα σύνθετα έργα μνημονικού πεδίου, συσχετίζεται με τη ρέουσα νοημοσύνη, ενώ ο λανθάνοντας παράγοντας της βραχύχρονης μνήμης, ο οποίος ορίζεται από τα απλά έργα μνημονικού πεδίου, δε συσχετίζεται με τη ρέουσα νοημοσύνη. Πράγματι, τα αποτελέσματα της έρευνάς τους κατέδειξαν ότι ο παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης προέβλεπε σε σημαντικό επίπεδο τη ρέουσα νοημοσύνη, ενώ ο παράγοντας της βραχύχρονης μνήμης δεν προέβλεπε σημαντικά τη ρέουσα νοημοσύνη. Επίσης, τα αποτελέσματά τους επιβεβαίωσαν την υπόθεσή τους ότι οι παράγοντες της βραχύχρονης και της εργαζόμενης μνήμης ήταν διαχωρίσιμοι αλλά στενά συσχετιζόμενοι. Επιπρόσθετα, επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψή τους ότι η εργαζόμενη μνήμη εξακολουθεί να συσχετίζεται σημαντικά με τη ρέουσα νοημοσύνη, ακόμα και μετά την αφαίρεση της διακύμανσης που είναι κοινή στην εργαζόμενη μνήμη και τη βραχύχρονη μνήμη, ενώ αντίθετα η βραχύχρονη μνήμη δε συσχετίζεται σημαντικά με τη ρέουσα νοημοσύνη.

Οι Engle et al. (1999) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ρέουσας ευφυΐας οφείλεται σε κάποια άλλη πτυχή της εργαζόμενης μνήμης και όχι στις διαδικασίες αποθήκευσης. Υποστηρίζουν ότι ο έλεγχος της προσοχής είναι αυτός που διαμεσολαβεί σε αυτή τη σχέση. Με άλλα λόγια, οι Engle et al. (1999) εισηγούνται ότι η απαίτηση για ελεγχόμενη προσοχή (controlled attention) συνιστά το συνδετικό κρίκο ανάμεσα στις μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης και στις μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης. Η απαίτηση για ελεγχόμενη προσοχή αφορά στην απαίτηση για ενεργό διατήρηση των πληροφοριών στην εργαζόμενη μνήμη εν όψει ταυτόχρονης επεξεργασίας και/ή μετατοπίσεων της προσοχής. Ο κεντρικός εκτελεστής της εργαζόμενης μνήμης είναι αυτός που ικανοποιεί την απαίτηση για ελεγχόμενη προσοχή. Σύμφωνα με τους Engle et al. (1999) το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης διατηρεί την ενεργοποίηση των πληροφοριών που είναι σχετικές με το στόχο και εμποδίζει την ενεργοποίηση ή αναχαιτίζει τις πληροφορίες που είναι άσχετες με το στόχο. Με λίγα λόγια, οι Engle et al. (1999)

υποστηρίζουν ότι το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης είναι υπεύθυνο για τη σχέση μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας ευφυΐας.

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της έρευνας των Engle et al. (1999) βρίσκονται και τα αποτελέσματα άλλων ερευνών που διεξάχθηκαν σε ενήλικες (Conway et al., 2002· Conway, Kane, & Engle, 2003· Heitz, Unsworth & Engle, 2005· Kane, Hambrick, Tuholski, Wilhelm, Payne, & Engle, 2004). Οι Conway et al. (2002) εισηγούνται ότι υπάρχει μία πολύ ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη. Οι ερευνητές αυτοί διερεύνησαν σε δείγμα ενηλίκων τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στις ατομικές διαφορές στη βραχύχρονη μνήμη, την εργαζόμενη μνήμη, την ταχύτητα επεξεργασίας και τη ρέουσα νοημοσύνη με σκοπό να προσδιορίσουν ποια από αυτές τις γνωστικές λειτουργίες συνιστά την καλύτερη προβλεπτική παράμετρο των ατομικών διαφορών στη ρέουσα νοημοσύνη. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους εισηγούνται ότι ούτε η βραχύχρονη μνήμη ούτε η ταχύτητα επεξεργασίας προβλέπουν σε σημαντικό επίπεδο τη ρέουσα νοημοσύνη στους νεαρούς ενήλικες. Αντίθετα, η εργαζόμενη μνήμη συνιστά μία στατιστικώς σημαντική προβλεπτική παράμετρο για τη ρέουσα νοημοσύνη.

Κρίνεται, ωστόσο, σκόπιμο να επισημανθούν δύο σημεία, τα οποία εγείρουν ερωτηματικά όσον αφορά στις μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας στην έρευνα των Conway et al. (2002). Πρώτον, στην έρευνα αυτή δεν λήφθηκαν μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας αυτής καθαυτής, δηλαδή η ταχύτητα επεξεργασίας δεν μετρήθηκε, όπως συνήθως μετριέται, ως χρόνος αντίδρασης, αλλά μετρήθηκε ως το σύνολο των ορθών απαντήσεων. Δεύτερον, είναι σχετικά δύσκολο να τύχουν ερμηνείας τα ευρήματα που αφορούν στις σχέσεις που παρουσιάζει ο λανθάνοντας παράγοντας της ταχύτητας επεξεργασίας με τους λανθάνοντες παράγοντες της βραχύχρονης και της εργαζόμενης μνήμης. Η ταχύτητα επεξεργασίας παρουσιάζει μία μέτρια συσχέτιση με τη βραχύχρονη μνήμη (.40), ενώ παρουσιάζει μία σχεδόν μηδενική συσχέτιση με την εργαζόμενη μνήμη (-.06). Επομένως, με βάση τα δύο πιο πάνω σημεία εγείρονται ερωτηματικά όσον αφορά στη λειτουργική χρήση της έννοιας της ταχύτητας επεξεργασίας.

Οι Conway et al. (2002) υποστηρίζουν ότι τα αποτελέσματά τους οδηγούν στην υπόθεση ότι η εργαζόμενη μνήμη ενδέχεται να είναι η βάση του g του Spearman. Ως προς το θέμα αυτό ο Kyllonen (1996) δηλώνει ότι η κεντρικότητα της εργαζόμενης μνήμης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί όντως να είναι ουσιαστικά το g του Spearman. Σε συμφωνία με τον Kyllonen (1996), ο Jensen (1998) αναφέρει ότι ο ρόλος της εργαζόμενης μνήμης στις ατομικές διαφορές στην επεξεργασία πληροφοριών είναι τόσο κεντρικός, ώστε

μερικοί γνωστικοί θεωρητικοί εξισώνουν την εργαζόμενη μνήμη με το ίδιο το *g*. Οι Conway et al. (2002) σημειώνουν ότι ο στόχος της έρευνάς τους δεν είναι να εισηγηθούν ότι η εργαζόμενη μνήμη είναι το *g* του Spearman, αλλά να εισηγηθούν ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί να είναι ένας θεμελιώδης καθοριστικός παράγοντας για το *g* του Spearman.

Η θεωρία του Engle και των συνεργατών του (Conway et al., 2002· Conway, Kane, & Engle, 2003· Engle et al., 1999· Heitz, Unsworth & Engle, 2005· Kane et al., 2004) έρχεται σ' αντίθεση με τις θέσεις του Colom και των συνεργατών του (Colom et al., 2008· Colom, Flores-Mendoza, Quiroga, & Privado, 2005· Colom, Rebollo, et al., 2006· Colom & Shih, 2004). Η θεωρία του Engle και των συνεργατών του υποστηρίζει την άποψη ότι οι εκτελεστικές λειτουργίες, ειδικά ο έλεγχος της προσοχής, είναι υπεύθυνες για την υψηλή συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας νοημοσύνης. Αυτή η θεωρία απορρίπτει την άποψη ότι η απλή βραχύχρονη αποθήκευση διαδραματίζει κάποιο ρόλο στη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη. Αντίθετα, ο Colom και οι συνεργάτες του έχουν δημοσιεύσει σειρά άρθρων στα οποία εισηγούνται ότι η απλή βραχύχρονη αποθήκευση ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη. Με άλλα λόγια, εισηγούνται ότι η βραχύχρονη αποθήκευση των πληροφοριών είναι το κύριο συστατικό της εργαζόμενης μνήμης, το οποίο εξηγεί τη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ευφυΐας.

Στην έρευνα των Colom et al. (2008) σε δείγμα ενηλίκων επιδιώκεται μέσα από τρεις διαφορετικές μελέτες η διερεύνηση του ερωτήματος που αφορά στο ποια είναι η υποκείμενη γνωστική λειτουργία που ευθύνεται για τη σημαντική σχέση που υπάρχει μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και νοημοσύνης. Με άλλα λόγια, αυτοί οι ερευνητές αναζητούν το συστατικό της εργαζόμενης μνήμης, στο οποίο οφείλεται η σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη νοημοσύνη. Στην πρώτη μελέτη αυτής της έρευνας εξετάστηκαν η βραχύχρονη μνήμη, η εργαζόμενη μνήμη, η νοητική ταχύτητα (*mental speed*) και η γενική νοημοσύνη. Η νοητική ταχύτητα αφορούσε στην ταχύτητα αναγνώρισης στοιχείων που τύχαιναν βραχύχρονης αποθήκευσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η εργαζόμενη μνήμη και η βραχύχρονη μνήμη είχαν κοινό το 79% της διακύμανσής τους, ενώ η εργαζόμενη μνήμη και η νοητική ταχύτητα είχαν κοινό μόνο το 9% της διακύμανσής τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η βραχύχρονη μνήμη και η νοητική ταχύτητα προέβλεπαν σημαντικά τη γενική νοημοσύνη, ενώ η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης (*working memory residual*) δεν προέβλεπε σε σημαντικό επίπεδο τη γενική νοημοσύνη. Η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης λήφθηκε ως η διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης που δεν

ερμηνευόταν από τη βραχύχρονη αποθήκευση και τη νοητική ταχύτητα. Επομένως, σύμφωνα πάντοτε με τους Colom et al. (2008), η εργαζόμενη μνήμη παύει να προβλέπει στατιστικώς σημαντικά τις ατομικές διαφορές στη γενική ευφυΐα από τη στιγμή που τα συστατικά (components) της βραχύχρονης αποθήκευσης και της νοητικής ταχύτητας αφαιρούνται από τη διακύμανσή της (partialled out).

Στη δεύτερη μελέτη της έρευνας των Colom et al. (2008) τα αποτελέσματα παρουσιάζουν μία διαφορετική εικόνα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης τόσο η βραχύχρονη αποθήκευση όσο και η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης προέβλεπαν στατιστικώς σημαντικά τη γενική νοημοσύνη. Ως εκ τούτου τα αποτελέσματα εισηγούνται ότι η βραχύχρονη αποθήκευση δεν μπορεί να εξηγήσει πλήρως τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη γενική νοημοσύνη. Η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης λήφθηκε ως η διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης που δεν μπορούσε να ερμηνευθεί από το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης. Επομένως, η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης περιέχει διακύμανση, που δεν μπορεί να ερμηνευθεί από τη βραχύχρονη μνήμη αλλά μπορεί να εξηγήσει τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη γενική νοημοσύνη. Αυτή η υπολειπόμενη διακύμανση της εργαζόμενης μνήμης δεν μπορεί να ερμηνευθεί ούτε από τη νοητική ταχύτητα ούτε από την εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης (updating), αφού όπως έδειξε η δεύτερη μελέτη ούτε η νοητική ταχύτητα ούτε η εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης δεν ήταν σημαντικά συστατικά της εργαζόμενης μνήμης. Γεννιέται, λοιπόν, εύλογα το ερώτημα που αφορά στο ποιο είναι αυτό το συστατικό της εργαζόμενης μνήμης στο οποίο οφείλεται η σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη γενική νοημοσύνη. Δηλαδή, πέρα από το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης, υπάρχει ακόμη ένα συστατικό της εργαζόμενης μνήμης, το οποίο επίσης ευθύνεται για τη σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη γενική νοημοσύνη.

Τα αποτελέσματα της δεύτερης μελέτης της έρευνας των Colom et al. (2008) συμφωνούν με τα αποτελέσματα της έρευνας των Colom, Abad et al. (2005). Στην έρευνα των Colom, Abad et al. (2005) βρέθηκε ότι τόσο η βραχύχρονη μνήμη όσο και η εργαζόμενη μνήμη, από την οποία αφαιρέθηκε στατιστικώς το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης, προέβλεπαν στατιστικώς σημαντικά τη γενική νοημοσύνη. Τα αποτελέσματα μάλιστα έδειξαν ότι οι συντελεστές διαδρομής από τους παράγοντες της βραχύχρονης μνήμης και της υπολειπόμενης εργαζόμενης μνήμης στον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης ήταν ακριβώς του ίδιου μεγέθους. Οι Colom, Abad et al. (2005) σημείωσαν ότι η φύση του παράγοντα της

υπολειπόμενης εργαζόμενης μνήμης είναι σε μεγάλο βαθμό μυστήρια. Αντίθετα, στην έρευνα των Colom, Rebollo, et al. (2006), οι οποίοι ανέλυσαν ξανά πέντε σύνολα δεδομένων, τα οποία περιλάμβαναν μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης, της βραχύχρονης μνήμης και της νοημοσύνης, βρέθηκε ότι η βραχύχρονη αποθήκευση είναι καλύτερη προβλεπτική μεταβλητή για τη νοημοσύνη απ' ό,τι είναι η εργαζόμενη μνήμη χωρίς το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης.

Στην τρίτη μελέτη των Colom et al. (2008) τα αποτελέσματα διαφέρουν από τα αντίστοιχα της δεύτερης μελέτης της ίδιας έρευνας. Στην τρίτη μελέτη, σ' αντίθεση με τη δεύτερη, η εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης προέβλεπε στατιστικώς σημαντικά τον ευρύ παράγοντα του μνημονικού πεδίου. Επίσης, η γενική νοημοσύνη προβλεπόταν στατιστικώς σημαντικά τόσο από τη βραχύχρονη μνήμη όσο και από την εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης. Οι Colom et al. (2008), βλέποντας συνολικά τα αποτελέσματα από τις τρεις μελέτες τους, συμπεραίνουν ότι η ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη γενική νοημοσύνη μπορεί κατά κύριο λόγο να ερμηνευθεί από το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης της εργαζόμενης μνήμης. Η νοητική ταχύτητα, η εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης και ο έλεγχος της προσοχής δεν προέβλεπαν με συνέπεια την εργαζόμενη μνήμη, ενώ η βραχύχρονη αποθήκευση εμφάνιζε συνέπεια στην πρόβλεψη της εργαζόμενης μνήμης. Επομένως, οι Colom et al. (2008) τονίζουν ότι η συνέπεια των ευρημάτων από τις τρεις μελέτες τους καταδεικνύει τον κεντρικό ρόλο που διαδραματίζει η απλή βραχύχρονη αποθήκευση στην ισχυρή σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και γενικής νοημοσύνης. Ωστόσο, όπως αναφέρουν, τα ευρήματα από την τρίτη μελέτη τους δείχνουν ότι η εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης φαίνεται, επίσης, να εμπλέκεται στη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και γενικής νοημοσύνης. Ως εκ τούτου η ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και στη γενική νοημοσύνη οφείλεται στην ποσότητα των πληροφοριών που μπορούν να συγκρατηθούν προσωρινά σε μία προσβάσιμη και αξιόπιστη κατάσταση (βραχύχρονη αποθήκευση) αλλά και στην ικανότητα για μνημονική ενημέρωση με τρέχουσες πληροφορίες.

Παρόλο που στην τρίτη μελέτη της έρευνας των Colom et al. (2008) λήφθηκαν μετρήσεις, οι οποίες προσδιόριζαν παράγοντες για την εργαζόμενη μνήμη, τη βραχύχρονη μνήμη, τη νοητική ταχύτητα (mental speed), την εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης, την ελεγχόμενη προσοχή και τη γενική ευφυΐα, εντούτοις οι Colom et al. (2008) δεν επιχείρησαν να συμπεριλάβουν όλους αυτούς τους παράγοντες σ' ένα ενιαίο μοντέλο δομικών εξισώσεων με σκοπό να προβλέψουν τον παράγοντα της γενικής ευφυΐας. Το ενδιαφέρον τους

εστιαζόταν στην αποκάλυψη του συστατικού της εργαζόμενης μνήμης στο οποίο οφείλεται η ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη γενική νοημοσύνη. Με άλλα λόγια, ενδιαφέρονταν να διερευνήσουν τις υποψήφιες έννοιες που θα μπορούσαν να εξηγήσουν τη σχέση εργαζόμενης μνήμης και γενικής νοημοσύνης.

Πέρα από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε ενήλικες υπάρχουν και κάποιες έρευνες, ωστόσο πολύ λίγες, οι οποίες έχουν διεξαχθεί σε παιδιά και έχουν, επίσης, καταπιαστεί με το ερώτημα που αφορά στο ποιο συστατικό της εργαζόμενης μνήμης ευθύνεται για τη σημαντική σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη νοημοσύνη (De Jong & Das-Smaal, 1995· Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010· Swanson, 2008· Tillman et al., 2009· Tillman, Nyberg και Bohlin, 2008). Οι De Jong και Das-Smaal (1995), οι οποίοι διεξήγαγαν έρευνα σε δείγμα εννιάχρονων παιδιών, εισηγούνται ότι είναι η αποτελεσματικότητα του κεντρικού εκτελεστή που συμβάλει στη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ρέουσας νοημοσύνης. Οι Engel de Abreu, Conway και Gathercole (2010) διερεύνησαν τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη, όπως αυτή εκτιμάται με το τεστ του Raven, σε παιδιά νηπιαγωγείου, τα οποία μελέτησαν διαχρονικά σε τρεις χρονικές στιγμές από την ηλικία των πέντε περίπου χρόνων μέχρι την ηλικία των εννέα περίπου χρόνων. Ο πρωταρχικός σκοπός της έρευνάς τους ήταν να προσδιορίσουν ποιο συστατικό της εργαζόμενης μνήμης – η βραχύχρονη αποθήκευση ή ο γνωστικός έλεγχος (cognitive control) – είναι υπεύθυνο για τη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ρέουσας νοημοσύνης. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι η εργαζόμενη μνήμη, η βραχύχρονη μνήμη και η ρέουσα ευφυΐα παρουσίαζαν σημαντικές υψηλές συσχετίσεις μεταξύ τους. Ωστόσο, όταν η κοινή διακύμανση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη βραχύχρονη μνήμη ελεγχόταν στατιστικά, ο παράγοντας της υπολειπόμενης εργαζόμενης μνήμης παρουσίαζε σημαντική συσχέτιση με τη ρέουσα νοημοσύνη, ενώ αντίθετα ο παράγοντας της υπολειπόμενης βραχύχρονης μνήμης δεν παρουσίαζε σημαντική συσχέτιση με τη ρέουσα νοημοσύνη. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι στα νεαρά παιδιά οι μηχανισμοί του γνωστικού ελέγχου και όχι το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης αποτελούν την πηγή της σχέσης της εργαζόμενης μνήμης με τη ρέουσα νοημοσύνη.

Οι Tillman, Nyberg και Bohlin (2008) υποστηρίζουν ότι τόσο η βραχύχρονη αποθήκευση όσο και οι εκτελεστικές λειτουργίες του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης σχετίζονται σημαντικά με την ευφυΐα. Πιο συγκεκριμένα, οι Tillman, Nyberg και Bohlin (2008) διερεύνησαν τη σχέση ανάμεσα στα διάφορα συστατικά της εργαζόμενης μνήμης (βραχύχρονη αποθήκευση και εκτελεστικές λειτουργίες τόσο στο λεκτικό όσο και στο

οπτικοχωρικό πεδίο) και την ευφυΐα, όπως αυτή μετρείται με το τεστ του Raven, σε παιδιά ηλικίας 6 μέχρι 13 χρονών. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους έδειξαν ότι και τα τέσσερα συστατικά της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή, η λεκτική και η οπτικοχωρική βραχύχρονη αποθήκευση και οι λεκτικές και οι οπτικοχωρικές εκτελεστικές λειτουργίες, παρείχαν σημαντικές ανεξάρτητες συνεισφορές στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας. Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι στα παιδιά σχολικής ηλικίας τόσο η βραχύχρονη αποθήκευση όσο και οι εκτελεστικές λειτουργίες του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης σχετίζονται σημαντικά με τη ρέουσα ευφυΐα.

Ο Mackintosh (1998) υποστηρίζει ότι οι συσχετίσεις που παρατηρούνται ανάμεσα στην επίδοση στα έργα εργαζόμενης μνήμης και στις μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης αναπαριστούν μία αληθινή αιτιώδη συμβολή της πρώτης στη δεύτερη. Επίσης, σημειώνει ότι η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να είναι τόσο σημαντική για την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη όσο είναι και για τη ρέουσα νοημοσύνη. Γεννιέται, λοιπόν, το ερώτημα κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη αποτελεί τη γνωστική βάση του g ή, με άλλα λόγια, της γενικής ευφυΐας.

Ανακεφαλαιώνοντας, η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται ότι συνιστά μία ισχυρή συμμεταβλητή της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας, αφού όπως δείχνουν οι έρευνες υπάρχουν ισχυρές σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ευφυΐας τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες. Ωστόσο, δεν υπάρχει συμφωνία μεταξύ των ερευνητών όσον αφορά στο ποιο ή ποια συστατικά της εργαζόμενης μνήμης ευθύνονται για την υψηλή σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με την ευφυΐα. Ως εκ τούτου η γνώση μας είναι ατελής όσον αφορά στη σχετική σημασία καθενός από τα συστατικά της εργαζόμενης μνήμης – απλή βραχύχρονη αποθήκευση και εκτελεστικές λειτουργίες (executive functions) – στην πρόβλεψη της νοημοσύνης. Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τον κεντρικό ρόλο τον έχει η απλή βραχύχρονη αποθήκευση (Colom et al., 2008· Colom, Abad, et al., 2005· Colom, Flores-Mendoza, et al., 2005· Colom et al., 2006· Colom et al., 2004· Colom & Shih, 2004), ενώ άλλοι ερευνητές επικαλούνται τις εκτελεστικές λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος της προσοχής (Conway et al., 2002· Conway, Kane, & Engle, 2003· De Jong & Das-Smaal, 1995· Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010· Engle et al., 1999· Heitz, Unsworth & Engle, 2005· Kane et al., 2004). Επιπρόσθετα, υπάρχουν ερευνητές που υποστηρίζουν ότι τόσο η βραχύχρονη αποθήκευση όσο και οι εκτελεστικές λειτουργίες ευθύνονται για τη σημαντική σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με την ευφυΐα (Tillman et al., 2009· Tillman, Nyberg, & Bohlin, 2008).

Οι Tillman, Nyberg και Bohlin (2008) επισημαίνουν ότι η βιβλιογραφία είναι ιδιαίτερα περιορισμένη όσον αφορά στην προβλεπτική ισχύ των συγκεκριμένων συστατικών της εργαζόμενης μνήμης στα παιδιά. Επίσης, πολύ περιορισμένη είναι και η γνώση μας αναφορικά με τη σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με την ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη, όταν στο ερευνητικό σχέδιο συμπεριληφθούν και οι άλλες δύο συμμεταβλητές της νοημοσύνης, η ταχύτητα επεξεργασίας και ο έλεγχος επεξεργασίας. Αυτό είναι ένα ερώτημα στο οποίο στοχεύει να απαντήσει μεταξύ άλλων η παρούσα έρευνα, καλύπτοντας μάλιστα ηλικιακό εύρος από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια, προκειμένου να συλλάβει και την αναπτυξιακή διάσταση του θέματος.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στην προσπάθεια προσδιορισμού των γνωστικών διαδικασιών που είναι υπεύθυνες για την επίδοση στα τεστ ευφυΐας οι έρευνες έδειξαν ότι ο έλεγχος επεξεργασίας, ή αλλιώς, η προσοχή, συνιστά επίσης μία από τις συμμεταβλητές της νοημοσύνης. Αυτή η σχέση αποτελεί το θέμα της επόμενης ενότητας.

2.4.3 Σχέση μεταξύ ευφυΐας και ελέγχου επεξεργασίας (προσοχής)

Στην προσπάθειά τους οι ερευνητές να διερευνήσουν τις γνωστικές βάσεις της νοημοσύνης έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους και στον έλεγχο της επεξεργασίας ή, με άλλα λόγια, της προσοχής. Η έρευνα για τη σχέση ανάμεσα στην προσοχή και τη νοημοσύνη έχει μέχρι στιγμής οδηγήσει σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν την ύπαρξη αυτής της σχέσης και άλλες που υποστηρίζουν το αντίθετο. Αυτή η αντίθεση στα αποτελέσματα οφείλεται προφανώς στις διαφορές ανάμεσα στους ποικίλους τύπους προσοχής και κατ' επέκταση στα διαφορετικά τεστ που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της προσοχής. Οι Schweizer και Moosbrugger (2004) σημειώνουν ότι είναι αναμενόμενο να παρατηρούνται διαφορετικά είδη σχέσεων ανάμεσα στους διαφορετικούς μηχανισμούς της προσοχής και τη νοημοσύνη, καθώς οι διάφοροι μηχανισμοί προσοχής θεωρούνται σε κάποιο βαθμό ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Οι Schweizer, Moosbrugger και Goldhammer (2005) υποστηρίζουν ότι η εξέταση των ποικίλων μηχανισμών προσοχής είναι απαραίτητη, προκειμένου να δοθεί μία τεκμηριωμένη απάντηση στην ερώτηση του κατά πόσο η προσοχή αποτελεί πηγή πρόβλεψης για τη νοημοσύνη. Λαμβάνοντας αυτά υπόψη στην παρούσα έρευνα έχουν ληφθεί ποικίλες μετρήσεις για την προσοχή, ούτως ώστε να συναχθεί ένα πιο περιεκτικό και πειστικό αποτέλεσμα όσον αφορά στο ερώτημα του κατά πόσο η

προσοχή συνιστά σημαντική προβλεπτική παράμετρο για την ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη.

Η έννοια της προσοχής περιλαμβάνεται σε όλες σχεδόν τις θεωρίες ανώτερων γνωστικών λειτουργιών (van Leeuwen et al., 2007). Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) επισημαίνουν ότι συγκλίνοντα δεδομένα τόσο από πειραματικές μεθοδολογίες όσο και από μεθοδολογίες παραγοντικής ανάλυσης παρέχουν στήριξη στην ιδέα ότι η προσοχή είναι ένα από τα κύρια και καθοριστικά στοιχεία της ρέουσας νοημοσύνης. Ισχυρίζονται ότι υπάρχουν πολλά συστατικά που είναι σημαντικά για τη ρέουσα ευφυΐα, αλλά το πιο σημαντικό από αυτά είναι ο έλεγχος της προσοχής (controlled attention). Διατείνονται ότι η ικανότητα του ατόμου να ελέγχει την προσοχή του σχετίζεται με το δυναμικό/δυνατότητές του για αφηρημένη σκέψη. Ορίζουν τον έλεγχο της προσοχής (attentional control) ως μια εκούσια, επίμοχθη γνωστική λειτουργία που εξυπηρετεί τη διατήρηση των πληροφοριών μέσα από την ενεργοποίηση των σχετικών εγκεφαλικών κυκλωμάτων, την αναχαίτιση των άσχετων πληροφοριών που διασπούν την προσοχή και την καταστολή ισχυρών τάσεων για αντίδραση που δε συνάδουν με τους τρέχοντες στόχους του υπό εκτέλεση έργου.

Οι Schweizer και Moosbrugger (2004) αναφέρουν ότι η προσοχή συμβάλλει στην αποτελεσματική επεξεργασία των πληροφοριών, παρέχοντας τους πόρους που καθιστούν εφικτή τη συνεχιζόμενη εκτέλεση του πλάνου επεξεργασίας. Επιπλέον, η προσοχή διασφαλίζει ότι οι πληροφορίες που προέρχονται από εξωτερικές πηγές και αφορούν στην τρέχουσα επεξεργασία γίνονται γρήγορα διαθέσιμες. Οι Schweizer, Moosbrugger και Goldhammer (2005) επισημαίνουν ότι καθώς τα έργα μέτρησης της ευφυΐας έχουν υψηλές απαιτήσεις σε εργαζόμενη μνήμη και συνεπακόλουθα είναι ιδιαίτερα απαιτητικά σε πόρους προσοχής, είναι λογικό να υποθέσει κανείς ότι ένα πολύ αποτελεσματικό εποπτικό σύστημα προσοχής (supervisory attentional system) είναι στενά συσχετιζόμενο με υψηλές επιδόσεις σε έργα μέτρησης της νοημοσύνης.

Οι γνωστικοί ψυχολόγοι σε μια προσπάθεια να περιγράψουν τις εκτελεστικές λειτουργίες (executive functions) έχουν προτείνει διάφορες λίστες λειτουργιών, μερικά παραδείγματα εκ των οποίων είναι ο σχεδιασμός (planning), ο έλεγχος, η αναχαίτιση των άσχετων πληροφοριών και/ή των παρορμητικών αποκρίσεων (impulsive responses), η καταστολή των αυτοματοποιημένων αντιδράσεων, η μετάβαση (shifting) από ένα έργο σε άλλο, ο ταυτόχρονος έλεγχος δύο διαφορετικών λειτουργιών, ο εντοπισμός και διαχείριση της σύγκρουσης και η λήψη απόφασης (Cornoldi, 2006· Neuhaus et al., 2010). Ο Cornoldi (2006) επισημαίνει ότι, παρόλο που ο προσδιορισμός και η μέτρηση των εκτελεστικών λειτουργιών

βρίσκονται ακόμα υπό συζήτηση, η χρήση τους είναι κρίσιμη για την κατανόηση των διαφορών ως προς την ευφυΐα. Ως προς το ίδιο θέμα ο Dempster (1991), ανασκοπώντας ευρήματα που συνδέουν μετρήσεις της νοημοσύνης με ανασταλτικές διαδικασίες σε παιδιά και ενήλικες, καταλήγει στη διαπίστωση ότι η ευφυΐα δεν μπορεί να γίνει κατανοητή χωρίς αναφορά σε ανασχετικές/ανασταλτικές (inhibitory) διαδικασίες. Υποστηρίζει ότι η ικανότητα προβολής αντίστασης στην παρεμβολή άσχετων πληροφοριών που διασπούν την προσοχή συνιστά ένα σημαντικό συστατικό της ευφυούς συμπεριφοράς.

Υπάρχει πλούσια ερευνητική δραστηριότητα η οποία υποστηρίζει τη σχέση μεταξύ μετρήσεων της ευφυΐας και διάφορων συμπεριφορικών μετρήσεων της προσοχής (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Crawford, 1991· Schweizer & Koch, 2003· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger, & Goldhammer, 2005· Schweizer, Zimmermann, & Koch, 2000). Ο Crawford (1991) ερεύνησε σε δείγμα φοιτητών τη σχέση μεταξύ της ικανότητας για διατήρηση της συγκέντρωσης – προσοχής σε υψηλά επίπεδα (sustained attention) και διάφορων μετρήσεων της νοημοσύνης, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονταν μετρήσεις τόσο της ρέουσας όσο και της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης. Στην παραγοντική ανάλυση που διενήργησε οι μετρήσεις της προσοχής δε συγκρότησαν έναν ξεχωριστό παράγοντα, αλλά παρουσίασαν τις υψηλότερες τους παραγοντικές φορτίσεις στον παράγοντα που συγκροτήθηκε από τις παραδοσιακές μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης. Ο Crawford (1991) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μία σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην επιτηρούμενη προσοχή (sustained attention) και τη ρέουσα ευφυΐα. Οι αναλύσεις που εκτέλεσαν αργότερα οι Burns, Nettelbeck και McPherson (2009) στα δεδομένα της έρευνας του Crawford (1991) επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα στα οποία είχε καταλήξει η έρευνά του. Συγκεκριμένα οι πιο πάνω ερευνητές αναφέρουν ότι τόσο η επιτηρούμενη προσοχή όσο και η διανεμημένη προσοχή (divided attention) συσχετίζονται με την ψυχομετρικά οριζόμενη ρέουσα νοημοσύνη.

Ο Schweizer και οι συνεργάτες του έχουν δημοσιεύσει σειρά άρθρων τα οποία καταπιάνονται με την έννοια της προσοχής και τη σχέση που παρουσιάζει με τη νοημοσύνη στους ενήλικες (Schweizer & Koch, 2003· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger, & Goldhammer, 2005· Schweizer, Zimmermann, & Koch, 2000). Οι Schweizer, Zimmermann και Koch (2000) ερεύνησαν σε δείγμα φοιτητών τη συνεισφορά τριών γνωστικών διαδικασιών στην πρόβλεψη της νοημοσύνης: της αντίχνευσης/εντοπισμού σήματος (signal detection), της διάκρισης ερεθίσματος (stimulus discrimination) και της επιτηρούμενης προσοχής. Για τη μέτρηση της νοημοσύνης χρησιμοποίησαν το τεστ των

Ανώτερων Προοδευτικών Μητρών (ΑΠΜ) του Raven και ένα γερμανικό τεστ νοημοσύνης, το Berliner Intelligenzstruktur-Test (BIS). Μέσα από μία σειρά μοντέλων δομικών εξισώσεων, τα οποία εξέταζαν την επίδραση της ανίχνευσης σήματος, της διάκρισης ερεθίσματος και της παρατεταμένης προσοχής στον παράγοντα της ρέουσας νοημοσύνης, έδειξαν ότι η παρατεταμένη προσοχή είχε σημαντική επίδραση στη νοημοσύνη. Σε άλλη έρευνα οι Schweizer και Koch (2003) ερεύνησαν το ερώτημα του κατά πόσο η προσοχή είναι η αιτία της σχέσης που υπάρχει ανάμεσα στις αντιληπτικές διαδικασίες και στις ανώτερες γνωστικές ικανότητες. Και σ' αυτή την έρευνα η νοημοσύνη μετρήθηκε με το τεστ των ΑΠΜ του Raven και το γερμανικό τεστ νοημοσύνης (BIS). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 70% της κοινής διακύμανσης μεταξύ των αντιληπτικών διαδικασιών και των ανώτερων γνωστικών ικανοτήτων ήταν αποτέλεσμα διαδικασιών προσοχής (attentive processes).

Στην έρευνά τους οι Schweizer και Moosbrugger (2004) εξέτασαν σε δείγμα ενηλίκων την προσοχή και την εργαζόμενη μνήμη ως πηγές ή, με άλλα λόγια, ως προβλεπτικές παραμέτρους της νοημοσύνης. Όσον αφορά στην προσοχή η έρευνα αυτή περιορίστηκε στην επιτηρούμενη προσοχή. Για τη μέτρηση της ευφυΐας χρησιμοποιήθηκαν οι Ανώτερες Προοδευτικές Μήτρες (ΑΠΜ) του Raven και ένα γερμανικό τεστ ευφυΐας, το Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT). Το θέμα υπό διερεύνηση ήταν τόσο η σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην προσοχή και την εργαζόμενη μνήμη όσο και συνεισφορά της καθεμιάς στην πρόβλεψη της νοημοσύνης. Έτσι, το πρώτο ερώτημα ήταν το κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη και η προσοχή είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους πηγές πρόβλεψης (predictors) της νοημοσύνης ή κατά πόσο είναι συσχετισμένες μεταξύ τους πηγές πρόβλεψης. Ως προς αυτό το ερώτημα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσοχή και η εργαζόμενη μνήμη παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ τους. Στη συνέχεια διερευνήθηκε το ερώτημα του κατά πόσο η εργαζόμενη μνήμη είναι η μόνη πηγή πρόβλεψης που έχει άμεση επίδραση στη νοημοσύνη ή κατά πόσο τόσο η εργαζόμενη μνήμη όσο και η προσοχή έχουν άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Σύμφωνα με το πρώτο μοντέλο η προσοχή έχει άμεση επίδραση μόνο στην εργαζόμενη μνήμη. Η επίδραση της προσοχής στη νοημοσύνη είναι έμμεση και μεσολαβείται από την εργαζόμενη μνήμη. Σύμφωνα με το δεύτερο μοντέλο η προσοχή έχει άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη και τόσο η εργαζόμενη μνήμη όσο και η προσοχή έχουν άμεση επίδραση στη νοημοσύνη.

Τα αποτελέσματα της έρευνας των Schweizer και Moosbrugger (2004) έδειξαν ότι το δεύτερο μοντέλο παρουσίαζε καλύτερη προσαρμογή στα δεδομένα συγκριτικά με το πρώτο. Τα ευρήματα που προέκυψαν για την πρόβλεψη της νοημοσύνης διαφοροποιούνται ανάλογα

με το ποιο τεστ χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρησή της. Στην περίπτωση των ΑΠΜ του Raven τόσο η προσοχή όσο και η εργαζόμενη μνήμη είχαν στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Η προσοχή και η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπαν από κοινού το 61% της διακύμανσης της ευφυΐας, όπως αυτή μετριέται με το τεστ των ΑΠΜ του Raven. Τα μεγέθη των συντελεστών διαδρομής για την άμεση επίδραση της προσοχής και της εργαζόμενης μνήμης στη νοημοσύνη εισηγούνται ότι η εργαζόμενη μνήμη έχει μεγαλύτερη επίδραση στη νοημοσύνη συγκριτικά με την προσοχή. Αντίθετα όσον αφορά στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, όπως αυτή μετριέται με το ZVT, μόνο η προσοχή είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσοχή συμβάλει στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, όπως αυτή μετριέται τόσο με το τεστ των ΑΠΜ του Raven όσο και με το ZVT, ενώ η εργαζόμενη μνήμη συμβάλλει στην πρόβλεψη της νοημοσύνης μόνο όπως μετριέται μέσω των ΠΠΜ.

Στην έρευνά τους οι Schweizer, Moosbrugger και Goldhammer (2005) εξέτασαν τη σχέση ανάμεσα στην προσοχή και την πρακτική ευφυΐα σε δείγμα από ενήλικες, λαμβάνοντας υπόψη τους διαφορετικούς τύπους προσοχής και συμπεριλαμβάνοντας μετρήσεις για τον κάθε τύπο. Συγκεκριμένα συμπεριέλαβαν μετρήσεις για την εγρήγορση, την παρατεταμένη προσοχή, την εστιασμένη προσοχή, την εναλλαγή προσοχής (attentional switching), τη διαιρεμένη προσοχή, την προσοχή σύμφωνα με το εποπτικό σύστημα προσοχής (attention according to the supervisory attentional system), την προσοχή ως αναστολή, τη χωρική προσοχή, την προσοχή ως προγραμματισμό (attention as planning), την παρεμπόδιση, την προσοχή ως διέγερση (attention as arousal) και την προσοχή σύμφωνα με την παράδοση αξιολόγησης (attention according to the assessment tradition). Η ευφυΐα μετρήθηκε με το τεστ των ΑΠΜ του Raven και το Vienna matrices test. Σύμφωνα με τους πιο πάνω ερευνητές το πιο εκπληκτικό αποτέλεσμα της έρευνάς τους είναι ότι κάθε τύπος προσοχής συσχετιζόταν σημαντικά με την ευφυΐα. Ανάμεσα στους διάφορους τύπους προσοχής παρατηρήθηκε υψηλός βαθμός επικάλυψης στην πρόβλεψη της ευφυΐας. Το καλύτερο μοντέλο για τη σχέση προσοχής και ευφυΐας προέβλεπε 32% της διακύμανσης της ευφυΐας. Οι Schweizer, Moosbrugger και Goldhammer (2005) συμπεραίνουν ότι η προσοχή συνιστά, ανάμεσα σ' άλλες, μία γνωστική πηγή της σύνθετης ικανότητας που αποκαλείται νοημοσύνη. Ως προς το θέμα της επικάλυψης που υπάρχει ανάμεσα στα διάφορα τεστ οι Burns, Nettelbeck και McPherson (2009) επισημαίνουν ότι υπάρχει σημαντική επικάλυψη όχι μόνο ανάμεσα στα τεστ που μετρούν διάφορες πτυχές της προσοχής, αλλά επίσης και ανάμεσα στα τεστ της προσοχής και στα τεστ που χρησιμοποιούνται ευρέως για να μετρήσουν τη ρέουσα νοημοσύνη.

Οι Burns, Nettelbeck και McPherson (2009) μελέτησαν σε δείγμα ενηλίκων τη σχέση ανάμεσα στην προσοχή και τη νοημοσύνη, χρησιμοποιώντας ποικίλα τεστ τόσο για την προσοχή όσο και για τη νοημοσύνη. Τα τεστ που αφορούσαν στη νοημοσύνη μετρούσαν πέντε από τους οκτώ βασικούς παράγοντες που περιλαμβάνονται στο επίπεδο II του τριεπίπεδου μοντέλου για την ευφυΐα που πρότεινε ο Carroll (1993). Ανάμεσα στους πέντε παράγοντες που μελέτησαν οι Burns, Nettelbeck και McPherson (2009) ήταν η ρέουσα και η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Σε πρώτο στάδιο εκτίμησαν ένα λανθάνοντα παράγοντα για όλα τα τεστ γνωστικών ικανοτήτων και ένα λανθάνοντα παράγοντα για όλα τα τεστ προσοχής και παλινδρόμησαν τον πρώτο στο δεύτερο. Το ιδιαίτερα ενδιαφέρον εύρημα που προέκυψε από αυτή την ανάλυση ήταν ότι ο συντελεστής για την παλινδρόμηση του γενικού παράγοντα γνωστικών ικανοτήτων στο γενικό παράγοντα προσοχής ήταν .98, πράγμα που σημαίνει ότι ο παράγοντας της ευφυΐας μπορούσε σχεδόν τέλεια να προβλεφθεί από τον παράγοντα της προσοχής.

Στη συνέχεια μέσα από διερευνητική παραγοντική ανάλυση των τεστ προσοχής κατέληξαν σε τρεις παράγοντες, εκ των οποίων οι δύο αφορούσαν στην επιτηρούμενη προσοχή και ο τρίτος αφορούσε στην εργαζόμενη μνήμη. Συγκεκριμένα, ο πρώτος παράγοντας αντανακλούσε την απαίτηση για επιτηρούμενη προσοχή κάτω από χρονικούς περιορισμούς, ενώ ο δεύτερος παράγοντας αντανακλούσε, επίσης, την απαίτηση για επιτηρούμενη προσοχή αλλά χωρίς χρονικό περιορισμό. Ο τρίτος παράγοντας προσδιορίστηκε από τα τεστ προσοχής που είχαν αυξημένες απαιτήσεις σε εργαζόμενη μνήμη. Όσον αφορά στα τεστ των γνωστικών ικανοτήτων προσδιορίστηκαν με επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση οι πέντε παράγοντες νοητικών ικανοτήτων, οι οποίοι φόρτωναν σ' έναν ανώτερης τάξης γενικότερο παράγοντα ευφυΐας. Για τη σχέση που παρουσίασε ο παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης με τον ανώτερης τάξης γενικό παράγοντα ευφυΐας έγινε αναφορά στην προηγούμενη ενότητα, το θέμα της οποίας είναι η σχέση μεταξύ ευφυΐας και εργαζόμενης μνήμης. Όσον αφορά στους δύο παράγοντες της επιτηρούμενης προσοχής μόνο ο δεύτερος παράγοντας παρουσίασε σημαντική συσχέτιση με τον ανώτερης τάξης γενικό παράγοντα της ευφυΐας.

Τα έργα που περιλαμβάνουν εποπτεία και επίλυση σύγκρουσης χρησιμοποιούνται ευρέως για τη μελέτη του δικτύου του εκτελεστικού ελέγχου (Rueda, Posner, Rothbart, & Davis-Stober, 2004b). Σύμφωνα με τους Ridderinkhof, van der Wildenberg, Wijnen και Burle (in press) τα έργα χρόνου αντίδρασης κατόπιν επιλογής (choice reaction-time tasks) των Stroop (1935), Simon (1969, 1990· Simon & Rudell, 1967) και Eriksen (Eriksen & Eriksen, 1974) συνιστούν τα πιο αντιπροσωπευτικά πειραματικά παραδείγματα πρόκλησης σύγκρουσης. Τα

έργα αυτά παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη υποενότητα. Η συνήθης παρατήρηση στα έργα αυτά είναι ότι οι χρόνοι αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη είναι μεγαλύτεροι συγκριτικά προς τους χρόνους αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη, εύρημα το οποίο αναφέρεται ως επίδραση της ασυμβατότητας. Οι χρόνοι αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη των έργων αυτών χρησιμοποιούνται ως μετρήσεις του ελέγχου επεξεργασίας. Στο έργο του Stroop η σύγκρουση στην ασύμβατη συνθήκη προκαλείται από το γεγονός ότι το χρώμα της μελάνης με το οποίο είναι γραμμένη η λέξη είναι διαφορετικό από το χρώμα που δηλώνει η ίδια η λέξη (π.χ. η λέξη «κόκκινο» γραμμένη με πράσινη μελάνη). Οι συμμετέχοντες πρέπει να ονομάσουν το χρώμα της μελάνης (στην προκειμένη περίπτωση «πράσινο»). Η σύγκρουση προκαλείται από το γεγονός ότι όταν βλέπουμε μία λέξη η συνήθης αντίδραση που έχουμε είναι να την διαβάσουμε και όχι να ονομάσουμε το χρώμα της μελάνης με την οποία είναι γραμμένη η λέξη. Στο έργο του Eriksen η σύγκρουση προκαλείται από τους μη συμβατούς γειτνιάζοντες ερεθισμούς, η παρουσία των οποίων έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης και μειωμένη ακρίβεια στην απάντηση σε σύγκριση με την παρουσία συμβατών γειτνιάζοντων ερεθισμών (Eriksen & Eriksen, 1974). Στο έργο του Simon, όπως ήδη αναφέρθηκε, η σχετική διάσταση του ερεθίσματος, στην οποία οι συμμετέχοντες πρέπει να βασίσουν την απάντησή τους, είναι το χρώμα του ερεθίσματος και η άσχετη διάσταση είναι η θέση στην οποία εμφανίζεται. Ο Simon (1969) αναφέρει ότι η θέση του ερεθίσματος, παρόλο που είναι η άσχετη διάσταση του έργου, επηρεάζει άμεσα την αντίδραση εξαιτίας της αυτοματοποιημένης τάσης που έχουμε να αντιδρούμε προς την πηγή του ερεθίσματος. Στην ασύμβατη συνθήκη το ερέθισμα παρουσιάζεται στην αντίθετη πλευρά από αυτήν που βρίσκεται το πλήκτρο που του αντιστοιχεί και επομένως προκαλείται σύγκρουση.

Ένα άλλο έργο που χρησιμοποιείται για το έλεγχο της επεξεργασίας είναι το έργο επίδρασης της συμβολικής απόστασης (Leth-Steensen & Marley, 2000· Pavese & Umiltà, 1998, 1999). Η επίδραση της συμβολικής απόστασης (symbolic distance effect) είναι ένα φαινόμενο, το οποίο παρατηρείται, όταν έχουμε να συγκρίνουμε αριθμούς ή άλλα σύμβολα, τα οποία σχετίζονται μεταξύ τους ως προς μία συνεχή διάσταση. Οι έρευνες έδειξαν ότι ο χρόνος που χρειαζόμαστε προκειμένου να συγκρίνουμε δύο σύμβολα ως προς μία δοθείσα διάσταση διαφοροποιείται ανάλογα με την απόσταση ανάμεσα στις έννοιες που συμβολίζουν. Με άλλα λόγια, η συμβολική απόσταση ανάμεσα στα δύο ερεθίσματα επηρεάζει το χρόνο αντίδρασης. Όταν έχουμε να συγκρίνουμε δύο αριθμούς, ο χρόνος που χρειαζόμαστε, για να αποφασίσουμε ποιος είναι ο μεγαλύτερος, επηρεάζεται από την αριθμητική διαφορά ανάμεσά τους. Όσο μεγαλύτερη είναι η αριθμητική διαφορά μεταξύ τους τόσο μικρότερος είναι ο

χρόνος αντίδρασης. Για παράδειγμα, τα άτομα χρειάζονται λιγότερο χρόνο, για να κρίνουν ότι το 5 είναι μεγαλύτερο από το 1 παρά για να κρίνουν ότι το 5 είναι μεγαλύτερο από το 4. Τα ίδια αποτελέσματα παρατηρούνται, όταν τα άτομα έχουν να συγκρίνουν λέξεις ή εικόνες αντικειμένων στη βάση των αντιληπτικών χαρακτηριστικών (π.χ. φυσικό μέγεθος) των αντικειμένων που συμβολίζουν.

Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω οι Posner και Petersen (1990), οι Fan et al. (2002) και οι Posner και Fan (in press) έχουν διαχωρίσει την προσοχή σε τρία δίκτυα, καθένα από τα οποία επιτελεί μία από τις εξής λειτουργίες: εγρήγορση-επαγρύπνηση, προσανατολισμός της προσοχής και εκτελεστικός έλεγχος, στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης. Μελέτες νευροαπεικόνισης εισηγούνται διαφορετικές εγκεφαλικές περιοχές για τα τρία δίκτυα της προσοχής (Fan, McCandliss, Flombaum, & Posner, 2001· Fan, McCandliss, Flombaum, Thomas, & Posner, 2003· Posner & Petersen, 1990). Τα δίκτυα της εγρήγορσης και του προσανατολισμού της προσοχής, όπως προκύπτουν από το τεστ ΕΔΠ, που δημιούργησαν οι Fan et al. (2002) και το οποίο προσαρμόσαν οι Rueda et al. (2004a), ούτως ώστε να καταστεί μία έκδοση φιλική για παιδιά, δεν έχουν μέχρι στιγμής χρησιμοποιηθεί σε έρευνες που διερευνούν τη σχέση της προσοχής με την ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη. Αυτό επιχειρείται για πρώτη φορά στην παρούσα έρευνα. Έχει μέχρι τώρα χρησιμοποιηθεί μόνο το δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου στην έρευνα των Tillman et al. (2009).

2.5 Σχέση μεταξύ των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος

Όπως φάνηκε πιο πάνω οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή και εργαζόμενη μνήμη) συσχετίζονται σημαντικά με τη νοημοσύνη και θεωρούνται σημαντικές προβλεπτικές μετρήσεις της. Ένα από τα ερωτήματα που προκύπτουν αφορά στο ποια είναι η σχέση της κάθε παραμέτρου με τη νοημοσύνη, όταν το ερευνητικό σχέδιο προνοεί τη συμπερίληψη μετρήσεων και των τριών παραμέτρων και την ταυτόχρονη εξέτασή τους σ' ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων. Με άλλα λόγια, το ερώτημα αυτό αφορά στη σχέση που παρουσιάζει η κάθε παράμετρος με τη νοημοσύνη, ενώ κρατούνται σταθερές οι άλλες δύο παράμετροι. Η απάντηση σ' αυτό το ερώτημα εξαρτάται από τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις τρεις παραμέτρους. Αν οι τρεις

παράμετροι είναι ανεξάρτητες η μία από την άλλη, τότε προφανώς η σχέση που παρουσιάζει η κάθε παράμετρος με τη νοημοσύνη θα παραμένει η ίδια. Αν όμως οι τρεις παράμετροι συσχετίζονται μεταξύ τους, τότε η συσχέτιση της καθεμιάς με τη νοημοσύνη θα αλλάξει, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Τα υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα συνηγορούν υπέρ της ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ των τριών βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Σύμφωνα με τον Cornoldi (2006) η σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη, την προσοχή, την ταχύτητα επεξεργασίας και τις εκτελεστικές λειτουργίες πρέπει να μελετηθεί περισσότερο, ούτως ώστε να γίνει καλύτερα κατανοητή.

2.5.1 Σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τον έλεγχο επεξεργασίας

Οι Schweizer και Moosbrugger (2004) εισηγούνται ότι υπάρχει μία στενή σχέση ανάμεσα στον έλεγχο επεξεργασίας πληροφοριών και την εργαζόμενη μνήμη. Πιο συγκεκριμένα σημειώνουν ότι οι λειτουργίες προσοχής (attentional functions) που αποδίδονται στον κεντρικό εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης (Baddeley, 1986) υποδηλώνουν μία πολύ στενή σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και προσοχής. Στην έρευνα των Schweizer και Moosbrugger (2004) βρέθηκε μια σημαντική συσχέτιση της τάξης του .50 μεταξύ της προσοχής και της εργαζόμενης μνήμης. Σύμφωνα με τους πιο πάνω ερευνητές το εύρημα αυτό δείχνει ότι οι μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης περιλαμβάνουν ένα συστατικό/στοιχείο, το οποίο, επίσης, περιλαμβάνεται στις μετρήσεις της προσοχής. Παρομοίως, στην έρευνα των Colom et al. (2008) βρέθηκε μία συσχέτιση της τάξης του .52 ανάμεσα στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης και τον παράγοντα της ελεγχόμενης προσοχής (controlled attention). Στην έρευνα των Friedman et al. (2006) ο παράγοντας της μνημονικής ενημέρωσης της εργαζόμενης μνήμης παρουσίαζε υψηλή συσχέτιση με τον παράγοντα της αναχαίτισης των κυρίαρχων και αυτοματοποιημένων αντιδράσεων (.62) και μέτρια συσχέτιση με τον παράγοντα της εναλλαγής μεταξύ έργων (.39). Επίσης, οι Burns, Nettelbeck, & McPherson (2009) αναφέρουν σημαντικές συσχέτισεις μεταξύ του παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης και των παραγόντων της προσοχής. Συγκεκριμένα ο παράγοντας της εργαζόμενης μνήμης παρουσίαζε υψηλή συσχέτιση τόσο με τον παράγοντα της επιτηρούμενης προσοχής κάτω από

χρονικούς περιορισμούς (.61) όσο και με τον παράγοντα της επιτηρούμενης προσοχής χωρίς χρονικό περιορισμό (.62). Σημειωτέον ότι όλες οι πιο πάνω έρευνες για τη σχέση ανάμεσα στον έλεγχο επεξεργασίας πληροφοριών και την εργαζόμενη μνήμη έχουν διεξαχθεί σε ενήλικες.

Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) αναφέρουν ότι τα έργα που θεωρείται ότι αξιολογούν την εργαζόμενη μνήμη αντανακλούν την ικανότητα για έλεγχο της προσοχής. Υποστηρίζουν ότι η σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ρέουσας ευφυΐας οφείλεται στην ικανότητα ελέγχου της προσοχής, μια πτυχή του γινώσκειν, η οποία αξιολογείται τόσο μέσω μετρήσεων εργαζόμενης μνήμης όσο και μέσω μετρήσεων ρέουσας ευφυΐας. Όπως σημειώνουν, είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης είναι μια εννοιολογική κατασκευή που αφορά έλεγχο. Προτείνουν ότι η εργαζόμενη μνήμη είναι μια ικανότητα που αντανακλά το βαθμό στον οποίο ένα άτομο είναι ικανό να ελέγχει την προσοχή του, ειδικά σε καταστάσεις που εμπλέκουν παρεμβάσεις είτε από ανταγωνιστικές πληροφορίες, είτε από ενεργοποιημένες αναπαραστάσεις είτε λόγω των απαιτήσεων του έργου. Με άλλα λόγια, υποστηρίζουν ότι ατομικές διαφορές στην εργαζόμενη μνήμη αντανακλούν ένα σχετικά σταθερό χαρακτηριστικό της ικανότητας του ατόμου να ελέγχει την προσοχή του, ώστε να διατηρεί τις πληροφορίες σε μια ενεργή ή εύκολα προσβάσιμη κατάσταση σε πλαίσια πλούσια σε παρεμβάσεις, καθώς και να μπλοκάρει τις άσχετες και περισπαστικές πληροφορίες. Επιπρόσθετα, σημειώνουν ότι η εργαζόμενη μνήμη αντανακλά μια γενικού πεδίου ικανότητα (domain-general ability) για έλεγχο της προσοχής.

Ο Barkley (1997) διατυπώνει την άποψη ότι η λειτουργία της αναστολής/αναχαίτισης συνδέεται με την εργαζόμενη μνήμη και σε αναπτυξιακό επίπεδο. Η συμπεριφορική αναστολή (behavioral inhibition) περιλαμβάνει την αναστολή των κυρίαρχων (prepotent) αντιδράσεων, την παύση των τρεχουσών αντιδράσεων και τον έλεγχο των παρεμβάσεων/παρεμβολών. Η συμπεριφορική αναστολή συμβάλλει θεμελιωδώς στη λειτουργία ποικίλων άλλων εκτελεστικών λειτουργιών, όπως είναι για παράδειγμα η εργαζόμενη μνήμη. Η ανάπτυξη των εκτελεστικών λειτουργιών εξαρτάται από την ανάπτυξη της λειτουργίας της συμπεριφορικής αναστολής. Η θεωρία του Barkley (1997) υποστηρίζει ότι υπάρχει μία προοδευτική ανάπτυξη της λειτουργίας της αναστολής, η οποία είναι παράλληλη με την ανάπτυξη των προμετωπιαίων περιοχών του εγκεφάλου. Υποστηρίζει, επίσης, ότι η ανάπτυξη των εκτελεστικών λειτουργιών και άρα και της εργαζόμενης μνήμης είναι εξαρτώμενη από την ανάπτυξη των γνωστικών διαδικασιών που ονομάζονται συμπεριφορική αναστολή. Συνεπώς,

συγκριτικά προς τα μεγαλύτερα παιδιά, τα νεαρότερα παιδιά είναι λιγότερο αποτελεσματικά στη συμπεριφορική αναστολή και κατ' επέκταση σ' όλες τις εκτελεστικές λειτουργίες που εξαρτώνται από αυτήν.

2.5.2 Σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και τον έλεγχο επεξεργασίας

Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) υποστηρίζουν ότι τα έργα μέτρησης της ταχύτητας επεξεργασίας πρέπει να συνδιακυμαίνονται με κάποια άλλη σημαντική υποκείμενη δομή, η οποία είναι πρωταρχικής σημασίας για τις νοητικές λειτουργίες. Επιχειρηματολογούν εναντίον της ταχύτητας επεξεργασίας ως μηχανισμού που εξηγεί τις ατομικές διαφορές στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη. Ισχυρίζονται ότι ο υποκείμενος μηχανισμός που βρίσκεται πίσω από τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας επεξεργασίας και της ευφυΐας είναι οι ατομικές διαφορές στην ικανότητα ελέγχου της προσοχής. Έρευνες έχουν δείξει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και ο έλεγχος επεξεργασίας παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους. Στην έρευνα των Colom et al. (2008) σε ενήλικες βρέθηκε μία υψηλή συσχέτιση (.54) ανάμεσα στην ελεγχόμενη προσοχή και στη νοητική ταχύτητα, η οποία αφορούσε στην ταχύτητα αναγνώρισης ενός ή δύο στοιχείων που τύχαιναν βραχύχρονης αποθήκευσης. Στην έρευνα των McAuley και White (2011) σε παιδιά, εφήβους και νεαρούς ενήλικες η ταχύτητα επεξεργασίας εξηγούσε ένα πολύ υψηλό ποσοστό (89%) της διακύμανσης του ελέγχου της προσοχής και συγκεκριμένα της ικανότητας αναχαίτισης της τάσης για αντίδραση.

Οι Heitz, Unsworth και Engle (2005) διατείνονται ότι υπάρχουν δύο μηχανισμοί που μεσολαβούν στη σχέση ταχύτητας επεξεργασίας και νοημοσύνης. Ο πρώτος μηχανισμός είναι οι διαλείψεις/διακοπές στην προσοχή. Οι διαφορές μεταξύ ατόμων υψηλής και χαμηλής νοημοσύνης είναι πιο φανερές στους μεγάλους χρόνους αντίδρασης και ειδικά στους χρόνους αντίδρασης που είναι αρκετά αργοί, ώστε να μπορούν να θεωρηθούν ως διαλείψεις της προσοχής. Ο άλλος μηχανισμός μέσω του οποίου η προσοχή μεσολαβεί στη σχέση ταχύτητας επεξεργασίας – ευφυΐας είναι η δυσκολία του έργου. Με άλλα λόγια, υποστηρίζουν ότι τα έργα ταχύτητας επεξεργασίας συσχετίζονται με την ευφυΐα στο βαθμό που αξιολογούν την ικανότητα ελέγχου της προσοχής (attentional ability).

2.5.3 Σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη

Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη συσχετίζονται σημαντικά μεταξύ τους. Οι Fry και Hale (2000) επισημαίνουν ότι η συσχέτιση ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη είναι ουσιαστικά η ίδια στα παιδιά όπως είναι και στους ενήλικες. Τα αποτελέσματα των ερευνών των Demetriou et al. (2013) σε νήπια, παιδιά και εφήβους έδειξαν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας παρουσιάζει μία μέτρια συσχέτιση με την εργαζόμενη μνήμη, η οποία κυμαίνεται γύρω στο $-.50$. Οι De Jong και Das-Smaal (1995) σε δείγμα εννιάχρονων παιδιών βρήκαν μία υψηλή συσχέτιση της τάξης του $.60$ μεταξύ της ταχύτητας επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Οι Fry και Hale (1996) σε δείγμα παιδιών και νεαρών ενηλίκων βρήκαν ότι οι ατομικές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας αποτελούν ένα σημαντικό καθοριστικό παράγοντα για την εργαζόμενη μνήμη. Τα αποτελέσματά της έρευνάς τους έδειξαν ότι οι ατομικές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας έχουν στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη, ακόμα και όταν οι ηλικιακές διαφορές ελέγχονταν στατιστικά. Η έρευνα των McAuley και White (2011) σε παιδιά, εφήβους και νεαρούς ενήλικες έδειξε ότι η ταχύτητα επεξεργασίας εξηγούσε ένα υψηλό ποσοστό (73%) της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Τα αποτελέσματα της έρευνας των Kyllonen και Christal (1990) σε νεαρούς ενήλικες έδειξαν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη έχουν μία μέτρια συσχέτιση μεταξύ τους, η οποία κυμαίνεται γύρω στο $.35 - .48$. Στην έρευνα των Colom et al. (2008) σε ενήλικες η σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοητική ταχύτητα, η οποία αφορούσε στην ταχύτητα αναγνώρισης στοιχείων που τύχαιναν βραχύχρονης αποθήκευσης, κυμαινόταν από $.31$ μέχρι $.49$. Αντίθετα, στην έρευνα των Conway et al. (2002), επίσης σε ενήλικες, η ταχύτητα επεξεργασίας δεν παρουσίαζε σημαντική συσχέτιση με την εργαζόμενη μνήμη. Ωστόσο, η ταχύτητα επεξεργασίας παρουσίαζε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($.40$) με τη βραχύχρονη μνήμη.

Ο Kail (2000) υπογραμμίζει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της νοημοσύνης. Ισχυρίζεται ότι η ταχύτητα επεξεργασίας δεν είναι απλά ένας από τους πολλούς, διαφορετικούς και ανεξάρτητους παράγοντες, οι οποίοι συμβάλλουν στη νοημοσύνη, αλλά αντίθετα η ταχύτητα επεξεργασίας συνδέεται αιτιωδώς με τις άλλες παραμέτρους που επιδρούν στη νοημοσύνη, όπως είναι για παράδειγμα η εργαζόμενη μνήμη. Ο βαθμός στον οποίο οι αναπτυξιακές βελτιώσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας συσχετίζονται

με τις αναπτυξιακές βελτιώσεις στην εργαζόμενη μνήμη είναι ένα θέμα που έχει απασχολήσει τους ερευνητές στο σχετικό χώρο (Chuah & Maybery, 1999· Cowan, Wood, Wood, Keller, Nugent, & Keller, 1998· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 1992· Kail & Park, 1994). Οι Fry και Hale (2000) ανασκοπώντας την ερευνητική δραστηριότητα για τις σχέσεις ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι σε γενικές γραμμές η έρευνα έχει δείξει ότι οι σχετικές με την ηλικία αυξήσεις στο λεκτικό μνημονικό πεδίο μπορούν να προβλεφθούν από το ρυθμό/ταχύτητα εκφοράς λόγου (articulation rate) και ότι ο ρυθμός εκφοράς λόγου καθορίζεται τόσο από την ηλικία όσο και από ατομικές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Η υποκείμενη υπόθεση αυτών των ερευνών είναι ότι ο ρυθμός εκφοράς λόγου δεν είναι πρωτίστως μία μέτρηση κινητικής ικανότητας, αλλά αντανάκλα το ρυθμό στον οποίο τα στοιχεία/οι λέξεις τυγχάνουν συγκαλυμμένης επανάληψης (covert rehearsal). Η ταχύτητα αυτής της συγκαλυμμένης επανάληψης θεωρείται ότι καθορίζει το μνημονικό πεδίο.

Οι Fry και Hale (1996) επισημαίνουν ότι σχεδόν τα τρία τέταρτα των αναπτυξιακών βελτιώσεων στην εργαζόμενη μνήμη μεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών. Συγκεκριμένα αναφέρουν ότι, παρόλο που η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη, το 71% του συνόλου των σχετικών με την ηλικία αλλαγών στην εργαζόμενη μνήμη μεσολαβείται από σχετικές με την ηλικία αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Αναλύοντας ξανά τα ίδια δεδομένα οι Fry και Hale (2000), βρήκαν ότι μόνο το 3% του συνόλου των αναπτυξιακών αλλαγών στην εργαζόμενη μνήμη ήταν ανεξάρτητο από την ταχύτητα επεξεργασίας, δηλαδή το 97% των αναπτυξιακών αλλαγών στην εργαζόμενη μνήμη εξηγούνταν από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας.

Ο Kail (1992) και οι Kail και Park (1994) εξέτασαν τις σχέσεις ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη καθώς και το βαθμό στον οποίο οι αναπτυξιακές αυξήσεις στο ρυθμό εκφοράς λόγου αντανάκλουν γενικευμένες/ καθολικές αυξήσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας όλων των πληροφοριών. Ο Kail (1992) διεξήγαγε δύο έρευνες στην καθεμία από τις οποίες συμμετείχε μία ομάδα εννιάχρονων παιδιών και μία ομάδα νεαρών ενηλίκων. Οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν σε μετρήσεις ταχύτητας επεξεργασίας και μετρήσεις μνημονικού πεδίου. Στη δεύτερη έρευνα μετρήθηκε επίσης ο ρυθμός εκφοράς λόγου. Τα αποτελέσματα και των δύο ερευνών έδειξαν ότι οι σχετικές με την ηλικία διαφορές στο μνημονικό πεδίο μπορούσαν κατά ένα μεγάλο μέρος να ερμηνευθούν από ηλικιακές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Επομένως, ο Kail (1992) και αργότερα οι Kail και

Park (1994) υποστήριξαν ότι η ταχύτερη επεξεργασία πληροφοριών αποτελεί τη βάση για τις αυξήσεις που συντελούνται στο μνημονικό πεδίο με την πρόοδο της ηλικίας. Όταν ο ρυθμός εκφοράς λόγου προστέθηκε στο μοντέλο διαδρομής στη δεύτερη έρευνα του Kail (1992), ένα μεγάλο μέρος της σχετικής με την ηλικία βελτίωσης στο ρυθμό εκφοράς λόγου μεσολαβούνταν από αναπτυξιακές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Με άλλα λόγια, το μεγαλύτερο μέρος των αναπτυξιακών αυξήσεων στο ρυθμό εκφοράς λόγου ενδέχεται να οφείλεται σε καθολικές αυξήσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών.

Τα αποτελέσματα αυτά επαναλήφθηκαν σε μία μεταγενέστερη έρευνα των Kail και Park (1994) με συμμετέχοντες παιδιά και ενήλικες. Το αξιοσημείωτο εύρημα αυτής της έρευνας είναι ότι στο ένα δείγμα παιδιών βρέθηκε μία σημαντική άμεση διαδρομή από την ηλικία στην εργαζόμενη μνήμη. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ηλικιακές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας δεν ερμήνευαν όλη τη βελτίωση στην εργαζόμενη μνήμη. Οι Kail και Park (1994) εισηγήθηκαν ότι, επιπρόσθετα από τις αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας, ενδέχεται επίσης να υπάρχουν βιωματικοί (experiential) ή άλλοι παράγοντες ωρίμανσης, οι οποίοι προωθούν τις βελτιώσεις στην εργαζόμενη μνήμη. Μία πιθανή εξήγηση που πρότειναν είναι ότι οι σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις στην από μέρους των παιδιών χρήση της επανάληψης ή των στρατηγικών ανάκτησης ενδέχεται να είναι υπεύθυνες για το χαμηλό άλλα σημαντικό συντελεστή για την άμεση διαδρομή από την ηλικία στο μνημονικό πεδίο.

Η έρευνα των Cowan et al. (1998) σε παιδιά πρώτης, τρίτης και πέμπτης τάξης του δημοτικού σχολείου υποστηρίζει ότι οι σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις στο μνημονικό πεδίο δεν είναι απλά το αποτέλεσμα των βελτιώσεων σ' ένα γενικό παράγοντα ταχύτητας. Οι Cowan et al. (1998) εισηγούνται ότι δύο ξεχωριστοί παράγοντες ταχύτητας επεξεργασίας συμβάλλουν στο μνημονικό πεδίο της βραχύχρονης μνήμης. Οι παράγοντες αυτοί είναι ο ρυθμός της συγκαλυμμένης επανάληψης λέξεων στη βραχύχρονη μνήμη, όπως μετριέται από το ρυθμό εκφοράς λόγου, και ο ρυθμός της ανάκτησης λέξεων από τη βραχύχρονη μνήμη, όπως μετριέται από τη διάρκεια των παύσεων ανάμεσα στα ανακαλούμενα στοιχεία/λέξεις κατά την ανάκληση στο έργο μνημονικού πεδίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δύο αυτοί παράγοντες ταχύτητας δε συσχετίζονταν μεταξύ τους, αλλά και οι δύο συσχετίζονταν με το μνημονικό πεδίο. Η ανάλυση διαδρομής έδειξε ότι σχεδόν όλη η σχετική με την ηλικία διακύμανση στο μνημονικό πεδίο μπορούσε να ερμηνευθεί από τους δύο αυτούς παράγοντες ταχύτητας.

Σε αντίθεση με την έρευνα των Cowan et al. (1998), η έρευνα των Chuah και Maybery (1999) παρέχει στήριξη στην ύπαρξη ενός γενικού/καθολικού παράγοντα ταχύτητας

επεξεργασίας, ο οποίος προβλέπει το μνημονικό πεδίο. Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα της έρευνας των Chuah και Maybery (1999), η οποία διεξάχθηκε σε παιδιά μεταξύ των ηλικιών 5 και 12 χρόνων, ήταν παρόμοια με εκείνα των ερευνών του Kail (1992), έδειξαν δηλαδή ότι η ταχύτητα επεξεργασίας και ο ρυθμός εκφοράς λόγου προβλέπουν το μνημονικό πεδίο. Επίσης, οι Chuah και Maybery (1999) σ' αντίθεση με τους Kail και Park (1994) και τους Fry και Hale (1996), αλλά σε συμφωνία με άλλους ερευνητές (Kail, 1992, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010), δε βρήκαν στατιστικά σημαντική την άμεση διαδρομή από την ηλικία στο μνημονικό πεδίο. Σχεδόν όλη η σχετική με την ηλικία βελτίωση στο μνημονικό πεδίο ερμηνευόταν από κοινού από την ταχύτητα επεξεργασίας και το ρυθμό εκφοράς λόγου.

2.6 Αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη

Οι Fry και Hale (1996) διερεύνησαν το ενδεχόμενο ύπαρξης μίας αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας (developmental cascade) ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη. Με δεδομένο ότι κατά την παιδική και εφηβική ηλικία η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, η εργαζόμενη μνήμη και η νοημοσύνη αναπτύσσονται, ένα σημαντικό ερώτημα που εγείρεται αφορά στο ποια είναι η φύση της σχέσης ανάμεσα σ' όλες αυτές τις αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν. Σύμφωνα με αυτή την αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία με την πρόοδο της ηλικίας η ταχύτητα με την οποία τα παιδιά επεξεργάζονται πληροφορίες αυξάνεται, οδηγώντας σε βελτιώσεις στην εργαζόμενη μνήμη και η βελτιωμένη εργαζόμενη μνήμη, στη συνέχεια, οδηγεί σε αύξηση στη ρέουσα νοημοσύνη (Kail & Salthouse, 1994). Οι Fry και Hale (1996) διερεύνησαν τις πιθανές αιτιώδεις σχέσεις ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη με απώτερο στόχο να εξετάσουν το βαθμό στον οποίο οι σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις στη ρέουσα νοημοσύνη που παρατηρούνται στα παιδιά και τους εφήβους είναι το αποτέλεσμα/προϊόν των σχετικών με την ηλικία βελτιώσεων που συντελούνται στην ταχύτητα επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη (Fry & Hale, 2000). Οι Fry και Hale (1996) προκειμένου να ελέγξουν τις υποθέσεις τους για την ύπαρξη μίας αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας, χορήγησαν μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας ευφυΐας,

όπως αυτή εκτιμάται με το τεστ του Raven, σε παιδιά και νεαρούς ενήλικες, καλύπτοντας συγκεκριμένα τις ηλικίες από τα 7 μέχρι τα 12 χρόνια και από τα 17 μέχρι τα 19 χρόνια. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους παρείχαν στήριξη στην υπόθεσή τους ότι οι σχετικές με την ηλικία αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας οδηγούν σε αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη, οι οποίες ακολούθως οδηγούν σε αλλαγές στη ρέουσα νοημοσύνη.

Με άλλα λόγια, οι Fry και Hale (1996) περιγράφουν τη γνωστική ανάπτυξη κατά την παιδική ηλικία με όρους αιτιωδών σχέσεων (causal relations) ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη. Σύμφωνα με τα ευρήματά τους σχεδόν η μισή από τη σχετική με την ηλικία αύξηση στη ρέουσα νοημοσύνη μεσολαβείται από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη. Συγκεκριμένα, παρόλο που η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη, το 45% του συνόλου των σχετικών με την ηλικία αλλαγών στη ρέουσα νοημοσύνη μεσολαβείται από σχετικές με την ηλικία αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη. Αργότερα, οι Fry και Hale (2000), εκτελώντας επιπρόσθετες αναλύσεις στα ίδια δεδομένα, βρήκαν ότι, παρόλο που η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη, μόνο το 20% του συνόλου των αναπτυξιακών αλλαγών στη ρέουσα νοημοσύνη δε μεσολαβείται από την ταχύτητα επεξεργασίας και/ή την εργαζόμενη μνήμη. Με άλλα λόγια το 80% των αναπτυξιακών αλλαγών στη ρέουσα νοημοσύνη εξηγείται από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας και/ή την εργαζόμενη μνήμη.

Οι Nettelbeck και Burns (2010), αναφερόμενοι σ' αυτή τη γνωστική αναπτυξιακή διαδοχή (cognitive developmental cascade), επισημαίνουν ότι πρόκειται για μία σειρά/ ακολουθία (sequence) σταδίων επεξεργασίας (processing stages) εντός της οποίας η αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας στο πρώτο στάδιο έχει μία ροή επίδρασης (flow-on effect) στο επόμενο στάδιο, το οποίο επιδρά στο επόμενο και ούτω καθεξής. Ως προς το ίδιο θέμα οι Demetriou et al. (2013) αναφέρουν ότι πρόκειται για μία μεταφορά επιδράσεων από τα κατώτερα στα ανώτερα επίπεδα γνωστικής λειτουργικότητας. Οι Nettelbeck και Burns (2010) εξέτασαν το μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής (developmental cascade model) σε παιδιά ηλικίας 8 μέχρι 10 και 12 μέχρι 14 και ενήλικες ηλικίας 18 μέχρι 45 και 55 μέχρι 87. Χορήγησαν μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της συλλογιστικής ικανότητας (reasoning ability), όπως αυτή μετριέται με το Πολιτισμικά Δίκαιο Τεστ του Cattell (Cattell Culture Fair Test). Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους επιβεβαίωσαν ότι η γνωστική ανάπτυξη κατά την παιδική και εφηβική ηλικία περιγράφεται από το μοντέλο αναπτυξιακής

διαδοχής, όπως έδειξε και η έρευνα των Fry και Hale (1996). Με άλλα λόγια, η επίδοση των παιδιών και των εφήβων περιγραφόταν από μία αναπτυξιακή διαδοχή, διά της οποίας η πρόοδος της ηλικίας συνοδεύεται από ταχύτερη επεξεργασία, η οποία οδηγεί σε βελτιωμένη εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια οδηγεί σε αυξημένη συλλογιστική ικανότητα.

Η επίδοση των ενηλίκων στην έρευνα των Nettelbeck και Burns (2010) περιγραφόταν από μία παρόμοια διαδοχική ακολουθία, δια της οποίας με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών μειώνεται, οδηγώντας σε φτωχότερη εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια έχει ως αποτέλεσμα εξασθενημένη συλλογιστική ικανότητα. Η κύρια διαφορά ανάμεσα στο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τα παιδιά και στο μοντέλο που περιγράφει τη γνωστική αλλαγή στους ενήλικες είναι ότι στους δεύτερους βρέθηκε στατιστικά σημαντική η άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη, ενώ στην ομάδα των παιδιών και των εφήβων δε βρέθηκε κάτι τέτοιο. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση έδειξε ότι η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη στην ομάδα των ενηλίκων ηλικίας από 55 χρονών και πάνω. Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν σχετικές με την ηλικία αλλαγές, οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την ταχύτητα επεξεργασίας και οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την εργαζόμενη μνήμη στους ενήλικες άνω των 55 χρονών. Το ίδιο εύρημα βρέθηκε και στην έρευνα των Gregory, Nettelbeck, Howard και Wilson (2009), οι οποίοι εξέτασαν το μοντέλο διαδοχικής ακολουθίας στους ηλικιωμένους. Και σ' αυτήν την έρευνα η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη στα άτομα ηλικίας από 70 μέχρι 91 ετών.

Ο Kail (2007) εξέτασε τη γνωστική αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία χρησιμοποιώντας διαχρονικά δεδομένα και παρέχοντας έτσι ένα ισχυρότερο έλεγχο αυτής της αναπτυξιακής διαδοχής. Στην πρώτη χρονική στιγμή χορηγήθηκαν στους συμμετέχοντες, οι οποίοι ήταν παιδιά ηλικίας από 8 μέχρι 13 χρόνων, μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της ρέουσας νοημοσύνης. Η ρέουσα νοημοσύνη μετρήθηκε, χρησιμοποιώντας τριάντα προβλήματα από το τεστ του Raven στα οποία αντιστοιχούσε περιττός αριθμός. Τη δεύτερη χρονική στιγμή, ένα χρόνο αργότερα, λήφθηκαν ξανά μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης. Συγκεκριμένα οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να λύσουν άλλα τριάντα προβλήματα από το τεστ του Raven στα οποία αντιστοιχούσε άρτιος αριθμός. Ο κρίσιμος έλεγχος αφορούσε στη μακροχρόνια πρόβλεψη της επίδοσης στο τεστ του Raven τη δεύτερη χρονική στιγμή. Τα αποτελέσματα της έρευνας του Kail (2007) έδειξαν ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας οδηγούν σε αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη και η βελτιωμένη εργαζόμενη μνήμη οδηγεί σε αύξηση στη ρέουσα νοημοσύνη. Αυτό το μοντέλο

αναπτυξιακής διαδοχής ήταν προφανές στο συγχρονικό επίπεδο, επιβεβαιώνοντας έτσι τα ευρήματα των Fry και Hale (1996). Το σημαντικότερο όμως εύρημα της έρευνάς του σύμφωνα με τον ίδιο τον Kail (2007) είναι ότι το μοντέλο αυτό βρέθηκε ότι ισχύει και σε διαχρονικό επίπεδο, γεγονός που παρέχει ακόμα ισχυρότερη ένδειξη για μία αιτιώδη αλυσίδα (causal chain) στην οποία η εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει την αναπτυξιακή αλλαγή στη ρέουσα νοημοσύνη άμεσα και η ταχύτητα επεξεργασίας την επηρεάζει έμμεσα. Ο Kail (2007) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι είναι ξεκάθαρο ότι αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας και αυξημένη εργαζόμενη μνήμη συνιστούν παράγοντες που ωθούν/παρακινούν (drive) τις αναπτυξιακές αλλαγές στη ρέουσα νοημοσύνη.

Συνοψίζοντας, με την πάροδο του χρόνου κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη, η λεκτική και η πρακτική νοημοσύνη αναπτύσσονται. Ένα σημαντικό ερώτημα που εγείρεται και δεν έχει ακόμα απαντηθεί αφορά στο ποια είναι η φύση της σχέσης ανάμεσα σ' όλες αυτές τις αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν. Η ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι δεν υπάρχει κάποια προηγούμενη έρευνα στο χώρο, η οποία να έχει εξετάσει τις αιτιώδεις αναπτυξιακές σχέσεις ανάμεσα στους πέντε λανθάνοντες παράγοντες που εξετάζονται στην παρούσα έρευνα, δηλαδή την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη ξεχωριστά.

Η πιο πάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση καταδεικνύει την ανάγκη να συμπεριληφθούν σε ένα ενιαίο ερευνητικό σχεδιασμό μετρήσεις και των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, δηλαδή της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής και της εργαζόμενης μνήμης, όπως επίσης και μετρήσεις των δύο τύπων νοημοσύνης (πρακτικής/ρέουσας και λεκτικής/αποκρυσταλλωμένης), με σκοπό να διερευνηθεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της γενικής, αλλά και της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης ξεχωριστά, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Παρόλο που υπάρχει πλούσια ερευνητική δραστηριότητα όσον αφορά στη σχέση των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με τη νοημοσύνη, οι υπάρχουσες έρευνες έχουν χαρακτήρα αποσπασματικό, καθώς μελετούν κάποια από αυτές τις παραμέτρους με στόχο να αποκαλύψουν τη σχέση της με τη νοημοσύνη ή στην καλύτερη περίπτωση μελετούν δύο από τις παραμέτρους αυτές και εξετάζουν τη σχέση της καθεμιάς με τη νοημοσύνη. Επίσης, η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών ασχολείται αποκλειστικά με τη ρέουσα/πρακτική

νοημοσύνη, αγνοώντας συνειδητά και συστηματικά τη λεκτική/αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη.

Η πρωτοτυπία και η συνεισφορά της παρούσας έρευνας στο σχετικό ερευνητικό πεδίο έγκειται εν μέρει στο ότι έχει συμπεριλάβει σ' ένα ενιαίο ερευνητικό σχεδιασμό μία περιεκτική και ταυτόχρονη αξιολόγηση και των τριών βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, χρησιμοποιώντας ποικίλες συμπεριφορικές μετρήσεις για την καθεμιά. Επίσης, η παρούσα έρευνα εξετάζει τη συμβολή της κάθε παραμέτρου ξεχωριστά για τη γενική, τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη. Αυτό, όμως, που εξασφαλίζει ακόμα περισσότερο την πρωτοτυπία και τη συνεισφορά της παρούσας έρευνας είναι το ότι έχει διεξαχθεί σε παιδιά και εφήβους, καλύπτοντας ένα ηλικιακό εύρος κατά τη διάρκεια του οποίου συντελούνται μεγάλες αλλαγές στις ανθρώπινες νοητικές λειτουργίες. Κατά αυτόν το τρόπο η παρούσα έρευνα συλλαμβάνει και την αναπτυξιακή διάσταση της σχέσης των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με την ψυχομετρικά οριζόμενη ευφυΐα. Επομένως, στην παρούσα έρευνα η σχέση της κάθε παραμέτρου με τη νοημοσύνη εξετάζεται τόσο σε επίπεδο αναπτυξιακών αλλαγών όσο και σε επίπεδο ατομικών διαφορών.

Όπως έχει φανεί από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση δε γνωρίζουμε ποια σχέση παρουσιάζει η κάθε παράμετρος με τη νοημοσύνη, όταν το ερευνητικό σχέδιο προνοεί τη συμπερίληψη μετρήσεων και των τριών παραμέτρων και την ταυτόχρονη εξέτασή τους σ' ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων, αφού καμία από τις υπάρχουσες έρευνες δεν έχει εξετάσει ταυτόχρονα σ' ένα μοντέλο δομικών εξισώσεων και τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, ούτως ώστε να προσδιοριστεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, όταν ελέγχονται στατιστικά (κρατούνται σταθερές) οι άλλες δύο παράμετροι. Η ταυτόχρονη εξέταση της συμβολής και των τριών παραμέτρων είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της συνεισφοράς της καθεμιάς στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, αφού όπως έδειξαν οι έρευνες οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009).

Η διατύπωση ξεκάθαρης πρόβλεψης για τη συμβολή της κάθε παραμέτρου του γνωστικού συστήματος στην πρόβλεψη της νοημοσύνης δυσχεραίνεται από το γεγονός ότι τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών, οι οποίες εξέτασαν αποσπασματικά μία ή δύο από τις παραμέτρους με στόχο να αποκαλύψουν τις σχέσεις της/τους με τη νοημοσύνη, δε βρίσκονται

σε συμφωνία μεταξύ τους (Colom, Abad, Quiroga, Shih, & Flores-Mendoza, 2008· Conway et al., 2002· Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Πέρα από τα αντικρουόμενα ευρήματα μεταξύ των ερευνών, η διατύπωση ξεκάθαρης πρόβλεψης καθίσταται δύσκολη, καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών έχει διεξαχθεί σε ενήλικες και έχει εστιαστεί ως επί το πλείστον στη ρέουσα νοημοσύνη. Παρόλα αυτά, η υπόθεση που διατυπώθηκε με βάση τις προηγούμενες έρευνες στο χώρο είναι ότι λογικά και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος θα πρέπει να έχουν στατιστικά σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης νοημοσύνης τόσο της γενικής όσο και της λεκτικής/αποκρυσταλλωμένης και της πρακτικής/ρέουσας νοημοσύνης ξεχωριστά (Tillman et al., 2009).

Το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας (cognitive developmental cascade) που εξέτασαν οι προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Fry & Hale, 1996· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010) είναι περιορισμένο ως προς τρία σημεία: α) αφορά μόνο στη ρέουσα/πρακτική νοημοσύνη, γεγονός που συνιστά ένα ερευνητικό κενό, αφού δεν ερευνήθηκε αν ισχύει αυτή η γνωστική αναπτυξιακή διαδοχή και όσον αφορά στην αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη β) περιλαμβάνει μόνο δύο από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (την ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη) και αγνοεί τη συμβολή του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής σ' αυτήν την αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία και γ) δεν περιλαμβάνει όλο το ηλικιακό φάσμα της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Στην έρευνα των Fry και Hale (1996) οι συμμετέχοντες ήταν από 7 μέχρι 12 χρονών και από 17 μέχρι 19 χρονών, στην έρευνα του Kail (2007) ήταν από 8 μέχρι 13 χρονών και στην έρευνα των Nettelbeck και Burns (2010) είχαν ηλικίες από 8 μέχρι 10, από 12 μέχρι 14, από 18 μέχρι 45 και από 55 μέχρι 87 χρονών. Η παρούσα έρευνα καλύπτει, χρόνο με χρόνο, όλο το ηλικιακό φάσμα της σχολικής ηλικίας από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Επεκτείνει το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής συμπεριλαμβάνοντας και τον έλεγχο επεξεργασίας και εξετάζει την ισχύ αυτού του μοντέλου όσον αφορά τόσο στην αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη όσο και στη ρέουσα/πρακτική νοημοσύνη. Συνδυάζοντας τη θεωρία και τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών σε παιδιά (Barkley, 1997· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010), από τις οποίες, όμως, καμιά δεν εξέτασε την αναπτυξιακή διαδοχή ανάμεσα σ' όλους τους λανθάνοντες παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνονται στην παρούσα έρευνα, η υπόθεση που τέθηκε αναφορικά με το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας είναι

ότι οι σχετικές με την ηλικία (αναπτυξιακές) αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας οδηγούν σε βελτιωτικές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας, ο οποίος μετά με τη σειρά του ανοίγει το δρόμο για αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια οδηγεί σε αυξήσεις τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη.

Άννα Τούρβα

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 158 παιδιά (79 κορίτσια και 79 αγόρια) ηλικίας από 7 μέχρι 18 χρόνων. Πιο συγκεκριμένα, λήφθηκαν δεδομένα από έντεκα ηλικιακές ομάδες με την εξής κατανομή παιδιών από τη δευτέρα δημοτικού μέχρι και την τρίτη λυκείου: 13 παιδιά από τη Β΄ δημοτικού (6 αγόρια, 7 κορίτσια, $MH^3 = 7.42$, $TA^4 = .47$), 13 παιδιά από τη Γ΄ δημοτικού (8 αγόρια, 5 κορίτσια, $MH = 8.56$, $TA = .25$), 14 παιδιά από τη Δ΄ δημοτικού (5 αγόρια, 9 κορίτσια, $MH = 9.43$, $TA = .30$), 14 παιδιά από την Ε΄ δημοτικού (10 αγόρια, 4 κορίτσια, $MH = 10.58$, $TA = .30$), 16 παιδιά από τη Στ΄ δημοτικού (6 αγόρια, 10 κορίτσια, $MH = 11.52$, $TA = .23$), 14 παιδιά από την Α΄ γυμνασίου (9 αγόρια, 5 κορίτσια, $MH = 12.60$, $TA = .42$), 16 παιδιά από τη Β΄ γυμνασίου (7 αγόρια, 9 κορίτσια, $MH = 13.58$, $TA = .28$), 14 παιδιά από τη Γ΄ γυμνασίου (7 αγόρια, 7 κορίτσια, $MH = 14.51$, $TA = .33$), 14 παιδιά από την Α΄ λυκείου (7 αγόρια, 7 κορίτσια, $MH = 15.57$, $TA = .31$), 17 παιδιά από τη Β΄ λυκείου (7 αγόρια, 10 κορίτσια, $MH = 16.61$, $TA = .32$) και 13 παιδιά από τη Γ΄ λυκείου (7 αγόρια, 6 κορίτσια, $MH = 17.60$, $TA = .59$). Ο μέσος όρος του Πηλίκου Ευφυΐας των συμμετεχόντων ήταν 109.37 και η τυπική απόκλιση ήταν 16.24.

Όσον αφορά στο μορφωτικό και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο των γονέων των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα πρέπει να αναφερθεί ότι υπήρχαν γονείς χαμηλού, μέσου και υψηλού μορφωτικού και κοινωνικοοικονομικού επιπέδου. Συγκεκριμένα, το 14.4% των πατέρων είχε λάβει μόνο την εννιάχρονη υποχρεωτική εκπαίδευση, το 44% είχε ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το 8% είχε φοιτήσει σε κολλέγιο, το 20% είχε λάβει πανεπιστημιακή μόρφωση και το 13.6% είχε συμπληρώσει σπουδές μεταπτυχιακού επιπέδου. Όσον αφορά στις μητέρες των συμμετεχόντων το 11.2% των μητέρων είχε λάβει μόνο την εννιάχρονη υποχρεωτική εκπαίδευση, το 44.8% είχε συμπληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το 12% είχε φοιτήσει σε κολλέγιο, το 24.8% είχε πανεπιστημιακή μόρφωση και το 7.2% είχε λάβει μόρφωση μεταπτυχιακού επιπέδου.

³ MH = Μέση Ηλικία (σε χρόνια)

⁴ TA = Τυπική Απόκλιση

3.2 Διαδικασία εκτέλεσης της έρευνας

Αρχικά προκειμένου να εξασφαλιστεί το δείγμα της έρευνας αναρτήθηκε σε χώρους του Πανεπιστημίου Κύπρου ανακοίνωση πρόσκλησης για συμμετοχή στην έρευνα αυτή. Ενημερώθηκαν, επίσης, μεγάλα ακροατήρια φοιτητών ψυχολογίας για την έρευνα και τους ζητήθηκε να τη γνωστοποιήσουν σε άτομα που γνωρίζουν, τα οποία έχουν παιδιά ηλικίας από 7 μέχρι 18 χρονών. Όσοι γονείς εκδήλωσαν ενδιαφέρον για συμμετοχή των παιδιών τους έτυχαν ενημέρωσης από την ερευνήτρια για τους σκοπούς της έρευνας και για τη διαδικασία που θα ακολουθούσαν. Πληροφορήθηκαν ότι στην πρώτη συνάντηση το παιδί τους θα αξιολογούνταν με ένα τεστ γενικής ευφυΐας (Wechsler Abbreviated Scales of Intelligence, WASI) και θα εκτελούσε επτά γνωστικά έργα από τα οποία τα έξι θα του χορηγούνταν μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Όσον αφορά στη δεύτερη συνάντηση πληροφορήθηκαν ότι σε αυτή το παιδί τους θα εκτελούσε τρία γνωστικά έργα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Επιπλέον, στάλθηκε στους γονείς ενημερωτικό υλικό και έντυπο συγκατάθεσης. Μετά από αυτήν την ενημέρωση όσοι γονείς έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για να συμμετάσχει το παιδί τους στην έρευνα πληροφορήθηκαν ότι δικαιούνται, εάν επιθυμούν, να τους γνωστοποιηθούν τα αποτελέσματα της μέτρησης της ευφυΐας του παιδιού τους. Αναφέρθηκε, επίσης, στους γονείς ότι το κάθε παιδί που θα συμμετείχε στην έρευνα θα λάμβανε 30 ευρώ και ένα δίπλωμα.

Η εξέταση του κάθε παιδιού γινόταν ατομικά σε δύο συναντήσεις στο εργαστήριο ψυχοφυσιολογίας του Τμήματος Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Κύπρου. Στην πρώτη συνάντηση το παιδί αρχικά αξιολογούνταν με το τεστ ευφυΐας WASI και στη συνέχεια εκτελούσε επτά γνωστικά έργα. Η σειρά με την οποία χορηγούνταν τα γνωστικά έργα άλλαζε με συστηματικό τρόπο εντός έξι ομάδων προκειμένου να ελεγχθεί η επίδραση της σειράς των έργων. Τα έργα αυτά και η ομαδοποίησή τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η καθεμιά από τις σειρές-ομάδες των έργων χορηγήθηκε σε ίσο αριθμό παιδιών (περίπου 26-27 παιδιά). Η συνάντηση αυτή συμπεριλαμβανομένων των διαλειμμάτων που γίνονταν διαρκούσε γύρω στις δύο ώρες.

Πίνακας 1. Ομαδοποίηση των επτά γνωστικών έργων της πρώτης συνάντησης

Έργα					
Έργο Simon effect	Έργο Posner	Έργο Προχώρα/Μην	Έργο ΕΣΑ	Έργο ευφράδειας	Έργο ευφράδειας
Έργο Posner	Έργο Simon effect	προχωρήσεις	Έργο Προχώρα/Μην	Έργο λεκτικής	Έργο οπτικο-χωρικής
Έργο Προχώρα/Μην	Έργο λεκτικής	Έργο ΕΣΑ	προχωρήσεις	εργαζόμενης μνήμης	εργαζόμενης μνήμης
προχωρήσεις	εργαζόμενης μνήμης	Έργο Simon effect	Έργο οπτικο-χωρικής	Έργο οπτικο-χωρικής	Έργο λεκτικής
Έργο Επίδρασης της	Έργο ευφράδειας	Έργο Posner	εργαζόμενης μνήμης	εργαζόμενης μνήμης	εργαζόμενης μνήμης
Συμβολικής	Έργο οπτικο-χωρικής	Έργο οπτικο-χωρικής	Έργο ευφράδειας	Έργο Simon effect	Έργο ΕΣΑ
Απόστασης (ΕΣΑ)	εργαζόμενης μνήμης	εργαζόμενης μνήμης	Έργο λεκτικής	Έργο Posner	Έργο Προχώρα/Μην
Έργο λεκτικής	Έργο ΕΣΑ	Έργο λεκτικής	εργαζόμενης μνήμης	Έργο Προχώρα/Μην	προχωρήσεις
εργαζόμενης μνήμης	Έργο Προχώρα/Μην	εργαζόμενης μνήμης	Έργο Posner	προχωρήσεις	Έργο Posner
Έργο οπτικο-χωρικής	προχωρήσεις	Έργο ευφράδειας	Έργο Simon effect	Έργο ΕΣΑ	Έργο Simon effect
εργαζόμενης μνήμης					
Έργο ευφράδειας					

Στη δεύτερη συνάντηση, η οποία διαρκούσε περίπου μιάμιση ώρα, το παιδί εκτελούσε τρία γνωστικά έργα (το έργο του χρόνου επιθεώρησης, το έργο του ελέγχου δικτύων προσοχής και το έργο του Sternberg για τη διερεύνηση της μνήμης). Δημιουργήθηκαν οι έξι δυνατοί συνδυασμοί των τριών αυτών έργων λαμβανομένης υπόψη της σειράς χορήγησής τους. Και σ' αυτήν την περίπτωση η καθεμιά από τις σειρές-ομάδες των έργων χορηγήθηκε σε ίσο αριθμό παιδιών (περίπου 26-27 παιδιά). Οι δύο συναντήσεις για το κάθε παιδί πραγματοποιούνταν εντός του ίδιου μήνα.

3.3 Μέσα συλλογής δεδομένων

3.3.1 Ψυχομετρικές μετρήσεις

Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν με τη συντομευμένη κλίμακα νοημοσύνης Wechsler (Wechsler Abbreviated Scales of Intelligence, WASI, The Psychological Corporation, 1999). Η κλίμακα αυτή αποτελείται από τέσσερις δοκιμασίες: Λεξιλόγιο, Κατασκευή σχεδίων με κύβους, Ομοιότητες και Μήτρες συλλογισμού. Οι υποκλίμακες του Λεξιλογίου και των Ομοιοτήτων αξιολογούν τη λεκτική νοημοσύνη και οι υποκλίμακες της Κατασκευής σχεδίων με κύβους και των Μήτρων συλλογισμού μετρούν τη μη λεκτική (πρακτική) νοημοσύνη. Το τεστ WASI προσφέρει πολλές πληροφορίες για τη νοητική λειτουργικότητα του ατόμου μέσα

σε σύντομο χρόνο εξέτασης συγκριτικά προς άλλα παρόμοια τεστ. Χορηγείται ατομικά και μετρά αποτελεσματικά τη λεκτική, την πρακτική και τη γενική νοημοσύνη. Η επιλογή του WASI για τη μέτρηση της νοημοσύνης στην παρούσα έρευνα αποφασίστηκε κατά κύριο λόγο, επειδή το εν λόγω τεστ επιτρέπει γρήγορη και αποτελεσματική εκτίμηση τόσο της γενικής νοητικής λειτουργικότητας όσο και της λεκτικής και της πρακτικής ευφυΐας ξεχωριστά σε περιπτώσεις κατά τις οποίες η χορήγηση όλης της συστοιχίας Wechsler ή κάποιου άλλου τεστ εκτίμησης της νοητικής λειτουργικότητας δεν είναι δυνατή ή δεν είναι αναγκαία.

Το τεστ WASI σταθμίστηκε πρόσφατα σε Ελληνοκυπριακό πληθυσμό (Spanoudis & Tourna, 2012). Οι τέσσερις δοκιμασίες του τεστ παρουσιάζουν, όπως αναμενόταν, στατιστικά σημαντικές ($p < .001$) συσχετίσεις μεταξύ τους. Οι δοκιμασίες του Λεξιλογίου και των Ομοιοτήτων έχουν μεταξύ τους συσχέτιση .56. Η συσχέτιση ανάμεσα στις δοκιμασίες της Κατασκευής Σχεδίων με Κύβους και των Μήτρων Συλλογισμού είναι .49. Η δοκιμασία του Λεξιλογίου παρουσιάζει συσχέτιση .28 με τη δοκιμασία της Κατασκευής Σχεδίων με Κύβους και .33 με τη δοκιμασία των Μήτρων Συλλογισμού. Η δοκιμασία των Ομοιοτήτων παρουσιάζει συσχέτιση .24 με τη δοκιμασία της Κατασκευής Σχεδίων με Κύβους και .29 με τη δοκιμασία των Μήτρων Συλλογισμού. Η συσχέτιση ανάμεσα στη λεκτική και την πρακτική κλίμακα είναι .38 ($p < .001$).

Στις αναλύσεις που διεξήχθησαν χρησιμοποιήθηκαν οι αρχικές-ανεπεξεργαστες (raw) τιμές των συμμετεχόντων στην καθεμιά από τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI. Δε χρησιμοποιήθηκαν οι σταθμισμένες τιμές, γιατί αυτές οι τιμές, παρόλο που είναι αναγκαίες για την εκτίμηση του Πηλίκου Ευφυΐας, δεν εξυπηρετούν τους σκοπούς της παρούσας έρευνας, καθώς η κανονιστική τους φύση αφαιρεί την αναπτυξιακή διάσταση της ευφυΐας και κατ' επέκταση δυσχεραίνει τη μελέτη των σχέσεων που παρουσιάζει η αναπτυσσόμενη ευφυΐα με τις παραμέτρους (ταχύτητα, έλεγχος/προσοχή, εργαζόμενη μνήμη) του αναπτυσσόμενου γνωστικού συστήματος. Οι τέσσερις αρχικές μετρήσεις για τον κάθε συμμετέχοντα, οι οποίες αντιστοιχούν στην επίδοσή του στην καθεμιά από τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI, χρησιμοποιήθηκαν σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν. Χρησιμοποιήθηκαν, δηλαδή, στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της νοημοσύνης και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως οι μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης αρχικά και στους παράγοντες της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης στη συνέχεια).

3.3.2 Γνωστικές μετρήσεις

Οι γνωστικές μετρήσεις αφορούσαν σε έργα αξιολόγησης των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος και περιλάμβαναν την ακριβή καταγραφή του χρόνου και της ορθότητας της αντίδρασης. Όλα τα έργα, εκτός από το έργο ευφράδειας, κατασκευάστηκαν μέσω του e-prime και χορηγήθηκαν μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αρχικά εξηγούνταν οι οδηγίες του κάθε έργου στον εξεταζόμενο, ο οποίος ξεκινούσε, αφού η ερευνήτρια βεβαιωνόταν ότι οι οδηγίες του προς εκτέλεση έργου είχαν γίνει πλήρως κατανοητές. Όλα τα έργα εκτελούνταν υπό τη διακριτική επιτήρηση της ερευνήτριας. Συνολικά ο κάθε εξεταζόμενος εκτέλεσε δέκα γνωστικά έργα.

Γνωστικά έργα ταχύτητας και ελέγχου επεξεργασίας

Τα έργα για τη μέτρηση της ταχύτητας και του ελέγχου της επεξεργασίας παρουσιάζονται στην ίδια ενότητα, καθώς κάποια από τα έργα αυτά μετρούσαν ταυτόχρονα τόσο την ταχύτητα όσο και τον έλεγχο επεξεργασίας.

Έργο Simon Effect: Το έργο αυτό στόχευε στη μέτρηση τόσο της ταχύτητας όσο και του ελέγχου της επεξεργασίας και βασιζόταν στο Simon effect (Simon, 1969· Simon & Rudell, 1967). Αρχικά εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης του υπολογιστή για ένα δευτερόλεπτο ένας σταυρός στον οποίο ο εξεταζόμενος έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Στη συνέχεια παρουσιαζόταν για πάρα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (κυμαινόμενης διάρκειας) ένα σχήμα, το οποίο ήταν είτε ένας πράσινος κύκλος είτε ένα μπλε τετράγωνο. Το παιδί καλούνταν να πατήσει όσο πιο γρήγορα μπορεί το πλήκτρο Z (το οποίο βρίσκεται στην αριστερή άκρη του πληκτρολογίου), όποτε παρουσιαστεί στην οθόνη ο πράσινος κύκλος και το πλήκτρο M (το οποίο βρίσκεται στη δεξιά άκρη του πληκτρολογίου), όποτε παρουσιαστεί στην οθόνη το μπλε τετράγωνο. Το κάθε σχήμα εμφανιζόταν κάποτε στη δεξιά και κάποτε στην αριστερή μεριά της οθόνης. Η διάρκεια έκθεσης του σχήματος-ερεθίσματος κυμαινόταν από 200 μέχρι 700 ms. Συγκεκριμένα, ορίστηκαν έξι χρονικά διαστήματα έκθεσης (200 ms, 300 ms, 400 ms, 500 ms, 600 ms και 700 ms) και σε καθένα από αυτά αναλογούσαν τέσσερις δοκιμές. Το πρόγραμμα τυχαία επέλεγε το χρονικό διάστημα έκθεσης του ερεθίσματος στην κάθε δοκιμή. Ο εξεταζόμενος είχε περιθώριο δυόμισι δευτερολέπτων, για να πατήσει το κατάλληλο πλήκτρο. Μεταξύ δύο συνεχόμενων δοκιμών (Inter-stimulus Interval, ISI) μεσολαβούσε χρονικό διάστημα δύο δευτερολέπτων.

Το έργο αυτό περιλάμβανε μία συμβατή και μία ασύμβατη συνθήκη. Στις δοκιμές της συμβατής συνθήκης παρουσιαζόταν είτε ο πράσινος κύκλος στην αριστερή μεριά της οθόνης είτε το μπλε τετράγωνο στη δεξιά μεριά της οθόνης. Αυτή η συνθήκη είναι συμβατή, γιατί το κάθε ερέθισμα και το πλήκτρο που του αντιστοιχεί βρίσκονται στην ίδια πλευρά (πράσινος κύκλος αριστερά στην οθόνη – πλήκτρο Z αριστερά στο πληκτρολόγιο, μπλε τετράγωνο δεξιά στην οθόνη – πλήκτρο M δεξιά στο πληκτρολόγιο). Στην ασύμβατη συνθήκη παρουσιαζόταν είτε ο πράσινος κύκλος στη δεξιά μεριά της οθόνης είτε το μπλε τετράγωνο στην αριστερή μεριά της οθόνης. Ως εκ τούτου, το κάθε ερέθισμα παρουσιαζόταν στην αντίθετη πλευρά από αυτήν που βρίσκεται το πλήκτρο που του αντιστοιχεί (πράσινος κύκλος δεξιά στην οθόνη – πλήκτρο Z αριστερά στο πληκτρολόγιο, μπλε τετράγωνο αριστερά στην οθόνη – πλήκτρο M δεξιά στο πληκτρολόγιο). Η ασύμβατη συνθήκη είναι πιο δύσκολη, καθώς απαιτεί διαχείριση σύγκρουσης. Σύμφωνα με τον ίδιο το Simon (1969) η θέση του ερεθίσματος παρότι άσχετη προς το ερέθισμα επηρεάζει άμεσα την αντίδραση εξαιτίας της αυτοματοποιημένης τάσης που έχουμε να αντιδρούμε προς την πηγή του ερεθίσματος. Ως εκ τούτου, όπως αναμενόταν, ο μέσος χρόνος αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη ήταν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) μεγαλύτερος από το μέσο χρόνο αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη.

Το έργο Simon effect διαρκούσε περίπου τρία λεπτά και αποτελούνταν από 120 δοκιμές [2 συνθήκες X (6 χρονικά διαστήματα έκθεσης X 4 δοκιμές) X 5 επαναλήψεις]. Αρχικά δίνονταν οκτώ δοκιμές για εξάσκηση χωρίς χρονικό περιθώριο απάντησης με παροχή ανατροφοδότησης στον εξεταζόμενο για την ορθότητα ή μη της απάντησής του. Οι 120 δοκιμές του κυρίως έργου εκτελούνταν χωρίς οποιαδήποτε ανατροφοδότηση στο συμμετέχοντα.

Από το έργο Simon effect χρησιμοποιήθηκαν δύο μετρήσεις χρόνου αντίδρασης για τον κάθε συμμετέχοντα. Η μία μέτρηση είναι ο μέσος όρος του χρόνου αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις επιτυχημένες δοκιμές της συμβατής συνθήκης και η άλλη μέτρηση είναι ο μέσος όρος του χρόνου αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές της ασύμβατης συνθήκης. Η πρώτη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ως μία από τις μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας και η δεύτερη ως μία από τις μετρήσεις του ελέγχου επεξεργασίας. Και οι δύο μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν στις συσχετίσεις που διεξήχθησαν και στις πολυμεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης που εκτελέστηκαν (η πρώτη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας και η δεύτερη στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας). Ωστόσο, στα μοντέλα δομικών εξισώσεων που εξετάστηκαν χρησιμοποιήθηκε μόνο η μία από τις δύο

αυτές μετρήσεις και συγκεκριμένα ο μέσος χρόνος αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας. Ο μέσος χρόνος αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου δε συμπεριλήφθηκε ανάμεσα στις μεταβλητές που όριζαν τον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας. Ο λόγος που κατέστη αυτό αναγκαίο είναι επειδή οι δύο μετρήσεις από το έργο αυτό παρουσίαζαν ιδιαίτερα υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους ($r = .94, p < .01$) με αποτέλεσμα η συμπερίληψη και των δύο στα μοντέλα δομικών εξισώσεων να δημιουργεί προβλήματα στην εκτιμώμενη συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων που όριζαν. Πιο συγκεκριμένα, όταν στα μοντέλα χρησιμοποιούνταν και οι δύο μετρήσεις από το έργο αυτό η συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας υπερέβαινε τη μονάδα.

Έργο Επίδρασης της Συμβολικής Απόστασης (ΕΣΑ) (Symbol Distance Effect): Αυτό το έργο στόχευε στη μέτρηση του ελέγχου επεξεργασίας μέσα από τη σύγκριση δύο συμβόλων-εννοιών που παρουσιάζονταν ταυτόχρονα στον εξεταζόμενο (Leth-Steensen & Marley, 2000). Το έργο αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος εμφανιζόταν αρχικά στο κέντρο της οθόνης του υπολογιστή για ένα δευτερόλεπτο ένας σταυρός στον οποίο ο εξεταζόμενος έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Αμέσως μετά εμφανίζονταν ταυτόχρονα δύο ισομεγέθεις εικόνες, μία στην αριστερή πλευρά και μία στη δεξιά πλευρά της οθόνης, η οποία ήταν χωρισμένη στη μέση με μία κάθετη γραμμή. Έργο του παιδιού ήταν να βρει ποια από τις δύο εικόνες δείχνει αυτό που έχει το μεγαλύτερο μέγεθος στην πραγματικότητα. Στο παιδί δίνονταν οδηγίες να πατά όσο πιο γρήγορα μπορεί το πλήκτρο Z, αν η εικόνα στα αριστερά δείχνει κάτι που στην πραγματικότητα είναι μεγαλύτερο από αυτό που δείχνει η εικόνα στα δεξιά και το πλήκτρο M, αν η εικόνα στα δεξιά δείχνει κάτι που στην πραγματικότητα είναι μεγαλύτερο από αυτό που δείχνει η εικόνα στα αριστερά. Οι δύο εικόνες παρέμεναν στην οθόνη μέχρι που ο συμμετέχοντας πατούσε το ένα εκ των δύο πλήκτρων. Στο έργο αυτό το παιδί έπρεπε να προβάλει αντίσταση στις παρεμβαίνουσες άσχετες πληροφορίες που προέρχονταν από το γεγονός ότι το εικονιζόμενο αντικείμενο στη μία εικόνα είχε μεγεθυνθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να παρουσιάζεται ότι έχει το ίδιο μέγεθος με το αντικείμενο στην άλλη εικόνα, το οποίο όμως στην πραγματικότητα ήταν μεγαλύτερων διαστάσεων από αυτό. Τα αντικείμενα στο κάθε ζεύγος εικόνων είχαν μεταξύ τους είτε σχέση μέρους-όλου (π.χ. δάκτυλο-χέρι), είτε σχέση χρησιμότητας (π.χ. σφυρί-καρφί), είτε σχέση εννοιολογική (π.χ. μήλο-κεράσι).

Αυτό το μέρος του έργου αποτελούνταν από 72 δοκιμές (3 κατηγορίες σχέσης X 8 ζευγάρια εικόνων X 3 επαναλήψεις) και για την περάτωσή του χρειάζονταν περίπου τρία λεπτά. Ξεκινούσε με τέσσερις δοκιμές εξάσκησης στις οποίες δινόταν ανατροφοδότηση στον εξεταζόμενο για την ορθότητα ή μη της απάντησής του. Στις 72 δοκιμές του κύριου έργου δε δινόταν οποιαδήποτε ανατροφοδότηση στο συμμετέχοντα. Όταν το παιδί ολοκλήρωνε το πρώτο μέρος του έργου, έκανε ένα μικρό διάλειμμα για να ξεκουραστεί και στη συνέχεια του δίνονταν οι οδηγίες για το δεύτερο μέρος.

Στο δεύτερο μέρος του έργου αρχικά εμφανιζόταν πάλι στο κέντρο της οθόνης για ένα δευτερόλεπτο ένας σταυρός στον οποίο ο εξεταζόμενος έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Αμέσως μετά παρουσιάζονταν ταυτόχρονα στην οθόνη δύο μονοψήφιοι αριθμοί (από το 1 μέχρι το 5), ένας στην κάθε πλευρά της οθόνης. Ο συμμετέχοντας έπρεπε να πατήσει όσο μπορεί πιο γρήγορα το πλήκτρο Z, αν ο μεγαλύτερος αριθμός βρισκόταν στην αριστερή πλευρά της οθόνης και το πλήκτρο M, αν ο μεγαλύτερος αριθμός βρισκόταν στη δεξιά πλευρά. Τα ζευγάρια των αριθμών που παρουσιάστηκαν είχαν διαφορά μεταξύ τους είτε τρία (π.χ. 2 και 5) είτε ένα (π.χ. 5 και 4). Όπως αναμενόταν, ο μέσος χρόνος αντίδρασης στη συνθήκη όπου οι δύο αριθμοί διέφεραν κατά ένα ήταν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) μεγαλύτερος από το μέσο χρόνο αντίδρασης στη συνθήκη όπου οι δύο αριθμοί διέφεραν κατά τρία. Οι δύο αριθμοί παρέμεναν στην οθόνη μέχρι ο συμμετέχοντας να πατήσει το ένα εκ των δύο πλήκτρων. Το μέρος αυτό αποτελούνταν από 80 δοκιμές (2 συνθήκες διαφοράς ανάμεσα στους αριθμούς X 4 ζευγάρια αριθμών X 10 επαναλήψεις) και διαρκούσε περίπου τρία λεπτά. Και αυτό το μέρος ξεκινούσε με τέσσερις δοκιμές εξάσκησης στις οποίες δινόταν ανατροφοδότηση στον εξεταζόμενο για την ορθότητα ή μη της απάντησής του. Στο κύριο έργο όμως δε δινόταν οποιαδήποτε ανατροφοδότηση στο συμμετέχοντα.

Από το έργο αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο μετρήσεις. Η μία μέτρηση είναι ο μέσος χρόνος αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις επιτυχημένες δοκιμές του πρώτου μέρους, δηλαδή με άλλα λόγια, ο μέσος χρόνος αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές και για τις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε στις συσχετίσεις που διεξήχθησαν και στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας. Δε χρησιμοποιήθηκε, όμως, στα μοντέλα δομικών εξισώσεων που εξετάστηκαν, γιατί όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας προέρχονταν από διαφορές ανάμεσα σε μέσους χρόνους αντίδρασης και ως εκ τούτου είχαν πολύ διαφορετικούς μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις από τη συγκεκριμένη μέτρηση (βλέπε Πίνακα 2Α στο Παράρτημα). Η δεύτερη μέτρηση που χρησιμοποιήθηκε από

αυτό το έργο είναι η διαφορά ανάμεσα στους μέσους χρόνους αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις δύο συνθήκες αριθμών. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η εξής μέτρηση: μέσος χρόνος αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις επιτυχημένες δοκιμές της συνθήκης όπου οι δύο αριθμοί διέφεραν κατά ένα πλην το μέσο χρόνο αντίδρασης του στις επιτυχημένες δοκιμές της συνθήκης όπου οι δύο αριθμοί διέφεραν κατά τρία. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας).

Το έργο αυτό είναι καινούργιο και δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα στη διεθνή βιβλιογραφία. Έχει χρησιμοποιηθεί μόνο μία παραλλαγή του πρώτου μέρους του έργου στην έρευνα των Demetriou, Mouyi και Spanoudis (2008). Ως εκ τούτου κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι η αξιοπιστία άλφα (Cronbach's alpha) αυτού του έργου ήταν .97, πράγμα που δείχνει ότι το έργο διαθέτει πολύ υψηλή αξιοπιστία.

Έργο Posner: Αυτό το έργο στόχευε στη μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας. Στην οθόνη του υπολογιστή παρουσιάζονταν για ένα δευτερόλεπτο δύο σταυροί πάνω στους οποίους το παιδί έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Αμέσως μετά στη θέση των σταυρών εστίασης παρουσιάζονταν είτε 2 γράμματα (π.χ ΒΓ) είτε ένα γράμμα κι ένας αριθμός (π.χ. Κ3). Στο παιδί δινόταν η οδηγία να πατά όσο πιο γρήγορα μπορεί το πλήκτρο Z, όταν στην οθόνη παρουσιάζονται δύο γράμματα, τα οποία είναι ίδια από κάθε άποψη (φυσική ομοιότητα-ταύτιση, π.χ. αα ή ΒΒ) και το πλήκτρο M σ' όλες τις άλλες περιπτώσεις. Μέγιστη διάρκεια έκθεσης του κάθε ζεύγους ερεθισμάτων ορίστηκαν τα πέντε δευτερόλεπτα. Ωστόσο η διάρκεια έκθεσης ήταν πολύ μικρότερη, αφού το κάθε ζεύγος ερεθισμάτων εξαφανιζόταν από την οθόνη μόλις το παιδί απαντούσε. Στη συνέχεια επανεμφανίζονταν οι δύο σταυροί εστίασης για ένα δευτερόλεπτο και αμέσως μετά παρουσιαζόταν στη θέση των δύο σταυρών το νέο ζεύγος ερεθισμάτων. Το έργο αυτό αποτελούνταν από 40 δοκιμές. Στο 50% των δοκιμών τα δύο ερεθίσματα έπρεπε να αξιολογηθούν ως ίδια και στο υπόλοιπο 50% ως διαφορετικά. Από το έργο Posner χρησιμοποιήθηκε μία μέτρηση χρόνου αντίδρασης. Η μέτρηση αυτή είναι ο μέσος όρος του χρόνου αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις επιτυχημένες δοκιμές της συμβατής συνθήκης, δηλαδή ο μέσος χρόνος αντίδρασης του στις επιτυχημένες δοκιμές στις οποίες οι δύο ερεθισμοί ήταν φυσικώς όμοιοι. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην

πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας).

Έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις (Go/Nogo task): Αυτό το έργο μετρούσε τόσο την ταχύτητα όσο και τον έλεγχο επεξεργασίας. Συγκεκριμένα όσον αφορά στον έλεγχο επεξεργασίας μετρούσε την ικανότητα αναστολής-αναχαίτισης της τάσης για αντίδραση (response inhibition). Το έργο ξεκινούσε με την παρουσίαση μιας φιγούρας κινούμενων σχεδίων στο κέντρο της οθόνης για δύομισι δευτερόλεπτα, προκειμένου ο συμμετέχοντας να εστιάσει την προσοχή του. Στη συνέχεια στην οθόνη του υπολογιστή παρουσιαζόταν κάθε φορά η εικόνα ενός ζώου. Στο παιδί δινόταν η οδηγία να πατά όσο πιο γρήγορα μπορεί το πλήκτρο Z κάθε φορά που παρουσιάζεται κάποιο ζώο (“δοκιμές-Προχώρα”) με εξαίρεση το σκύλο (“δοκιμές-Μην προχωρήσεις”). Στην εικόνα με το σκύλο το παιδί έπρεπε να αναστείλει/αναχαιτίσει την τάση του να πατά το πλήκτρο μόλις εμφανιστεί στην οθόνη η εικόνα κάποιου ζώου. Οι εικόνες παρουσιάζονταν με μέγιστη διάρκεια έκθεσης τα 700 ms η καθεμιά. Μεταξύ των εικόνων μεσολαβούσε χρονικό διάστημα δύομισι δευτερολέπτων κατά τη διάρκεια του οποίου παρουσιαζόταν η φιγούρα κινούμενων σχεδίων. Το έργο ήταν χωρισμένο σε τρία μέρη διάρκειας περίπου τριών λεπτών το καθένα. Μεταξύ των τριών μερών ο εξεταζόμενος έκανε σύντομα διαλείμματα. Υπήρχαν 72 δοκιμές στο πρώτο μέρος και από 58 δοκιμές στο δεύτερο και στο τρίτο μέρος. Στο 25% του συνόλου των δοκιμών παρουσιαζόταν η εικόνα ενός σκύλου (“δοκιμές-Μην προχωρήσεις”) και στο 75% παρουσιαζόταν η εικόνα διάφορων άλλων ζώων (“δοκιμές-Προχώρα”).

Από το έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις χρησιμοποιήθηκαν δύο μετρήσεις. Η μία μέτρηση είναι ο μέσος χρόνος αντίδρασης του κάθε συμμετέχοντα στις επιτυχημένες “δοκιμές-Προχώρα”. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε σ’ όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας). Η δεύτερη μέτρηση που λήφθηκε είναι το ποσοστό επιτυχίας του κάθε συμμετέχοντα στις “δοκιμές-Μην προχωρήσεις”. Με άλλα λόγια, είναι το ποσοστό επιτυχίας του παιδιού στις δοκιμές όπου παρουσιαζόταν ο σκύλος και ως εκ τούτου έπρεπε να αναχαιτίσει την τάση του να πατά το πλήκτρο. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε μόνο στις συσχετίσεις που εκτιμήθηκαν. Η συσχέτιση που παρουσίασε με την ηλικία ήταν πολύ χαμηλή ($r = .08, p > .05$) και ως εκ τούτου δε συμπεριλήφθηκε στην

πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας. Το μέσο ποσοστό επιτυχίας των παιδιών στις “δοκιμές-Μην προχωρήσεις” ήταν περίπου το ίδιο στις διάφορες ηλικιακές ομάδες και συγκεκριμένα κυμαινόταν από 83% μέχρι 87%. Επίσης, η μέτρηση αυτή δε χρησιμοποιήθηκε ούτε στα μοντέλα δομικών εξισώσεων.

Έργο Χρόνου Επιθεώρησης (Inspection Time task): Το έργο του χρόνου επιθεώρησης μετρούσε την ταχύτητα επεξεργασίας και συγκεκριμένα την ταχύτητα της αντιληπτικής διάκρισης ή, με άλλα λόγια, την ταχύτητα της αντιληπτικής πρόσληψης (perceptual intake). Το οπτικό έργο του χρόνου επιθεώρησης κατασκευάστηκε αρχικά από τους Vickers, Nettelbeck και Willson (1972) στο πλαίσιο ενός μοντέλου επεξεργασίας ερεθισμάτων.

Στο έργο αυτό (βλέπε Σχήμα 1Α στο Παράρτημα 2) παρουσιάζονταν στην οθόνη του υπολογιστή για πολύ σύντομο χρονικό διάστημα δύο κάθετες γραμμές άσπρου χρώματος σε μαύρο φόντο με ευδιάκριτη διαφορά μήκους μεταξύ τους (μακριά γραμμή: 2 cm και κοντή γραμμή: 1,6 cm), οι οποίες ενώνονταν στο πάνω μέρος τους με μία οριζόντια γραμμή. Το ερέθισμα αυτό έμοιαζε με το ελληνικό γράμμα Π με τη διαφορά όμως ότι οι δύο κάθετες γραμμές είχαν διαφορετικό μήκος μεταξύ τους. Έργο του συμμετέχοντα ήταν να απαντήσει ποια από τις δύο κάθετες γραμμές ήταν η μακρύτερη. Η πιθανότητα εμφάνισης της μακρύτερης γραμμής στα δεξιά ή στα αριστερά ήταν η ίδια. Επιλέχθηκαν άσπροι ερεθισμοί σε μαύρο φόντο για επίτευξη της καλύτερης δυνατής διάκρισης του ερεθίσματος-στόχου.

Η χρονική ακολουθία της παρουσίασης του έργου είχε ως εξής: Αρχικά η οθόνη ήταν κενή (μαύρη) για 750 ms και αμέσως μετά ακουγόταν ένας ήχος. Στη συνέχεια παρουσιαζόταν στο κέντρο της οθόνης για ένα δευτερόλεπτο ένας άσπρος σταυρός, στον οποίο ο συμμετέχοντας έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Μετά η οθόνη πάλι άδειαζε (μαύρη) για 100 ms και στη συνέχεια παρουσιαζόταν το ερέθισμα-στόχος, δηλαδή οι δύο κάθετες γραμμές ενωμένες στο πάνω μέρος τους με μία οριζόντια. Οι δύο κάθετες γραμμές πολύ σύντομα μετά την εμφάνισή τους καλύπτονταν από μία «μάσκα», για να αποτραπεί η περαιτέρω επεξεργασία του ερεθίσματος. Η μάσκα παρουσιαζόταν για 300 ms και αποτελούνταν από δύο σύμβολα του κεραυνού ίσου μήκους (3,5 cm). Στο συμμετέχοντα δινόταν η οδηγία να απαντήσει αφού εξαφανιστεί το ερέθισμα-στόχος και εμφανιστεί η μάσκα, πατώντας το δεξί πλήκτρο του ποντικιού στην περίπτωση που ήταν μακρύτερη η δεξιά γραμμή του ερεθίσματος και το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού στην περίπτωση που ήταν μακρύτερη η αριστερή γραμμή. Στις οδηγίες η έμφαση δινόταν στην ακρίβεια-ορθότητα της απάντησης και όχι στην ταχύτητα αντίδρασης. Υπήρχε ένα χρονικό διάστημα τεσσάρων

δευτερολέπτων εντός του οποίου έπρεπε να δοθεί η απάντηση διαφορετικά το πρόγραμμα προχωρούσε στην επόμενη προσπάθεια. Σ' αυτό το διάστημα των τεσσάρων δευτερολέπτων η οθόνη παρέμενε κενή (μαύρη), ανεξάρτητα από το πότε απαντούσε ο εξεταζόμενος. Ο λόγος, για τον οποίο δινόταν στο συμμετέχοντα η οδηγία να απαντήσει μετά που θα εξαφανιστεί το ερέθισμα-στόχος και αφού εμφανιστεί η μάσκα, είναι επειδή το έργο αυτό μετρά την ταχύτητα της αντιληπτικής διάκρισης του ατόμου και όχι την ταχύτητα αντίδρασής του. Μεταξύ δύο συνεχόμενων δοκιμών μεσολαβούσε χρονικό διάστημα 750 ms κατά τη διάρκεια του οποίου η οθόνη ήταν άδεια. Αμέσως μετά ακουγόταν πάλι ο ήχος και το έργο συνέχιζε με τη σειρά που έχει εξηγηθεί.

Η διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος-στόχου, δηλαδή των δύο κάθετων γραμμών, μεταβαλλόταν στηριζόμενη στον αλγόριθμο PEST (Parameter Estimation by Sequential Testing, Leek, 2001· Taylor & Creelman, 1967). Αυτός ο αλγόριθμος προσαρμογής γενικά προέβλεπε ότι η διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος θα αυξάνεται ή θα μειώνεται σταδιακά ανάλογα με την ορθότητα των απαντήσεων του εξεταζόμενου. Η αρχική διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος ήταν 210 ms. Αν ο εξεταζόμενος έδινε τέσσερις συνεχόμενες ορθές απαντήσεις ή, αντίστροφα, τέσσερις συνεχόμενες λανθασμένες απαντήσεις, ο χρόνος έκθεσης του ερεθίσματος σταδιακά μειωνόταν ή αυξανόταν, αντίστοιχα. Αρχικά το βήμα μείωσης ή αύξησης του χρόνου έκθεσης ορίστηκε στα 40 ms στις τέσσερις ορθές ή τέσσερις λάθος απαντήσεις, αντίστοιχα. Μετά από δύο αντιστροφές (εναλλαγές σωστού-λάθους) μειωνόταν το βήμα στα 20 ms στις δύο ορθές απαντήσεις. Μετά από τέσσερις αντιστροφές το πρόγραμμα πήγαινε στο βήμα ένα. Με τον αλγόριθμο PEST επιχειρήθηκε η βελτιστοποίηση του χρόνου έκθεσης ανά συμμετέχοντα με βάση την επίδοσή του. Στόχος ήταν να καθοριστεί για το κάθε παιδί η ελάχιστη απαιτούμενη διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος στην οποία το παιδί ήταν ικανό να διακρίνει επιτυχώς τη μακρύτερη γραμμή. Η μέγιστη διάρκεια έκθεσης του ερεθίσματος ήταν 2000 ms και η ελάχιστη διάρκεια έκθεσης ήταν 6 ms. Η παρουσίαση ερεθισμάτων ολοκληρωνόταν μετά από δεκαπέντε αντιστροφές ή 96 δοκιμές. Αρχικά ο εξεταζόμενος εκτελούσε 32 δοκιμές, προκειμένου να εξασκηθεί και να εξοικειωθεί με το έργο.

Από το έργο αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέτρηση του χρόνου επιθεώρησης του κάθε συμμετέχοντα, δηλαδή της ελάχιστης απαιτούμενης διάρκειας έκθεσης του ερεθίσματος, προκειμένου ο συμμετέχοντας να μπορεί να διακρίνει επιτυχώς τη μακρύτερη γραμμή. Ο χρόνος επιθεώρησης που λήφθηκε για τον κάθε συμμετέχοντα ήταν η διάρκεια έκθεσης που μεσολαβούσε μεταξύ της εμφάνισης του ερεθίσματος-στόχου και της εμφάνισης της μάσκας

μετά τη συμπλήρωση 96 δοκιμών ή μετά από 15 αντιστροφές, ανάλογα με το ποιο από τα δύο συνέβαινε πρώτο. Η μέτρηση αυτή χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας).

Έργο Ελέγχου Δικτύων Προσοχής (ΕΔΠ) (Attention Network Test, ANT): Το έργο ΕΔΠ παρέχει μία μέτρηση της επάρκειας/αποτελεσματικότητας καθενός από τα τρία δίκτυα προσοχής: εγρήγορσης, προσανατολισμού της προσοχής και εκτελεστικού ελέγχου, στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης (Fan et al., 2002). Το έργο αυτό στηρίζεται στη λογική του flanker task (Eriksen & Eriksen, 1974), αλλά χρησιμοποιεί χρονικές και χωρικές ενδείξεις, για να ποικίλει ως προς τις λειτουργίες της εγρήγορσης και του προσανατολισμού της προσοχής. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε η εκδοχή του ΕΔΠ για παιδιά που φτιάχτηκε από τους Rueda et al. (2004a).

Στο έργο αυτό (βλέπε Σχήμα 2Α στο Παράρτημα 2) κάθε δοκιμή ξεκινούσε με την παρουσίαση ενός σταυρού στο κέντρο της οθόνης για 400 ms, στον οποίο ο συμμετέχοντας έπρεπε να εστιάσει την προσοχή του. Στη συνέχεια ακολουθούσε μία από τις εξής τέσσερις συνθήκες προειδοποίησης για το πού θα εμφανιζόταν το επερχόμενο ερέθισμα-στόχος: α) παρουσίαση μίας κεντρικής ένδειξης προειδοποίησης, β) παρουσίαση μίας διπλής ένδειξης προειδοποίησης, γ) παρουσίαση μίας χωρικής ένδειξης προειδοποίησης και δ) απουσία οποιασδήποτε ένδειξης. Στη συνθήκη με την κεντρική ένδειξη παρουσιαζόταν ένας αστερίσκος στη θέση του σταυρού εστίασης. Στη συνθήκη διπλής ένδειξης εμφανίζονταν δύο αστερίσκοι στις δύο πιθανές θέσεις του ερεθίσματος-στόχου, ένας πάνω και ένας κάτω από το σταυρό εστίασης στον ίδιο κάθετο άξονα. Στη συνθήκη χωρικής ένδειξης παρουσιαζόταν ένας αστερίσκος στη θέση του επερχόμενου ερεθίσματος-στόχου και στην τέταρτη συνθήκη δεν παρουσιαζόταν οποιαδήποτε προειδοποιητική ένδειξη. Η προειδοποιητική ένδειξη παρουσιαζόταν στην οθόνη για 150 ms. Μετά την εξαφάνιση της προειδοποιητικής ένδειξης ακολουθούσε μία περίοδος εστίασης της προσοχής στο σταυρό στο κέντρο της οθόνης για 450 ms και αμέσως μετά εμφανιζόταν το ερέθισμα-στόχος. Το ερέθισμα-στόχος παρέμενε στην οθόνη μέχρι ο συμμετέχοντας να απαντήσει με μέγιστο όμως χρονικό διάστημα έκθεσης τα 1700 ms.

Το ερέθισμα-στόχος ήταν είτε ένα κίτρινο ψαράκι μόνο του είτε ένα κίτρινο ψαράκι στο μέσο μιας οριζόντιας σειράς από πέντε κίτρινα ψαράκια, σε φόντο χρώματος πράσινο-μπλε.

Το ερέθισμα-στόχος εμφανιζόταν πάνω ή κάτω από το σταυρό εστίασης στον ίδιο κάθετο άξονα. Στους συμμετέχοντες δινόταν η οδηγία να απαντούν βασιζόμενοι στην κατεύθυνση που είχε το κεντρικό ψαράκι και να πατούν το δεξί ή το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού ανάλογα με το αν το κεντρικό ψαράκι είχε κατεύθυνση στα δεξιά ή στα αριστερά, αντίστοιχα. Στις ουδέτερες δοκιμές το κεντρικό ψαράκι εμφανιζόταν μόνο του. Στις συμβατές δοκιμές τα γειτνιάζοντα ψαράκια έδειχναν προς την ίδια κατεύθυνση με το κεντρικό-μεσαίο ψαράκι (>>>>> ή <<<<<<), ενώ στις ασύμβατες δοκιμές τα γειτνιάζοντα ψαράκια έδειχναν προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που έδειχνε το κεντρικό-μεσαίο ψαράκι (<<<<<< ή >>>>>). Στα παιδιά δινόταν η οδηγία να απαντούν σωστά και γρήγορα.

Το έργο περιλάμβανε 32 δοκιμές στην αρχή για εξάσκηση και τρία μέρη των 48 δοκιμών το καθένα. Το κάθε μέρος διαρκούσε γύρω στα πέντε λεπτά. Μεταξύ των μερών ο εξεταζόμενος έκανε σύντομα διαλείμματα για να ξεκουραστεί. Υπήρχε ίδιος αριθμός δοκιμών για καθεμιά από τις δώδεκα συνθήκες: τρεις τύποι ερεθίσματος (συμβατός, ασύμβατος και ουδέτερος) X τέσσερα είδη προειδοποιητικών ενδείξεων (κεντρική ένδειξη, διπλή ένδειξη, χωρική ένδειξη και καθόλου ένδειξη). Μετά από κάθε σωστή απάντησή του ο εξεταζόμενος λάμβανε ακουστική και οπτική ανατροφοδότηση, ενώ μετά από κάθε λανθασμένη απάντησή του λάμβανε μόνο ακουστική ανατροφοδότηση. Η ανατροφοδότηση είχε διάρκεια ενάμισι δευτερόλεπτο. Μετά την ανατροφοδότηση παρουσιαζόταν ο σταυρός εστίασης για 500 ms και το έργο συνέχιζε με τον τρόπο που εξηγήθηκε πιο πάνω.

Από το έργο ΕΔΠ χρησιμοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις για τον κάθε συμμετέχοντα, οι οποίες προέκυψαν από διαφορές ανάμεσα σε μέσους χρόνους αντίδρασης. Η κάθε μέτρηση αντιστοιχούσε σ' ένα δίκτυο προσοχής. Οι αφαιρέσεις ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης εκτελέστηκαν με τον τρόπο που χρησιμοποίησαν οι κατασκευαστές του έργου αυτού (Rueda et al., 2004a). Έτσι, για τον υπολογισμό της τιμής του δικτύου της εγρήγορσης για τον κάθε συμμετέχοντα αφαιρέθηκε ο μέσος χρόνος αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές με διπλή ένδειξη από το μέσο χρόνο αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές χωρίς προειδοποιητική ένδειξη. Για να υπολογιστεί η τιμή του δικτύου του προσανατολισμού της προσοχής για τον κάθε συμμετέχοντα αφαιρέθηκε ο μέσος χρόνος αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές με χωρική ένδειξη από το μέσο χρόνο αντίδρασής του στις επιτυχημένες δοκιμές με κεντρική ένδειξη. Τέλος, για τον υπολογισμό της τιμής του κάθε συμμετέχοντα στο δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου (δίκτυο εποπτείας και επίλυσης σύγκρουσης) αφαιρέθηκε ο μέσος χρόνος αντίδρασής του στις συμβατές δοκιμές από το μέσο χρόνο αντίδρασής του στις ασύμβατες δοκιμές. Και σ' αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν μόνο

οι επιτυχημένες δοκιμές. Και οι τρεις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν σ' όλες τις αναλύσεις που εκτελέστηκαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως οι τρεις από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας).

Γνωστικά έργα εργαζόμενης μνήμης

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα έργα για την αξιολόγηση της εργαζόμενης μνήμης.

Έργο βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών (forward digit span): Αυτό το έργο μετρούσε τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης και συγκεκριμένα το εύρος/πεδίο της βραχύχρονης συγκράτησης λεκτικών πληροφοριών. Το παιδί άκουε μια σειρά από μονοψήφιους αριθμούς, οι οποίοι εκφωνούνταν μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με σταθερή ταχύτητα εκφώνησης, ένας αριθμός το δευτερόλεπτο. Υπήρχαν οκτώ επίπεδα αύξουσας δυσκολίας, τα οποία περιλάμβαναν από δύο μέχρι εννέα αριθμούς. Κάθε επίπεδο αποτελούνταν από τρεις προσπάθειες. Η επιλογή των προς εκφώνηση αριθμών γινόταν τυχαία από το πρόγραμμα στον υπολογιστή. Όταν ολοκληρωνόταν η εκφώνηση των αριθμών της κάθε προσπάθειας, το παιδί έπρεπε να πληκτρολογήσει τους αριθμούς με τη σειρά που τους άκουσε. Όταν έδινε την απάντησή του, πατούσε το πλήκτρο enter. Μέχρι την επόμενη εκφώνηση αριθμών εντός του ίδιου επιπέδου μεσολαβούσε χρονικό διάστημα 1500 ms. Όταν ολοκληρώνονταν οι τρεις προσπάθειες ενός επιπέδου, η χρονική στιγμή της μεταφοράς στο επόμενο επίπεδο καθοριζόταν από το ίδιο το παιδί με το πάτημα ενός πλήκτρου. Επιτυχημένη επίδοση σ' ένα επίπεδο θεωρούνταν η ορθή ανάκληση των ψηφίων σε τουλάχιστον δύο από τις τρεις προσπάθειες. Ο υπολογιστής ξεκινούσε τη χορήγηση με το επίπεδο των τριών ψηφίων και ανάλογα με την επίδοση του παιδιού είτε προχωρούσε στο επόμενο επίπεδο (επίπεδο των τεσσάρων ψηφίων) σε περίπτωση επιτυχίας είτε χορηγούσε το προηγούμενο επίπεδο (επίπεδο των δύο ψηφίων) σε περίπτωση αποτυχίας. Αν το παιδί πετύχαινε στο επίπεδο των δύο ψηφίων, του επαναχορηγούνταν το επίπεδο των τριών ψηφίων. Το έργο σταματούσε σ' εκείνο το επίπεδο, το οποίο το παιδί επαναλάμβανε ανεπιτυχώς δύο φορές.

Το εύρος της μνήμης του κάθε παιδιού καθοριζόταν από τον αριθμό των ψηφίων που περιλαμβάνονταν στο τελευταίο επίπεδο που έλυνε με επιτυχία. Αυτή η μέτρηση, δηλαδή το εύρος της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών για τον κάθε συμμετέχοντα, χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που εκτελέστηκαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης και στα

μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης).

Έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών: Αυτό το έργο μετρούσε τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης και συγκεκριμένα τη βραχύχρονη συγκράτηση οπτικο-χωρικών πληροφοριών. Στην ουσία πρόκειται για ένα έργο μνημονικής αναγνώρισης οπτικο-χωρικών πληροφοριών που τυγχάνουν βραχύχρονης διατήρησης. Κάθε φορά παρουσιαζόταν στην οθόνη του υπολογιστή για δύο δευτερόλεπτα ένα σύνθετο γεωμετρικό σχήμα. Στη συνέχεια παρουσιάζονταν πέντε σύνθετα γεωμετρικά σχήματα και ο συμμετέχοντας έπρεπε να δείξει ποιο από τα πέντε ήταν το ίδιο με αυτό που παρουσιάστηκε προηγουμένως. Συνολικά παρουσιάστηκαν 21 σύνθετα γεωμετρικά σχήματα, οργανωμένα σε επτά επίπεδα αύξουσας δυσκολίας με τρεις δοκιμές ανά επίπεδο. Η δυσκολία του έργου μεταβαλλόταν σε συνάρτηση του αριθμού των εγγεγραμμένων γεωμετρικών σχημάτων και του αριθμού των επιπρόσθετων γραμμών που περιλαμβάνονταν στο κάθε σύνθετο γεωμετρικό σχήμα. Έτσι, σε καθένα από τα επτά επίπεδα δυσκολίας αυξάνονταν οι μονάδες πληροφορίας που το παιδί έπρεπε να συγκρατήσει στη βραχύχρονη μνήμη του και στη συνέχεια να αναγνωρίσει.

Στο πρώτο επίπεδο τα σύνθετα γεωμετρικά σχήματα που παρουσιάστηκαν στις τρεις δοκιμές αποτελούνταν από ένα γεωμετρικό σχήμα και ένα ευθύγραμμο τμήμα μέσα σ' αυτό. Στο δεύτερο επίπεδο αποτελούνταν από ένα γεωμετρικό σχήμα και δύο ευθύγραμμα τμήματα διαφορετικής κλίσης μέσα σ' αυτό και στο τρίτο επίπεδο από ένα γεωμετρικό σχήμα στο οποίο ήταν εγκλεισμένο ένα άλλο γεωμετρικό σχήμα. Στο τέταρτο και πέμπτο επίπεδο τα σύνθετα γεωμετρικά σχήματα αποτελούνταν από ένα γεωμετρικό σχήμα και δύο εγκλεισμένα σχήματα σ' αυτό και από ένα γεωμετρικό σχήμα και τρία εγκλεισμένα σχήματα σ' αυτό, αντίστοιχα. Το έκτο επίπεδο περιλάμβανε ένα γεωμετρικό σχήμα, δύο άλλα γεωμετρικά σχήματα εγκλεισμένα σ' αυτό και μία γραμμή και, τέλος, στο έβδομο επίπεδο περιλαμβάνονταν τέσσερα αυτόνομα γεωμετρικά σχήματα μερικώς εφαπτόμενα. Το έργο ξεκινούσε με τρεις δοκιμές εξάσκησης στις οποίες δινόταν ανατροφοδότηση στο παιδί. Για κάθε επιτυχημένη δοκιμή του κυρίως έργου (21 δοκιμές) το παιδί πιστωνόταν με ένα βαθμό.

Η μέτρηση που χρησιμοποιήθηκε από αυτό το έργο είναι η συνολική επίδοση του κάθε συμμετέχοντα, δηλαδή το σύνολο των ορθών απαντήσεων που έδωσε. Αυτή η μέτρηση χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης και στα

μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης).

Το έργο αυτό είναι καινούργιο και δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα στη διεθνή βιβλιογραφία. Έχει χρησιμοποιηθεί μόνο μία παραλλαγή του έργου αυτού στην έρευνα των Demetriou, Mouyi και Spanoudis (2008). Ως εκ τούτου κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι η αξιοπιστία άλφα (Cronbach's alpha) αυτού του έργου ήταν .61, πράγμα που δείχνει ότι το έργο διαθέτει ικανοποιητική αξιοπιστία.

Έργο ευφράδειας (Fluency test): Αυτό το έργο στόχευε στην αξιολόγηση του συστατικού της ικανότητας επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης (processing component of working memory) ή, με άλλους όρους, του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης (central executive component of working memory). Πρόκειται για ένα έργο συνειρμικής ανάκλησης λέξεων-εννοιών αποτελούμενο από δύο συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη δόθηκαν στο συμμετέχοντα δύο γενικές εννοιολογικές κατηγορίες (α. ζώα και β. φαγητά και ποτά) και του ζητήθηκε να αναφέρει μέσα σ' ένα λεπτό όσο το δυνατό περισσότερες λέξεις-έννοιες μπορεί, οι οποίες να ανήκουν στην κατηγορία που του δινόταν την κάθε φορά. Παρόλο που αυτή η δοκιμασία φαίνεται σχετικά εύκολη, εντούτοις, όπως έχει αναφερθεί, απαιτεί από το συμμετέχοντα να επινοήσει και να εκτελέσει μια κατάλληλη στρατηγική ανάσυρσης λέξεων από τη μακρόχρονη μνήμη του, ενώ ταυτόχρονα να ελέγχει τις λέξεις που του έρχονται στο μυαλό, για να διασφαλίσει και ότι είναι κατάλληλες και ότι δεν έχουν ξαναειπωθεί (Mackintosh, 1998). Επίσης, η δοκιμασία αυτή έπρεπε να ολοκληρωθεί μέσα σ' ένα πολύ περιορισμένο εύρος χρόνου και ως εκ τούτου απαιτούνταν από το συμμετέχοντα να διατηρεί ένα γρήγορο ρυθμό. Για την κάθε υπερκείμενη εννοιολογική κατηγορία ο συμμετέχοντας έπαιρνε τόσους βαθμούς όσες ήταν και οι ορθές λέξεις-έννοιες που ανέφερε εντός του ενός λεπτού. Ο τελικός του βαθμός για αυτή τη συνθήκη ήταν ο μέσος όρος των δύο βαθμολογιών που συγκέντρωσε (βαθμολογία στην ανάκληση ζώων και βαθμολογία στην ανάκληση φαγητών και ποτών).

Σύμφωνα με τους Schweizer και Moosbrugger (2004) τα έργα εργαζόμενης μνήμης πρέπει να επιφέρουν υψηλό γνωστικό φορτίο και να εμπλέκουν πέραν του ενός συστήματος της εργαζόμενης μνήμης, καθώς η επεξεργασία στην εργαζόμενη μνήμη περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων που την αποτελούν. Επιπρόσθετα, ο Kyllonen (2002) εισηγείται ότι τα έργα εργαζόμενης μνήμης δεν πρέπει να ενεργοποιούν μαθησιακές διαδικασίες και ως εκ τούτου μόνο καλά μαθημένο υλικό ενδείκνυται να χρησιμοποιείται στα

έργα αυτά. Λαμβανομένων αυτών υπόψη, στη δεύτερη συνθήκη του έργου αυτού ο συμμετέχοντας κλήθηκε να ανασύρει από τη μακρόχρονη μνήμη του δύο καλά μαθημένες κατηγορίες εννοιών και να τις χειρίζεται ταυτόχρονα, κινούμενος από τη μία στην άλλη, διατηρώντας όμως τη σειρά των στοιχείων της κάθε ακολουθίας. Η συνθήκη αυτή απαιτούσε τη συνεχή τροφοδότηση της εργαζόμενης μνήμης από τη μακρόχρονη μνήμη. Απαιτούσε, επίσης, από το συμμετέχοντα να συγκρατεί κάθε φορά στην εργαζόμενη μνήμη του το στοιχείο της κάθε ακολουθίας στο οποίο είχε μείνει, ούτως ώστε να αναφέρει μετά το αμέσως επόμενο. Το παιδί διακοπτόταν, όταν ολοκληρωνόταν το ένα λεπτό, άσχετα με το αν είχε ήδη κάνει κάποιο λάθος.

Με βάση τα πιο πάνω στη δεύτερη συνθήκη το παιδί κλήθηκε να αναφέρει μέσα σ' ένα λεπτό εναλλάξ τα γράμματα του αλφαβήτου και τους αριθμούς, διατηρώντας τη σειρά μεταξύ τους (Α1, Β2, Γ3, κτλ.). Όταν το παιδί ολοκλήρωνε το αλφάβητο, δηλαδή έφτανε στο Ω24, ξεκινούσε το αλφάβητο πάλι από την αρχή, αλλά συνέχιζε με την κατηγορία των αριθμών από εκεί όπου είχε μείνει, δηλαδή Α25, Β26, Γ27, κτλ. Στη συνέχεια, κατά παρόμοιο τρόπο, το παιδί κλήθηκε να αναφέρει μέσα σ' ένα λεπτό εναλλάξ τους μήνες και τα γράμματα (Γενάρης-Α, Φλεβάρης-Β, κτλ.). Όταν ολοκληρωνόταν η μία κατηγορία, το παιδί ξεκινούσε από την αρχή αυτήν την κατηγορία, αλλά συνέχιζε με την άλλη κατηγορία από το σημείο στο οποίο είχε μείνει (Γενάρης-Ν, Φλεβάρης-Ξ, κτλ.). Τέλος, ζητήθηκε από το συμμετέχοντα να αναφέρει εναλλάξ τις εποχές και τα γράμματα. Και σ' αυτήν την περίπτωση ίσχυαν τα ίδια για τις κατηγορίες όταν ολοκληρώνονταν. Και στις τρεις περιπτώσεις δίνονταν κάθε φορά στο συμμετέχοντα τα δύο πρώτα στοιχεία, για να εξοικειωθεί με το έργο και έπειτα αφηνόταν μόνος του να συνεχίσει.

Η δυσκολία της συνθήκης αυτής έγκειται στο υψηλό φορτίο που απορρέει από τη διατήρηση (συγκράτηση) και τον ταυτόχρονο χειρισμό πολλών μονάδων πληροφορίας. Η διατήρηση πληροφοριών στη μνήμη απαιτείται την ίδια στιγμή που εκτελούνται γνωστικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, όταν το παιδί βρισκόταν στο Η7, έπρεπε να συγκρατήσει στη μνήμη του το γεγονός ότι έφτασε μέχρι το γράμμα Η και τον αριθμό 7 και ταυτόχρονα μπορούσε να χρειαστεί να επαναλάβει το αλφάβητο από το Α στο Θ, προκειμένου να βρει το επόμενο στοιχείο που έπρεπε να αναφέρει (Θ8), διατηρώντας παράλληλα ένα γρήγορο ρυθμό. Ο βαθμός που έπαιρνε καθοριζόταν από το σύνολο των ορθών στοιχείων που ανέφερε, τηρουμένης της σωστής διαδοχής και στις δύο έννοιες.

Από τη συνθήκη αυτή προέκυψαν τρεις βαθμολογίες (βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση γραμμάτων-αριθμών, βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση μηνών-γραμμάτων και

βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση εποχών-γραμμάτων). Όσον αφορά στην εναλλάξ ανάκληση μηνών-γραμμάτων υπήρχαν αρκετές απύσες τιμές (9%), λόγω του ότι αρκετοί από τους συμμετέχοντες δε γνώριζαν τους μήνες με τη σειρά και, επομένως, δεν ήταν σε θέση να εκτελέσουν το συγκεκριμένο μέρος αυτής της συνθήκης. Για το λόγο αυτό η μεταβλητή αυτή (βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση μηνών-γραμμάτων) αφαιρέθηκε από την ανάλυση και ως εκ τούτου δε συμπεριλήφθηκε στην εξαγωγή του τελικού βαθμού των συμμετεχόντων για αυτή τη συνθήκη. Επομένως, ο τελικός βαθμός του κάθε συμμετέχοντα για αυτή τη συνθήκη είναι ο μέσος όρος των άλλων δύο βαθμολογιών που συγκέντρωσε (βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση γραμμάτων-αριθμών και βαθμολογία στην εναλλάξ ανάκληση εποχών-γραμμάτων).

Συνοψίζοντας, από το έργο ευφράδειας χρησιμοποιήθηκαν δύο μετρήσεις για τον κάθε συμμετέχοντα, οι οποίες είναι οι μέσοι όροι επίδοσής του στις δύο συνθήκες του έργου. Η μέτρηση από την πρώτη συνθήκη είναι ο μέσος όρος επίδοσής του στην ανάκληση στοιχείων-εννοιών που ανήκουν στις δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες και η μέτρηση από τη δεύτερη συνθήκη είναι ο μέσος όρος επίδοσής του στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες. Και οι δύο μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν σ' όλες τις αναλύσεις που εκτελέστηκαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως δύο από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης).

Έργο διερεύνησης της μνήμης (memory-scanning task): Πρόκειται για μία παραλλαγή του έργου διερεύνησης-εξέτασης της μνήμης που επινοήθηκε από το Sternberg (1966, 1975). Αυτό το έργο μετρούσε τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης. Στο έργο αυτό (βλέπε Σχήμα 3Α στο Παράρτημα 2) παρουσιάζονταν στο κέντρο της οθόνης ένα-ένα διάφορα ερεθίσματα-σύμβολα, τα οποία ο συμμετέχοντας έπρεπε να συγκρατήσει στη βραχύχρονη μνήμη του. Σε κάθε δοκιμή μπορούσαν να παρουσιαστούν από 1 μέχρι 7 από τα εξής δώδεκα σύμβολα: >, <, (,), #, /, \, =, L, U, V και ". Η διάρκεια έκθεσης του κάθε συμβόλου ήταν 1200 ms. Τα ερεθίσματα-σύμβολα είχαν χρώμα μαύρο και παρουσιάζονταν σε λευκό φόντο, ούτως ώστε να είναι όσο το δυνατό πιο ευδιάκριτα. Αφού παρουσιάζονταν όλα τα ερεθίσματα-σύμβολα που περιλαμβάνονταν στην εκάστοτε δοκιμή, άδειαζε η οθόνη για 1000 ms και ταυτόχρονα ακουγόταν ένας ήχος προειδοποίησης. Αμέσως μετά παρουσιάζονταν σε γκριζό φόντο το ερέθισμα διερεύνησης (probe stimulus). Ο συμμετέχοντας έπρεπε να αποφασίσει εάν αυτό το ερέθισμα αποτελούσε μέλος του συνόλου των ερεθισμάτων που είχαν παρουσιαστεί

στην τρέχουσα δοκιμή. Αν περιλαμβανόταν σ' αυτά που είχαν παρουσιαστεί στην τρέχουσα δοκιμή, τότε έπρεπε να πατήσει το αριστερό πλήκτρο στο ποντίκι. Αν δεν περιλαμβανόταν, τότε έπρεπε να πατήσει το δεξί πλήκτρο. Στους συμμετέχοντες δινόταν η οδηγία να απαντούν σωστά και γρήγορα. Το ερέθισμα διερεύνησης παρέμενε στην οθόνη μέχρι το υποκείμενο να απαντήσει, με μέγιστο όμως χρονικό διάστημα τα τέσσερα δευτερόλεπτα. Μόλις ο συμμετέχοντας απαντούσε ή μόλις περνούσαν τα τέσσερα δευτερόλεπτα, εμφανιζόταν στην οθόνη για δύο δευτερόλεπτα η πρόταση «Πάμε σ' άλλη προσπάθεια. Έτοιμοι!» και αμέσως μετά ξεκινούσε η επόμενη δοκιμή. Το έργο περιλάμβανε 84 δοκιμές, οι οποίες χορηγούνταν σε δύο μέρη των 42 δοκιμών. Μεταξύ των δύο μερών μεσολαβούσε διάλειμμα. Το σύμβολο διερεύνησης περιλαμβανόταν στις μισές δοκιμές. Αρχικά το παιδί εκτελούσε δεκατέσσερις δοκιμές για εξάσκηση.

Η βαθμολογία του κάθε συμμετέχοντα ήταν το μέσο ποσοστό των ορθών απαντήσεων που έδωσε στις 7 σειρές των ερεθισμάτων πολλαπλασιαζόμενο επί δέκα, ούτως ώστε η μέτρηση αυτή να βρίσκεται σε μία κλίμακα 0-10. Με αυτό τον τρόπο η μεταβλητή αυτή είχε παρόμοιο μετρικό σύστημα με τις υπόλοιπες μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης. Αυτή η μέτρηση χρησιμοποιήθηκε σ' όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν (στις συσχετίσεις, στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης και στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ως μία από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης).

3.4 Προετοιμασία των δεδομένων

Οι μέσοι χρόνοι αντίδρασης εξάχθηκαν μόνο από τις ορθές απαντήσεις/αντιδράσεις των συμμετεχόντων, οι οποίες δόθηκαν εντός του χρονικού διαστήματος που είχε οριστεί για το κάθε έργο. Ατομικές τιμές, οι οποίες απείχαν πέραν των τριών τυπικών αποκλίσεων πάνω ή κάτω από το μέσο όρο της κάθε μεταβλητής, αντικαταστάθηκαν από μία τιμή, η οποία ήταν ακριβώς τρεις τυπικές αποκλίσεις πάνω ή κάτω από το μέσο όρο, αντίστοιχα. Αυτό εφαρμόστηκε τόσο στις απομακρυσμένες τιμές της κάθε μεταβλητής στο σύνολο του δείγματος, όσο και στις απομακρυσμένες τιμές της κάθε μεταβλητής εντός της κάθε ηλικιακής ομάδας (το δεύτερο ήταν απαραίτητο στα πλαίσια της διεξαγωγής των πολυμεταβλητών

αναλύσεων διακύμανσης). Αυτή η μέθοδος αντικατάστασης των απομακρυσμένων τιμών επηρέασε ποσοστό μικρότερο του 1% του συνόλου των τιμών.

3.5 Αξιοπιστία Cronbach's Alpha για τον κάθε παράγοντα των μοντέλων δομικών εξισώσεων

Η αξιοπιστία Cronbach's Alpha για τις τέσσερις μετρήσεις που φόρτιζαν στον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης στα μοντέλα δομικών εξισώσεων ήταν πολύ υψηλή (.84). Η αξιοπιστία Cronbach's Alpha κυμαινόταν από .73 μέχρι .87, αν κάποια από τις μετρήσεις αυτές αφαιρούνταν, πράγμα που δείχνει ότι και οι τέσσερις μετρήσεις συνιστούσαν πολύ αξιόπιστους δείκτες της γενικής ευφυΐας. Η αξιοπιστία Cronbach's Alpha των τεσσάρων μετρήσεων που φόρτωναν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας ήταν, επίσης, πολύ υψηλή (.78). Αν κάποια από τις μετρήσεις αυτές αφαιρούνταν, τότε η αξιοπιστία Cronbach's Alpha κυμαινόταν από .67 μέχρι .80, δείχνοντας ότι και οι τέσσερις μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πολύ αξιόπιστοι δείκτες της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών. Όσον αφορά στον έλεγχο επεξεργασίας η αξιοπιστία Cronbach's Alpha των τεσσάρων μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν, για να ορίσουν τον παράγοντα αυτό στα μοντέλα δομικών εξισώσεων, ήταν αποδεκτή (.49). Η αξιοπιστία Cronbach's Alpha μεταβαλλόταν από .29 έως .47, αν κάποια από τις τέσσερις αυτές μετρήσεις αφαιρούνταν, πράγμα που σημαίνει ότι και οι τέσσερις μετρήσεις ήταν ικανοποιητικοί δείκτες του ελέγχου επεξεργασίας πληροφοριών. Τέλος, η αξιοπιστία Cronbach's Alpha για τις πέντε μετρήσεις που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης ήταν πολύ καλή (.69). Μεταβαλλόταν από .61 μέχρι .67, αν αφαιρούνταν κάποια από τις μετρήσεις αυτές, πράγμα που σημαίνει ότι και οι πέντε μετρήσεις ήταν αξιόπιστοι δείκτες της εργαζόμενης μνήμης.

3.6 Ανάλυση δεδομένων - Στατιστικές τεχνικές

3.6.1 Συσχετίσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών

Αρχικά εκτιμήθηκαν οι συσχετίσεις ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα (Pearson correlations). Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκαν οι συσχετίσεις ανάμεσα στη μεταβλητή της ηλικίας και καθεμία από τις υπόλοιπες μεταβλητές. Επίσης, υπολογίστηκαν οι συσχετίσεις ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της νοημοσύνης. Στη συνέχεια εκτιμήθηκαν οι μερικές συσχετίσεις (partial correlations) ανάμεσα σ' όλες τις πιο πάνω μεταβλητές, ελέγχοντας ως προς τη μεταβλητή της ηλικίας, ούτως ώστε να αφαιρεθεί η επίδρασή της από τις συσχετίσεις που έχουν οι μεταβλητές αυτές μεταξύ τους.

3.6.2 Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης

Για τη διερεύνηση της ανάπτυξης της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας (προσοχής), της εργαζόμενης μνήμης και της ευφυΐας εκτελέστηκαν τέσσερις Πολυμεταβλητές Αναλύσεις Διακύμανσης (Multivariate Analysis of Variance, MANOVA). Στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την ταχύτητα επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές οι τέσσερις μετρήσεις που λήφθηκαν για την ταχύτητα. Στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για τον έλεγχο επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές μόνο οι έξι από τις εφτά μετρήσεις που λήφθηκαν για το λόγο που εξηγήθηκε πιο πάνω. Στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για την εργαζόμενη μνήμη χρησιμοποιήθηκαν ως εξαρτημένες μεταβλητές οι πέντε μετρήσεις που αφορούσαν στην εργαζόμενη μνήμη και στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για τη νοημοσύνη χρησιμοποιήθηκαν οι τέσσερις μετρήσεις από το τεστ WASI.

Η σύγκριση των μέσων όρων των έντεκα ηλικιακών ομάδων δεν έγινε, διότι η χρήση της πολυμεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης απαιτεί την ύπαρξη μεγαλύτερου αριθμού υποκειμένων σε κάθε κελί από τον αριθμό των εξαρτημένων μεταβλητών (Meyers, Gamst, & Guarino, 2006· Tabachnick & Fidell, 2007). Στην παρούσα έρευνα ο αριθμός των

εξαρτημένων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην καθεμιά από τις τέσσερις πολυμεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης που εκτελέστηκαν κυμαινόταν από τέσσερις έως έξι. Ως εκ τούτου απαιτούνταν η ύπαρξη πέραν των έξι υποκειμένων σε κάθε κελί. Ο μικρότερος αριθμός υποκειμένων ανά ηλικιακή ομάδα στην έρευνα αυτή ήταν δεκατρία παιδιά. Ωστόσο, επειδή πέρα από την ηλικία, εισήχθη και το φύλο ως ανεξάρτητη μεταβλητή, έπρεπε το καθένα από τα 22 κελιά (11 ηλικιακές ομάδες X 2 φύλα) να έχει αριθμό υποκειμένων μεγαλύτερο του έξι, γεγονός που δε συνέβαινε, καθώς υπήρχαν κελιά με μόνο τέσσερα ή πέντε παιδιά. Για παράδειγμα στην ηλικιακή ομάδα των δεκάχρονων παιδιών (δηλαδή των παιδιών της Ε΄ δημοτικού), ενώ υπήρχαν συνολικά δεκατέσσερα παιδιά, από αυτά τα δέκα ήταν αγόρια και μόνο τα τέσσερα ήταν κορίτσια. Ως εκ τούτου οι έντεκα ηλικιακές ομάδες συγχωνεύτηκαν σε πέντε. Στην πρώτη ηλικιακή ομάδα (σύνολο 26 παιδιά: 14 αγόρια, 12 κορίτσια) εντάχθηκαν τα παιδιά από 7 μέχρι 9 χρονών (Β΄ και Γ΄ δημοτικού). Στη δεύτερη ηλικιακή ομάδα (σύνολο 28: 15 αγόρια, 13 κορίτσια) εντάχθηκαν τα παιδιά από 9 μέχρι 11 χρονών (Δ΄ και Ε΄ δημοτικού). Η τρίτη ομάδα (σύνολο 30: 15 αγόρια, 15 κορίτσια) αποτελούνταν από τα παιδιά ηλικίας από 11 μέχρι 13 χρονών (Στ΄ δημοτικού και Α΄ γυμνασίου). Η τέταρτη ομάδα (σύνολο 30: 14 αγόρια, 16 κορίτσια) περιλάμβανε τα παιδιά ηλικίας από 13 μέχρι 15 χρονών (Β΄ και Γ΄ γυμνασίου) και η τελευταία ομάδα (σύνολο 44: 21 αγόρια, 23 κορίτσια) περιλάμβανε τα παιδιά από 15 μέχρι 18 χρονών (Α΄, Β΄ και Γ΄ λυκείου).

3.6.3 Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων

Ένας από τους στόχους της παρούσας έρευνας ήταν ο προσδιορισμός της συμβολής των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος - ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας (προσοχή) και εργαζόμενη μνήμη - στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης νοημοσύνης (γενικής, λεκτικής, πρακτικής), όπως αυτή μετρείται μέσω του τεστ WASI. Για την εξέταση του πώς οι παράμετροι του γνωστικού συστήματος συσχετίζονται με τη νοημοσύνη επιλέχθηκε η τεχνική των Μοντέλων Δομικών Εξισώσεων (ΜΔΕ). Τα ΜΔΕ συνιστούν σύνθεση μοντέλων ανάλυσης διαδρομών (path models) και μοντέλων μέτρησης (measurement models) και ως εκ τούτου συνδυάζουν ανάλυση διαδρομής (path analysis) και επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων (ΕΑΠ) (Kline, 2011· Meyers, Gamst, & Guarino, 2006). Στην παρούσα έρευνα η επιλογή των ΜΔΕ καθιστά δυνατή την εξέταση του πώς οι παράμετροι του γνωστικού συστήματος συσχετίζονται με τη νοημοσύνη, επιτρέποντας τον

έλεγχου των συσχετίσεων που έχουν οι παράμετροι μεταξύ τους. Κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό με τα μοντέλα ΕΑΠ, καθώς αυτά μπορούν να υπολογίσουν τις σχέσεις των παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με τη νοημοσύνη, χωρίς όμως να λαμβάνουν υπόψη τις συσχετίσεις που υπάρχουν μεταξύ των παραμέτρων. Επιπρόσθετα, τα ΜΔΕ επιτρέπουν την εξέταση πιο σύνθετων υποθέσεων προσδιορίζοντας, στη θέση των συσχετίσεων, άμεσες διαδρομές (direct paths) τόσο από μεταβλητές πρόβλεψης (π.χ. την ηλικία στη συγκεκριμένη περίπτωση) προς προβλεπόμενους λανθάνοντες παράγοντες (predicted latent variables) όσο και από λανθάνοντες παράγοντες πρόβλεψης (predictors) προς προβλεπόμενους λανθάνοντες παράγοντες. Επιπλέον, τα ΜΔΕ επιτρέπουν στον ερευνητή να εκτιμήσει πόση διακύμανση στον προβλεπόμενο παράγοντα εξηγείται/ερμηνεύεται από κοινού από όλους τους παράγοντες (και τις μεταβλητές) πρόβλεψης (Friedman et al., 2006).

Στα ΜΔΕ που κατασκευάστηκαν για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης νοημοσύνης (της γενικής νοημοσύνης αρχικά και αργότερα της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης ξεχωριστά) συμπεριλήφθηκε η μεταβλητή της ηλικίας (μετρημένης σε χρόνια) ως μεταβλητή πρόβλεψης όλων των λανθανόντων παραγόντων που περιλαμβάνονταν στο εκάστοτε μοντέλο. Η συμπερίληψη της ηλικίας ως εξωγενούς μεταβλητής αποσκοπούσε στη σύλληψη της αναπτυξιακής διάστασης των σχέσεων που έχουν οι παράμετροι του γνωστικού συστήματος με την ψυχομετρικά οριζόμενη ευφυΐα. Σε μεταγενέστερο βήμα η μεταβλητή της ηλικίας χρησιμοποιήθηκε στα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής/ ακολουθίας (developmental cascade models) που ελέγχθηκαν για τη διερεύνηση του κατά πόσο υπάρχει μία αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά (λεκτική και πρακτική νοημοσύνη). Τέλος, προκειμένου να εκτιμηθεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου του γνωστικού συστήματος στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη νοημοσύνη, αφαιρέθηκε μέσω απλής γραμμικής παλινδρόμησης η επίδραση της ηλικίας από όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα ΜΔΕ. Πιο συγκεκριμένα, με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS καθεμιά από τις μεταβλητές παλινδρομήθηκε (was regressed on) στη μεταβλητή της ηλικίας και αποθηκεύτηκαν τα residuals. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν αυτά τα residuals από την κάθε μεταβλητή στα δύο τελευταία ΜΔΕ που εξετάστηκαν (ένα ΜΔΕ για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική ευφυΐα και ένα ΜΔΕ για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην πρακτική ευφυΐα).

Το βασικό θεωρητικό μοντέλο στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα προέβλεπε ότι οι μετρήσεις-μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή συγκροτούν τέσσερις

λανθάνοντες παράγοντες πρώτης τάξης από τους οποίους ο ένας αντιπροσωπεύει τη γενική ευφυΐα και οι άλλοι τρεις αντιπροσωπεύουν τις τρεις βασικές παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή και εργαζόμενη μνήμη), οι οποίες προβλέπουν την ευφυΐα. Για να ελεγχθεί το πιο πάνω υποθετικό θεωρητικό μοντέλο (hypothesized model) τέσσερα εναλλακτικά ΜΔΕ τέθηκαν από εξέταση. Τα ΜΔΕ που εξετάστηκαν είναι εμφωλευμένα (nested) μεταξύ τους και διαφέρουν ως προς τον αριθμό των ενδογενών λανθανόντων παραγόντων που περιλαμβάνουν. Συγκεκριμένα, το ΜΔΕ 1 περιλαμβάνει μόνο δύο ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες, το ΜΔΕ 2 περιλαμβάνει τρεις, το ΜΔΕ 3 περιλαμβάνει τέσσερις και το ΜΔΕ 4 περιλαμβάνει πέντε ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες. Τα μοντέλα αυτά παρουσιάζονται αναλυτικότερα σε μεταγενέστερο σημείο του κειμένου. Καθένα από τα τέσσερα ΜΔΕ περιλαμβάνει α) την ηλικία ως τη μοναδική εξωγενή μεταβλητή που προβλέπει όλους τους ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες και β) τη γενική ευφυΐα ως έναν από τους ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες, ο οποίος προβλέπεται τόσο από τους άλλους ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες που περιλαμβάνονται στο εκάστοτε μοντέλο όσο και από την ηλικία.

Στα τέσσερα ΜΔΕ που κατασκευάστηκαν για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής νοημοσύνης χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο δεκαοκτώ μεταβλητών. Πέρα από τη μεταβλητή της ηλικίας χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις μεταβλητές για να ορίσουν τον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης, τέσσερις μεταβλητές για να μετρήσουν τον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας, τέσσερις μεταβλητές για να εκτιμήσουν τον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας και πέντε μεταβλητές για να μετρήσουν τον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης. Ειδικότερα, για τον παράγοντα της γενικής νοημοσύνης χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές οι επιδόσεις των συμμετεχόντων στις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI: Λεξιλόγιο, Κατασκευή Σχεδίων με Κύβους, Ομοιότητες, Μήτρες Συλλογισμού. Χρησιμοποιήθηκαν οι αρχικές τιμές (raw scores) που προκύπτουν από την κάθε υποκλίμακα του τεστ για τους λόγους που έχουν εξηγηθεί πιο πάνω. Αναφορικά με τον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν οι τέσσερις μετρήσεις που λήφθηκαν για την ταχύτητα επεξεργασίας, δηλαδή ο χρόνος επιθεώρησης, όπως προκύπτει από το ομώνυμο έργο, ο μέσος χρόνος της ταχύτητας αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις, ο μέσος χρόνος της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect και ο μέσος χρόνος της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη (φυσικώς όμοιοι ερεθισμοί) στο έργο Posner.

Όσον αφορά στον παράγοντα του ελέγχου της επεξεργασίας χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις μεταβλητές. Οι τρεις από αυτές αντιστοιχούν στις μετρήσεις που λήφθηκαν για τα τρία δίκτυα της προσοχής (εγρήγορση, προσανατολισμός της προσοχής και εκτελεστικός έλεγχος, στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης), όπως αυτές προκύπτουν από το έργο του Ελέγχου Δικτύων Προσοχής με τον τρόπο που εξηγήθηκε πιο πάνω. Η άλλη μεταβλητή που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του ελέγχου επεξεργασίας είναι η διαφορά ανάμεσα στους μέσους χρόνους αντίδρασης στις δύο συνθήκες αριθμών του έργου Επίδρασης της Συμβολικής Απόστασης. Τέλος, για την εκτίμηση του παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης χρησιμοποιήθηκαν οι πέντε μεταβλητές που αποσκοπούσαν στη μέτρηση της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή το πεδίο/εύρος της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span, η επίδοση (σύνολο ορθών απαντήσεων) στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών, το πεδίο της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης, όπως προκύπτει από το έργο του Sternberg για τη διερεύνηση της μνήμης και οι δύο μετρήσεις που λήφθηκαν (μέσοι όροι επίδοσης) από τις δύο συνθήκες του έργου ευφράδειας (μέσος όρος επίδοσης στην ανάκληση στοιχείων-εννοιών που ανήκουν στις δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες και μέσος όρος επίδοσης στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες).

Το πρώτο μοντέλο που εξετάστηκε (ΜΔΕ 1) περιλάμβανε μόνο δύο ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: έναν παράγοντα για τη γενική ευφυΐα και ένα γενικό παράγοντα για το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών. Αυτό το μοντέλο εξέταζε το ενδεχόμενο οι μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης να φορτώνουν μαζί σ' ένα λανθάνοντα παράγοντα, ο οποίος αντιπροσωπεύει το γενικό δυναμικό (general resources) του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών και προβλέπει τον παράγοντα της γενικής ευφυΐας.

Το δεύτερο μοντέλο (ΜΔΕ 2) που τέθηκε υπό έλεγχο περιλάμβανε τρεις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: τη γενική ευφυΐα, την ταχύτητα επεξεργασίας και τις εκτελεστικές λειτουργίες. Το ΜΔΕ 2 εξέταζε το ενδεχόμενο οι μετρήσεις του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης να φορτώνουν μαζί σ' ένα λανθάνοντα παράγοντα, ο οποίος αντιπροσωπεύει τις εκτελεστικές λειτουργίες (executive functions). Σ' αυτό το μοντέλο ο παράγοντας της γενικής ευφυΐας προβλέπεται από τον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας και τον παράγοντα των εκτελεστικών λειτουργιών.

Το τρίτο μοντέλο που εξετάστηκε (ΜΔΕ 3) περιλάμβανε τέσσερις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: τη γενική ευφυΐα, την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο

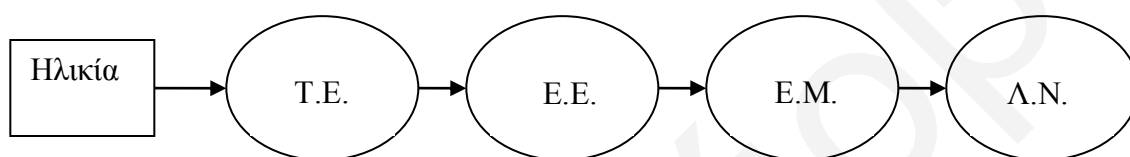
επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη. Στην πραγματικότητα το ΜΔΕ 3 συνιστούσε το βασικό θεωρητικό μοντέλο στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα σύμφωνα με το οποίο οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν συγκροτούν τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες εκ των οποίων ο ένας αντιπροσωπεύει τη γενική ευφυΐα και οι άλλοι τρεις αντιπροσωπεύουν τις τρεις βασικές παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη), οι οποίες προβλέπουν τη γενική ευφυΐα.

Το τελευταίο μοντέλο που τέθηκε υπό έλεγχο (ΜΔΕ 4) περιλάμβανε πέντε ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: τη γενική ευφυΐα, την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας, τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης (working memory storage) και την ικανότητα επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης (processing component of working memory). Το ΜΔΕ 4 εξέταζε το ενδεχόμενο της ύπαρξης δύο ξεχωριστών λανθανόντων παραγόντων για την εργαζόμενη μνήμη, από τους οποίους ο ένας αντιπροσωπεύει τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης και ο άλλος την ικανότητα επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης. Σ' αυτό το μοντέλο ο παράγοντας της γενικής νοημοσύνης προβλέπεται από τους παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας, της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης και της ικανότητας επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης.

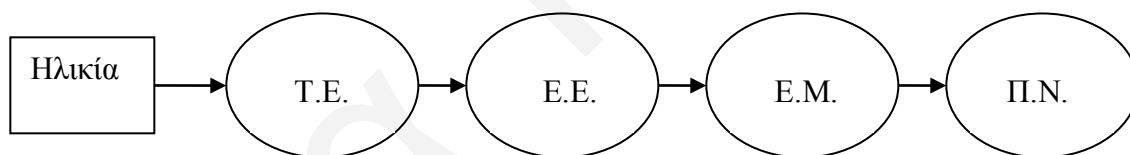
Στη συνέχεια, αφού επιλέχθηκε το ΜΔΕ με την καλύτερη προσαρμογή (ΜΔΕ 3), εξετάστηκε αυτό το μοντέλο ξεχωριστά για κάθε τύπο νοημοσύνης (λεκτική και πρακτική). Στο ΜΔΕ για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης (ΜΔΕ 5) χρησιμοποιήθηκαν οι δύο από τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI και συγκεκριμένα το Λεξιλόγιο και οι Ομοιότητες και στο ΜΔΕ για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης (ΜΔΕ 6) χρησιμοποιήθηκαν οι άλλες δύο υποκλίμακες του τεστ, δηλαδή η Κατασκευή Σχεδίων με Κύβους και οι Μήτρες Συλλογισμού.

Σε επόμενο βήμα εξετάστηκαν μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής/ ακολουθίας (developmental cascade models) για τη διερεύνηση του κατά πόσο υπάρχει μία αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, τον έλεγχο επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά. Συνδυάζοντας θεωρία και ευρήματα προηγούμενων ερευνών σε παιδιά (Barkley, 1997· Demetriou et al., 2002· Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010), οι οποίες εξέτασαν σε συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες την αναπτυξιακή διαδοχή (developmental cascade) ανάμεσα σε κάποιους μόνο από τους παράγοντες, οι οποίοι περιλαμβάνονται στην παρούσα έρευνα, εξετάστηκε το υποθετικό (hypothesized) μοντέλο

αναπτυξιακής διαδοχής/ ακολουθίας που παρουσιάζεται στα Σχήματα 1 και 2 για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα. Η υπόθεση που διατυπώθηκε και ελέγχθηκε είναι η εξής: οι σχετιζόμενες με την ηλικία (αναπτυξιακές) αλλαγές (βελτιώσεις) στην ταχύτητα επεξεργασίας προβλέπουν τις αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας, ο οποίος μετά με τη σειρά του προβλέπει τις αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια προβλέπει τις αναπτυξιακές αλλαγές στη λεκτική (Σχήμα 1) και την πρακτική νοημοσύνη (Σχήμα 2), όπως αυτές μετρούνται με το WASI.



Σχήμα 1. Υποθετικό (θεωρητικό) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη. T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Λ.Ν. = λεκτική νοημοσύνη.



Σχήμα 2. Υποθετικό (θεωρητικό) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη. T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Π.Ν. = πρακτική νοημοσύνη.

Τα ΜΔΕ ελέγχθηκαν με το λογισμικό EQS 6.1 for windows (Bentler, 2006), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο εκτίμησης της μέγιστης πιθανοφάνειας (ML, maximum likelihood estimation). Για να δοθεί κλίμακα μέτρησης στον κάθε λανθάνοντα παράγοντα επιβλήθηκε η μονάδα στη φόρτιση μιας από τις μεταβλητές που φορτίζουν σ' αυτόν.

Η προσαρμογή των μοντέλων αξιολογήθηκε με τη χρήση μίας ποικιλίας δεικτών. Η στατιστική χ^2 , το Standardized Root-Mean-Square Residual (SRMR) και το Root-Mean-Square Error of Approximation (RMSEA) με τα διαστήματα εμπιστοσύνης 90% επιλέχθηκαν για την εκτίμηση της απόλυτης (absolute) προσαρμογής των μοντέλων (Meyers, Gamst, &

Guarino, 2006). Μία τιμή του χ^2 μη στατιστικά σημαντική συνιστά ένδειξη ότι το μοντέλο παρουσιάζει καλή προσαρμογή. Τιμές του RMSEA μικρότερες από ή ίσες με .05 ($\text{RMSEA} \leq .05$) αποτελούν ένδειξη, επίσης, καλής προσαρμογής του μοντέλου (Browne & Cudeck, 1993). Τιμές του RMSEA μεταξύ .05 και .07 υποδηλώνουν αποδεκτή προσαρμογή. Όσον αφορά στα διαστήματα εμπιστοσύνης 90% για το RMSEA θα πρέπει το ανώτερο όριο (upper bound) του διαστήματος εμπιστοσύνης να είναι μικρότερο του .10 (Browne & Cudeck, 1993). Όσον αφορά στο SRMR τιμές μικρότερες από ή ίσες με .08 ($\text{SRMR} \leq .08$) υποδηλώνουν καλή προσαρμογή (Hu & Bentler, 1999).

Για την αξιολόγηση της προσαρμογής των μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν, επίσης, ο δείκτης συγκριτικής προσαρμογής (Comparative Fit Index, CFI) και ο δείκτης Non-Normed Fit Index (NNFI). Το CFI επιλέχθηκε προκειμένου να παράσχει μία μέτρηση της βαθμιαίας (incremental) προσαρμογής του μοντέλου. Το CFI ανήκει στους συγκριτικούς δείκτες προσαρμογής, σε αυτούς δηλαδή που δείχνουν τη σχετική βελτίωση της συνολικής προσαρμογής του μοντέλου του ερευνητή συγκριτικά προς το μηδενικό μοντέλο (null model), αυτό που υποθέτει ότι οι μεταβλητές είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους (Kline, 1998). Τιμές του CFI ίσες με ή μεγαλύτερες από το .95 ($\text{CFI} \geq .95$) υποδηλώνουν καλή προσαρμογή (Hu & Bentler, 1999). Επιπλέον, επειδή τα ΜΔΕ που τέθηκαν υπό εξέταση είναι σύνθετα, περιλαμβάνουν δηλαδή πολλές παραμέτρους, χρησιμοποιήθηκε ο Non-Normed Fit Index (NNFI), ο οποίος περιλαμβάνει-ενσωματώνει μία διόρθωση για τη συνθετότητα του μοντέλου. Τα πιο σύνθετα μοντέλα τείνουν να παρουσιάζουν καλύτερη προσαρμογή στα ίδια δεδομένα απ' ό,τι τα πιο απλά μοντέλα. Αυτό λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του NNFI και ως εκ τούτου η τιμή του είναι διορθωμένη ως προς τον αριθμό των παραμέτρων που περιλαμβάνονται στο μοντέλο (Kline, 1998). Τιμές του NNFI μεγαλύτερες από το .90 υποδηλώνουν ικανοποιητική προσαρμογή (Kline, 1998). Η επιλογή όλων των πιο πάνω δεικτών στηρίχτηκε στο ότι παρέχουν πληροφορίες σχετικά με διαφορετικές πτυχές της προσαρμογής των μοντέλων (Kline, 1998).

Για τη σύγκριση της προσαρμογής των εμφωλευμένων (nested) ΜΔΕ που τέθηκαν υπό εξέταση χρησιμοποιήθηκε το τεστ διαφοράς του χ^2 (chi-square difference test) (Kline, 1998). Αυτό το τεστ εκτιμά το κατά πόσο υπάρχει σημαντική βελτίωση στη συνολική προσαρμογή καθώς αυξάνεται η συνθετότητα των μοντέλων ή κατά πόσο υπάρχει σημαντική χειροτέρευση στη συνολική προσαρμογή καθώς μειώνεται η συνθετότητα των μοντέλων. Ο έλεγχος της διαφοράς μεταξύ των τιμών του χ^2 εκτελείται αφαιρώντας την τιμή του χ^2 του λιγότερο περιορισμένου (less constrained) μοντέλου από την τιμή του χ^2 του πιο περιορισμένου (more

constrained) μοντέλου. Η στατιστική σημαντικότητα αυτής της διαφοράς εκτιμάται χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους βαθμούς ελευθερίας (τόσοι βαθμοί ελευθερίας όση και η διαφορά των βαθμών ελευθερίας ανάμεσα στα συγκρινόμενα μοντέλα). Για να επιλεγεί ένα λιγότερο περιορισμένο μοντέλο, δηλαδή ένα πιο σύνθετο μοντέλο, έναντι ενός πιο απλού (πιο περιορισμένου) μοντέλου, θα πρέπει οι δείκτες προσαρμογής του να είναι ικανοποιητικοί και η διαφορά μεταξύ των τιμών χ^2 των δύο εμφωλευμένων μοντέλων να είναι στατιστικά σημαντική. Στις περιπτώσεις που η διαφορά μεταξύ των τιμών χ^2 δύο εμφωλευμένων μοντέλων δεν είναι στατιστικά σημαντική, αυτό ερμηνεύεται ως σαφής ένδειξη ότι τα δύο υπό σύγκριση μοντέλα δε διαφέρουν σημαντικά ως προς την προσαρμογή τους (Kline, 1998). Σε αυτές τις περιπτώσεις για λόγους στατιστικής οικονομίας (parsimony) επιλέγεται το λιγότερο σύνθετο μοντέλο, δηλαδή το μοντέλο με τις λιγότερες παραμέτρους. Με άλλα λόγια, όταν εξετάζονται εμφωλευμένα μοντέλα, ο στόχος είναι να βρεθεί το πιο οικονομικό (parsimonious) μοντέλο, το οποίο να προσαρμόζεται εξίσου ικανοποιητικά στα δεδομένα. Ως εκ τούτου, όταν τα δύο υπό σύγκριση εμφωλευμένα μοντέλα παρουσιάζουν εξίσου ικανοποιητική προσαρμογή, όπως καταδεικνύεται από μία μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών χ^2 , τότε προτιμάται εκείνο το μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει τις λιγότερες παραμέτρους, αυτό δηλαδή που είναι το πιο οικονομικό (Kline, 1998; Preacher, Cai, & MacCallum, 2007).

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Συσχετίσεις μεταξύ όλων των μεταβλητών

Στον Πίνακα 1Α (βλέπε Παράρτημα 1) παρουσιάζονται στο κάτω μέρος της διαγωνίου οι συντελεστές συσχέτισης Pearson ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1Α, η ηλικία παρουσίαζε στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ($p < .01$) με όλες τις μεταβλητές εκτός από τη μεταβλητή της αναχαίτισης της τάσης για αντίδραση στο έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις ($r = .08, p > .05$). Πιο συγκεκριμένα, οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στην ηλικία και καθεμία από τις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας κυμαίνονταν από $-.47$ μέχρι $-.72$, αντανακλώντας το γεγονός ότι η ταχύτητα επεξεργασίας των παιδιών αυξάνεται και άρα μειώνονται οι χρόνοι αντίδρασης και αντιληπτικής διάκρισης, καθώς αυτά μεγαλώνουν. Με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της τάσης για αντίδραση, οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στην ηλικία και καθεμία από τις υπόλοιπες μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας κυμαίνονταν από $-.22$ έως $-.67$, αντανακλώντας το γεγονός ότι η ικανότητα των παιδιών για έλεγχο επεξεργασίας βελτιώνεται, καθώς αυτά αναπτύσσονται, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι χρόνοι αντίδρασής τους σε έργα που απαιτούν έλεγχο της επεξεργασίας. Οι συντελεστές συσχέτισης της ηλικίας με καθεμία από τις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης κυμαίνονταν από $.37$ μέχρι $.56$, γεγονός που δείχνει ότι με την πρόοδο της ηλικίας η εργαζόμενη μνήμη των παιδιών αυξάνεται. Τέλος, οι συντελεστές συσχέτισης της ηλικίας με τις μεταβλητές της νοημοσύνης κυμαίνονταν από $.55$ μέχρι $.76$, καταδεικνύοντας ότι η νοημοσύνη των παιδιών αναπτύσσεται καθώς αυτά μεγαλώνουν.

Ο Πίνακας 1Α παρουσιάζει, επίσης, στο κάτω μέρος της διαγωνίου τους συντελεστές συσχετίσεις ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της νοημοσύνης. Οι τέσσερις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας είχαν μεταξύ τους συσχετίσεις που κυμαίνονταν από $.43$ μέχρι $.79$. Με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης από το έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις, οι υπόλοιπες έξι μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας είχαν μεταξύ τους

συσχετίσεις που κυμαίνονταν από .07 μέχρι .70. Η μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης παρουσίασε συσχετίσεις με τις υπόλοιπες μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας, οι οποίες κυμαίνονταν από -.06 έως -.16. Οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στις πέντε μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης κυμαίνονταν από .43 μέχρι .58 και οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στις τέσσερις μεταβλητές της νοημοσύνης ήταν από .70 έως .88. Οι μεταβλητές της ταχύτητας είχαν συσχετίσεις με τις μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας, οι οποίες κυμαίνονταν από -.02 μέχρι .94. Μεταξύ των μεταβλητών της ταχύτητας και των μεταβλητών της εργαζόμενης μνήμης οι συσχετίσεις ήταν από -.16 έως -.53. Οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές της ταχύτητας και τις μεταβλητές της νοημοσύνης κυμαίνονταν από -.25 μέχρι -.60. Ανάμεσα στις μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας (με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης) και τις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης υπήρχαν συσχετίσεις που κυμαίνονταν από -.10 έως -.59. Η μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης είχε συσχετίσεις με τις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης, οι οποίες κυμαίνονταν από .12 μέχρι .22. Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών του ελέγχου επεξεργασίας (με εξαίρεση πάλι τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης) και των μεταβλητών της νοημοσύνης ήταν από -.13 έως -.64. Η μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης παρουσίασε συσχετίσεις με τις μεταβλητές της νοημοσύνης, οι οποίες κυμαίνονταν από .12 μέχρι .27. Τέλος, οι συντελεστές συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης και τις μεταβλητές της νοημοσύνης κυμαίνονταν από .47 έως .68.

Στον Πίνακα 1Α παρουσιάζονται στο πάνω μέρος της διαγωνίου οι μερικές συσχετίσεις (partial correlations) ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας, της εργαζόμενης μνήμης και της νοημοσύνης, ελέγχοντας ως προς τη μεταβλητή της ηλικίας, ούτως ώστε να αφαιρεθεί η επίδρασή της από τις συσχετίσεις που έχουν οι μεταβλητές αυτές μεταξύ τους. Με μεταβλητή ελέγχου την ηλικία οι συσχετίσεις ανάμεσα στις τέσσερις μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας κυμαίνονταν από .17 έως .60, οι συσχετίσεις ανάμεσα στις πέντε μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης κυμαίνονταν από .28 μέχρι .40, οι συσχετίσεις μεταξύ των τεσσάρων μεταβλητών της νοημοσύνης ήταν από .47 μέχρι .76 και οι συσχετίσεις μεταξύ των έξι μεταβλητών του ελέγχου επεξεργασίας (με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης) ήταν από -.01 μέχρι .50. Οι μερικές συσχετίσεις ανάμεσα στη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης και τις υπόλοιπες έξι μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας ήταν από -.01 έως -.14. Ελέγχοντας τη μεταβλητή της ηλικίας, οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών της ταχύτητας επεξεργασίας και των μεταβλητών του ελέγχου επεξεργασίας ήταν από -.15 μέχρι .89. Με μεταβλητή ελέγχου την

ηλικία οι μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας είχαν συσχετίσεις από .03 μέχρι -.27 με τις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης. Αφαιρώντας την επίδραση της ηλικίας, οι συσχετίσεις των μεταβλητών της ταχύτητας επεξεργασίας με τις μεταβλητές της νοημοσύνης ήταν από .02 μέχρι -.26. Ελέγχοντας την ηλικία, οι μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας (με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης) και οι μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης είχαν μεταξύ τους συσχετίσεις που κυμαίνονταν από .03 μέχρι -.45. Οι μερικές συσχετίσεις ανάμεσα στη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης και τις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης ήταν από .10 έως .21. Με μεταβλητή ελέγχου την ηλικία οι συσχετίσεις ανάμεσα στις μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας (με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαίτισης της αντίδρασης) και τις μεταβλητές της νοημοσύνης κυμαίνονταν από .09 μέχρι -.38. Οι μερικές συσχετίσεις της μεταβλητής της αναχαίτισης της αντίδρασης με τις μεταβλητές της νοημοσύνης κυμαίνονταν από .08 έως .30. Τέλος, αφαιρώντας την επίδραση της ηλικίας, οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών της εργαζόμενης μνήμης και των μεταβλητών της νοημοσύνης ήταν από .29 μέχρι .51.

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τεσσάρων πολυμεταβλητών αναλύσεων διακύμανσης που εκτελέστηκαν με σκοπό τη διερεύνηση της ανάπτυξης τόσο των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος (ταχύτητας επεξεργασίας, ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής και εργαζόμενης μνήμης) όσο και της ευφυΐας μέσα από τη σύγκριση των πέντε ηλικιακών ομάδων.

4.2 Ανάπτυξη των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος και της ευφυΐας

Στον Πίνακα 2Α (βλέπε Παράρτημα 1) παρουσιάζονται οι παρατηρούμενοι μέσοι όροι (observed means) και οι τυπικές αποκλίσεις για την κάθε μεταβλητή τόσο ανά ηλικιακή ομάδα όσο και στο σύνολο του δείγματος.

4.2.1 Ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας

Η πρώτη πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης αφορούσε στην ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκε μία παραγοντική (two-way factorial) μεταξύ-

υποκειμένων πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης, η οποία περιλάμβανε ως εξαρτημένες μεταβλητές τις τέσσερις μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας, δηλαδή το χρόνο επιθεώρησης, όπως προκύπτει από το ομώνυμο έργο, το μέσο χρόνο αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην Προχωρήσεις, το μέσο χρόνο αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect και το μέσο χρόνο αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη (φυσικώς όμοιοι ερεθισμοί) στο έργο Posner. Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκε το κάθε παιδί και το φύλο του. Έτσι, προκύπτει μία 5 (οι πέντε ηλικιακές ομάδες) X 2 (τα δύο φύλα) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο συνδυασμό των εξαρτημένων μεταβλητών, Wilks' lambda = .33, $F(16, 444) = 11.98$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .24$. Στατιστικά σημαντική ήταν και η κύρια επίδραση του φύλου, Wilks' lambda = .91, $F(4, 145) = 3.62$, $p < .01$, partial $\eta^2 = .09$, όπως επίσης και η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, Wilks' lambda = .83, $F(16, 444) = 1.78$, $p < .05$, partial $\eta^2 = .05$.

Σε επόμενο βήμα εξετάστηκαν μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης για την κάθε εξαρτημένη μεταβλητή με προσαρμογή Bonferroni στο επίπεδο σημαντικότητας, διαιρώντας το με τον αριθμό των εξαρτημένων μεταβλητών (στην προκειμένη περίπτωση alpha level $.05/4 = .012$), όπως εισηγούνται οι Meyers, Gamst, & Guarino (2006). Οι μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι μόνο για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect ήταν στατιστικά σημαντικές η κύρια επίδραση του φύλου, $F(1, 148) = 12.10$, $p < .01$, partial $\eta^2 = .08$, και η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, $F(4, 148) = 3.82$, $p < .01$, partial $\eta^2 = .09$. Περαιτέρω εξέταση της κύριας επίδρασης του φύλου καθώς και της αλληλεπίδρασης ηλικίας X φύλου έδειξε ότι η υπεροχή των αγοριών (μικρότεροι χρόνοι αντίδρασης) έναντι των κοριτσιών στη συγκεκριμένη μεταβλητή περιοριζόταν μόνο στην πρώτη ηλικιακή ομάδα.

Όσον αφορά στην κύρια επίδραση της ηλικίας τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική και ισχυρή επίδραση και στις τέσσερις εξαρτημένες μεταβλητές, αντανακλώντας το γεγονός ότι με την πρόοδο της ηλικίας η ταχύτητα των παιδιών αυξάνεται. Συγκεκριμένα η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική για την ταχύτητα αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις, $F(4, 148) = 46.39$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .56$, την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect, $F(4, 148) = 45.46$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .55$, την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου

Posner, $F(4, 148) = 36.55, p < .001, \text{partial } \eta^2 = .50$ και το χρόνο επιθεώρησης, $F(4, 148) = 12.29, p < .001, \text{partial } \eta^2 = .25$.

Σύμφωνα με τον έλεγχο post hoc Tukey HSD για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις τα παιδιά της μικρότερης ηλικιακής ομάδας, δηλαδή της πρώτης, παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο (EOMO⁵ = 636.05, ΤΣ⁶ = 9.78) συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 580.90, ΤΣ = 9.42) παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο υψηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά καθεμιάς από τις τρεις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .01$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 536.07, ΤΣ = 9.08) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας (EOMO = 482.81, ΤΣ = 7.50), αλλά όχι ($p > .05$) από τα παιδιά της τέταρτης ομάδας (EOMO = 508.70, ΤΣ = 9.10). Μεταξύ των παιδιών της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

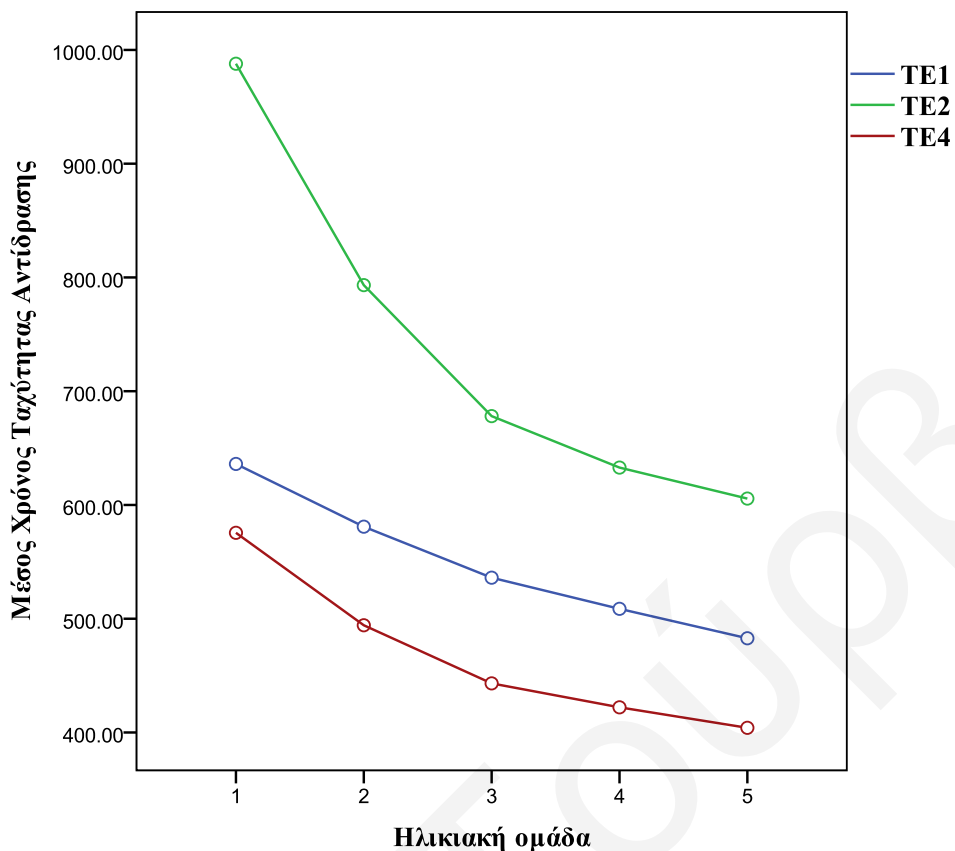
Όσον αφορά στη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD επιβεβαιώνουν τις ίδιες αναπτυξιακές αλλαγές όπως και στην περίπτωση της μεταβλητής της ταχύτητας αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις που παρουσιάστηκε αμέσως πριν. Συγκεκριμένα, τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 575.52, ΤΣ = 10.97) παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 494.25, ΤΣ = 10.57) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά καθεμιάς από τις τρεις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .01$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 443.16, ΤΣ = 10.19) παρουσίασαν σημαντικά ($p < .05$) υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας (EOMO = 404.11, ΤΣ = 8.42), αλλά όχι ($p > .05$) από τα παιδιά της τέταρτης ομάδας (EOMO = 422.12, ΤΣ = 10.21). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους μεταξύ των παιδιών της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας ($p > .05$).

⁵ EOMO = Εκτιμώμενος Οριακός Μέσος Όρος (estimated marginal mean)

⁶ ΤΣ = Τυπικό Σφάλμα

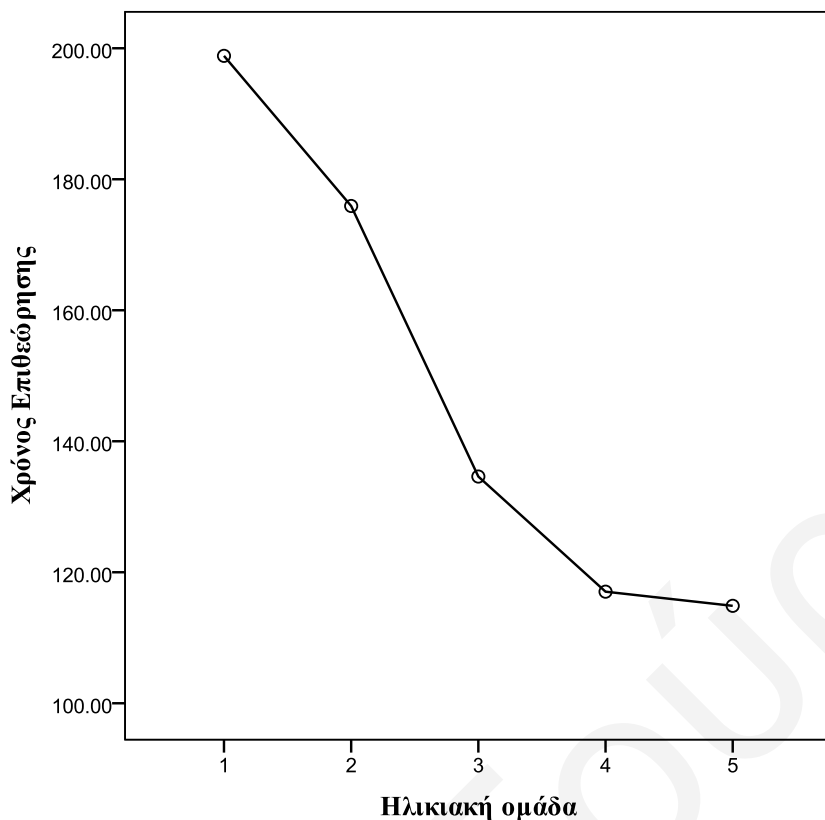
Όσον αφορά στη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD ήταν λίγο διαφορετικά συγκριτικά με τις δύο προηγούμενες μεταβλητές. Όπως και πριν, τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 987.88, ΤΣ = 27.50) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Επίσης, και πάλι τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 793.25, ΤΣ = 26.49) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά καθεμιάς από τις τρεις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .05$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Η διαφορά από τις δύο προηγούμενες μεταβλητές είναι ότι όσον αφορά σ' αυτή τη μεταβλητή τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 678.09, ΤΣ = 25.53) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > .05$) συγκρινόμενα με τα παιδιά κάποιας από τις δύο μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Επίσης, όπως και πριν, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > .05$) μεταξύ των παιδιών της τέταρτης (EOMO = 632.85, ΤΣ = 25.58) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 605.62, ΤΣ = 21.10). Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις μεταβλητές της ταχύτητας αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις (TE1), της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner (TE2) και της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect (TE4) παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD για τη μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης έδειξαν μία κάπως διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τις άλλες τρεις εξαρτημένες μεταβλητές της ταχύτητας. Καταρχήν δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στους μέσους όρους μεταξύ των παιδιών της πρώτης (EOMO = 198.84, ΤΣ = 11.49) και της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 175.92, ΤΣ = 11.07). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο μόνο από τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 134.61, ΤΣ = 10.66), της τέταρτης (EOMO = 117.04, ΤΣ = 10.69) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 114.87, ΤΣ = 8.81). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο μόνο από τα παιδιά της τέταρτης ($p < .01$) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας ($p < .001$). Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$). Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τη μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 3. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για την ταχύτητα αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην προχωρήσεις (TE1), την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner (TE2) και την ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect (TE4) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

Η μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης παρουσιάζεται ξεχωριστά από τις τρεις προηγούμενες μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας αποκλειστικά για λόγους καλύτερης παρουσίασης των αναπτυξιακών αλλαγών σ' όλες τις μετρήσεις της ταχύτητας. Η μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης μετρά την ταχύτητα της αντιληπτικής διάκρισης και ως εκ τούτου έχει πολύ χαμηλότερους μέσους όρους συγκριτικά με τις τρεις προηγούμενες μεταβλητές, οι οποίες μετρούν την ταχύτητα αντίδρασης. Η παρουσίασή της στην ίδια γραφική παράσταση με τις υπόλοιπες μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας θα αύξανε κατά πολύ το εύρος του χρόνου που παρουσιάζεται στον κάθετο άξονα της γραφικής παράστασης (από 100 μέχρι 1000 χιλιοστά του δευτερολέπτου) με αποτέλεσμα να μην απεικονίζονται ξεκάθαρα οι αναπτυξιακές αλλαγές σε καθεμιά από τις τέσσερις μετρήσεις της ταχύτητας.



Σχήμα 4. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τη μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

4.2.2 Ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης

Η δεύτερη πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης διερευνούσε την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκε μία παραγοντική (two-way factorial) μεταξύ-υποκειμένων πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης, η οποία περιλάμβανε ως εξαρτημένες μεταβλητές τις πέντε μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή το πεδίο/εύρος της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span, την επίδοση (σύνολο ορθών απαντήσεων) στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών, το πεδίο χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης, όπως προκύπτει από το έργο του Sternberg, και τις δύο μετρήσεις που λήφθηκαν (μέσοι όροι επίδοσης) από τις δύο συνθήκες του έργου ευφράδειας (μέσος όρος επίδοσης στην ανάκληση στοιχείων-εννοιών που ανήκουν στις δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες και μέσος όρος επίδοσης στην

εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες). Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκε το κάθε παιδί και το φύλο του. Έτσι, προκύπτει μία πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης 5 (οι πέντε ηλικιακές ομάδες) X 2 (τα δύο φύλα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο συνδυασμό των εξαρτημένων μεταβλητών, Wilks' lambda = .55, $F(20, 479) = 4.68$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .14$. Η κύρια επίδραση του φύλου, Wilks' lambda = .98, $F(5, 144) = .50$, $p > .05$, partial $\eta^2 = .02$, και η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, Wilks' lambda = .92, $F(20, 479) = .62$, $p > .05$, partial $\eta^2 = .02$, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Ακολουθως εξετάστηκαν μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης για την κάθε εξαρτημένη μεταβλητή με προσαρμογή Bonferroni στο επίπεδο σημαντικότητας (στην προκειμένη περίπτωση $\alpha \text{ level } .05/5 = .01$). Οι μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική και για τις πέντε εξαρτημένες μεταβλητές, αντιστακώνοντας το γεγονός ότι με την πρόοδο της ηλικίας η εργαζόμενη μνήμη των παιδιών βελτιώνεται. Πιο συγκεκριμένα, η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στη μεταβλητή του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span, $F(4, 148) = 20.22$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .35$, στη μεταβλητή της ευφράδειας στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες, $F(4, 148) = 13.78$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .27$, στη μεταβλητή του πεδίου χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg, $F(4, 148) = 13.74$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .27$, στη μεταβλητή της επίδοσης στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών, $F(4, 148) = 9.45$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .20$ και στη μεταβλητή της ευφράδειας στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες, $F(4, 148) = 5.66$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .13$.

Σύμφωνα με τον έλεγχο post hoc Tukey HSD για τη μεταβλητή του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στους μέσους όρους μεταξύ των παιδιών της πρώτης (EOMO = 4.27, ΤΣ = .18) και της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 4.93, ΤΣ = .18). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 5.55, ΤΣ = .17), της τέταρτης (EOMO = 6.00, ΤΣ = .17) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 6.06, ΤΣ = .14). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο από τα παιδιά της τέταρτης και της πέμπτης

ομάδας. Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Όσον αφορά στη μεταβλητή της ευφράδειας στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD επιβεβαιώνουν τις ίδιες αναπτυξιακές αλλαγές που έδειξε η ανάλυση για τη μεταβλητή του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών που παρουσιάστηκε αμέσως πριν. Συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι των παιδιών της πρώτης (EOMO = 7.22, ΤΣ = .94) και της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 9.24, ΤΣ = .91) δε διέφεραν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 12.28, ΤΣ = .88), της τέταρτης (EOMO = 14.03, ΤΣ = .88) και της πέμπτης ομάδας (EOMO = 14.79, ΤΣ = .72). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο χαμηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της τέταρτης ($p < .01$) και της πέμπτης ομάδας ($p < .001$). Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

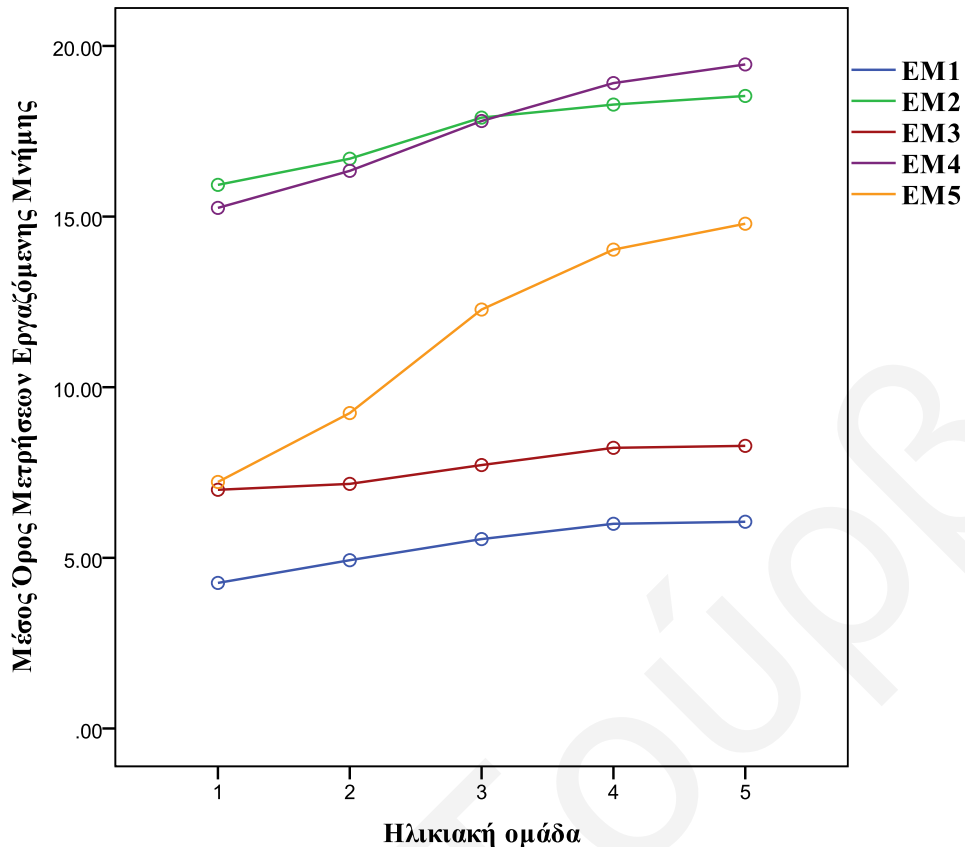
Αναφορικά με τη μεταβλητή του πεδίου της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD έδειξαν τις ίδιες αναπτυξιακές αλλαγές όπως και στην περίπτωση των δύο μεταβλητών που παρουσιάστηκαν πιο πριν. Συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι των παιδιών της πρώτης (EOMO = 6.99, ΤΣ = .18) και της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 7.17, ΤΣ = .17) δε διέφεραν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$). Τα παιδιά της πρώτης ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 7.72, ΤΣ = .16), της τέταρτης (EOMO = 8.22, ΤΣ = .16) και της πέμπτης (EOMO = 8.28, ΤΣ = .13) ηλικιακής ομάδας ($p < .05$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της τέταρτης και της πέμπτης ομάδας. Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Όσον αφορά στη μεταβλητή της επίδοσης στο έργο της βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών ο έλεγχος post hoc Tukey HSD έδειξε τα ίδια αποτελέσματα όπως και για τις άλλες εξαρτημένες μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης που παρουσιάστηκαν προηγουμένως. Όπως και πριν, τα παιδιά της πρώτης (EOMO = 15.93, ΤΣ = .39) και της

δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 16.70, ΤΣ = .38) δεν παρουσίασαν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$). Τα παιδιά της πρώτης ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο χαμηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 17.90, ΤΣ = .36), της τέταρτης (EOMO = 18.28, ΤΣ = .36) και της πέμπτης (EOMO = 18.53, ΤΣ = .30) ηλικιακής ομάδας ($p < .01$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο μέσο όρο μόνο σε σύγκριση με τα παιδιά της τέταρτης ($p < .05$) και της πέμπτης ομάδας ($p < .001$). Οι μέσοι όροι των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δε διέφεραν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$).

Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD η μεταβλητή της ευφράδειας στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες παρουσίασε μία κάπως διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης. Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 15.25, ΤΣ = .81) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στο μέσο όρο ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της δεύτερης (EOMO = 16.34, ΤΣ = .78) ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης ομάδας (EOMO = 17.80, ΤΣ = .75). Τα παιδιά της πρώτης ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο μέσο όρο μόνο από τα παιδιά της τέταρτης (EOMO = 18.91, ΤΣ = .75) και της πέμπτης (EOMO = 19.46, ΤΣ = .62) ηλικιακής ομάδας ($p < .05$ για τη διαφορά με την τέταρτη ομάδα και $p < .001$ για τη διαφορά με την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας είχαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .05$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο σε σύγκριση με τα παιδιά της πέμπτης ομάδας. Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις μεταβλητές του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span (EM1), της επίδοσης στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών (EM2), του πεδίου της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg (EM3), της ευφράδειας στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες (EM4) και της ευφράδειας στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες (EM5) παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για το πεδίο της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span (EM1), την επίδοση στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών (EM2), το πεδίο της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg (EM3), την ευφράδεια στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες (EM4) και την ευφράδεια στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες (EM5) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

4.2.3 Ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας

Η τρίτη πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης αφορούσε στην ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας. Εκτελέστηκε μία παραγοντική (two-way factorial) μεταξύ-υποκειμένων πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης, η οποία περιλάμβανε έξι εξαρτημένες μεταβλητές. Οι τρεις από αυτές αντιστοιχούσαν στις μετρήσεις που λήφθηκαν για τα τρία δίκτυα της προσοχής, όπως προκύπτουν από το έργο ΕΔΠ με τον τρόπο που εξηγήθηκε πιο πάνω (εγρήγορση, προσανατολισμός της προσοχής και εκτελεστικός έλεγχος, στον οποίο

περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης). Οι άλλες τρεις εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης για τον έλεγχο επεξεργασίας ήταν η διαφορά ανάμεσα στους μέσους χρόνους αντίδρασης στις δύο συνθήκες αριθμών του έργου ΕΣΑ, ο μέσος χρόνος αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect και ο μέσος χρόνος αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ. Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκε το κάθε παιδί και το φύλο του. Έτσι, προκύπτει μία πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης 5 (οι πέντε ηλικιακές ομάδες) X 2 (τα δύο φύλα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο συνδυασμό των εξαρτημένων μεταβλητών, Wilks' lambda = .38, $F(24, 500) = 6.69$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .22$. Στατιστικά σημαντική ήταν και η κύρια επίδραση του φύλου, Wilks' lambda = .88, $F(6, 143) = 3.40$, $p < .01$, partial $\eta^2 = .13$. Η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, Wilks' lambda = .82, $F(24, 500) = 1.20$, $p > .05$, partial $\eta^2 = .05$, δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Στη συνέχεια εξετάστηκαν μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης για την κάθε εξαρτημένη μεταβλητή με προσαρμογή Bonferroni στο επίπεδο σημαντικότητας (στην προκειμένη περίπτωση alpha level $.05/6 = .008$). Οι μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι η κύρια επίδραση του φύλου ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect, $F(1, 148) = 16.66$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .10$. Επίσης, για αυτή τη μεταβλητή ήταν στατιστικά σημαντική και η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, $F(4, 148) = 4.23$, $p < .008$, partial $\eta^2 = .10$. Περαιτέρω εξέταση της κύριας επίδρασης του φύλου καθώς και της αλληλεπίδρασης ηλικίας X φύλου έδειξε ότι η υπεροχή των αγοριών (μικρότεροι χρόνοι αντίδρασης) έναντι των κοριτσιών στη συγκεκριμένη μεταβλητή περιοριζόταν μόνο στην πρώτη ηλικιακή ομάδα.

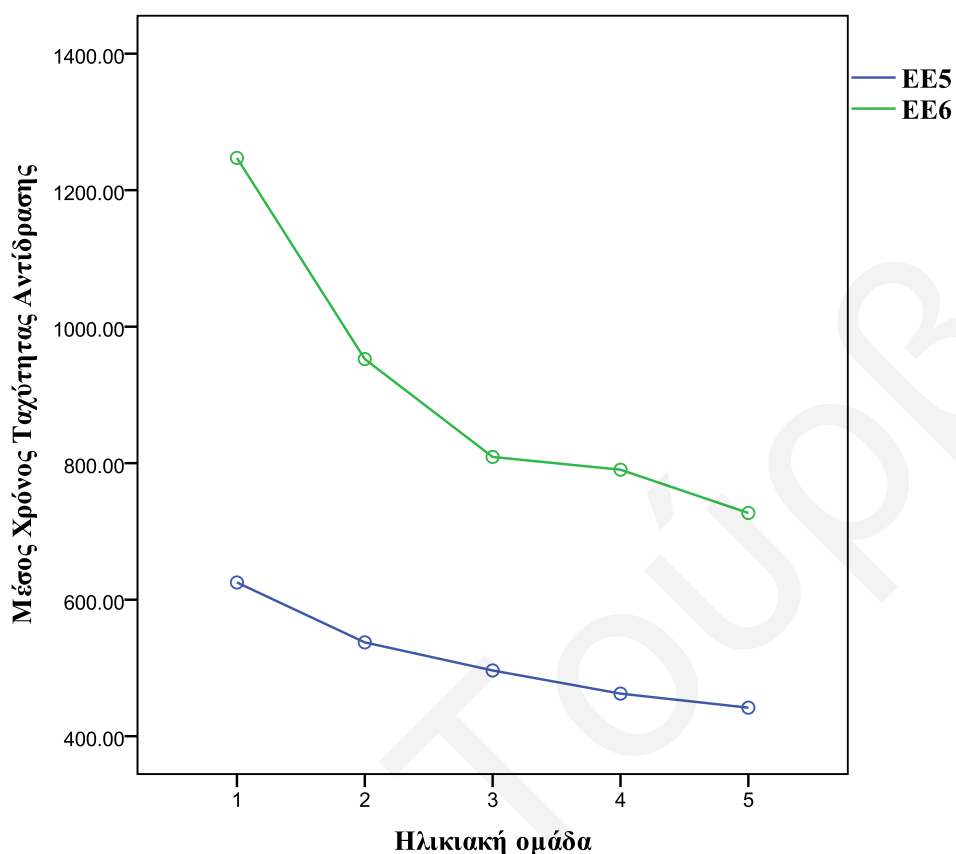
Όσον αφορά στην κύρια επίδραση της ηλικίας τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στις πέντε από τις έξι εξαρτημένες μεταβλητές. Συγκεκριμένα, η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect, $F(4, 148) = 41.74$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .53$, τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ, $F(4, 148) = 30.22$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .45$, τη μεταβλητή του εκτελεστικού ελέγχου από το έργο ΕΔΠ, $F(4, 148) = 5.71$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .13$, τη μεταβλητή της εγρήγορσης από το ίδιο έργο, $F(4, 148) = 4.52$, $p < .008$, partial $\eta^2 = .11$ και τη μεταβλητή του προσανατολισμού της προσοχής, επίσης, από το

ίδιο έργο, $F(4, 148) = 4.27, p < .008, \text{partial } \eta^2 = .10$. Όσον αφορά στη μεταβλητή της διαφοράς ανάμεσα στους μέσους χρόνους αντίδρασης στις δύο συνθήκες αριθμών του έργου ΕΣΑ η επίδραση της ηλικίας δεν ήταν στατιστικά σημαντική μετά την προσαρμογή Bonferroni που έγινε στο επίπεδο σημαντικότητας, $F(4, 148) = 2.99, p > .008, \text{partial } \eta^2 = .08$.

Σύμφωνα με τον έλεγχο post hoc Tukey HSD για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect τα παιδιά της μικρότερης ηλικιακής ομάδας, δηλαδή της πρώτης, παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο (EOMO = 625.20, ΤΣ = 12.12) συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 537.46, ΤΣ = 11.68) δε διέφεραν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$) από τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 496.32, ΤΣ = 11.25), αλλά παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της τέταρτης (EOMO = 462.38, ΤΣ = 11.28) και από τα παιδιά της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 441.78, ΤΣ = 9.30). Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$) υψηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας, αλλά όχι ($p > .05$) από τα παιδιά της τέταρτης ομάδας. Μεταξύ των παιδιών της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Όσον αφορά στη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ ο έλεγχος post hoc Tukey HSD έδειξε λίγο διαφορετικά αποτελέσματα σε σύγκριση με την προηγούμενη μεταβλητή. Όπως και πριν, τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 1247.20, ΤΣ = 40.20) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Επίσης, και πάλι τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 952.55, ΤΣ = 38.72) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > .05$) συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 809.14, ΤΣ = 37.31), αλλά παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .05$) υψηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά της τέταρτης (EOMO = 790.45, ΤΣ = 37.40) και τα παιδιά της πέμπτης (EOMO = 727.05, ΤΣ = 30.84) ηλικιακής ομάδας ($p < .001$). Η διαφορά από την προηγούμενη μεταβλητή είναι ότι τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ($p > .05$) από τα παιδιά κάποιας από τις δύο μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Με άλλα λόγια, μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$). Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις μεταβλητές της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη

συνθήκη του έργου Simon effect (EE5) και της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ (EE6) παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.



Σχήμα 6. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για την ταχύτητα αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect (EE5) και την ταχύτητα αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ (EE6) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD η μεταβλητή του εκτελεστικού ελέγχου, όπως προκύπτει από το έργο ΕΔΠ, παρουσίασε μια διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών συγκριτικά με τις άλλες δύο μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας που παρουσιάστηκαν πιο πριν. Συγκεκριμένα, τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 96.37, ΤΣ = 7.55) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στο μέσο όρο ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της δεύτερης (EOMO = 72.02, ΤΣ = 7.27) ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 72.41, ΤΣ = 7.00). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας είχαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .001$) υψηλότερο μέσο όρο μόνο από τα παιδιά της τέταρτης (EOMO = 54.92, ΤΣ = 7.02) και τα

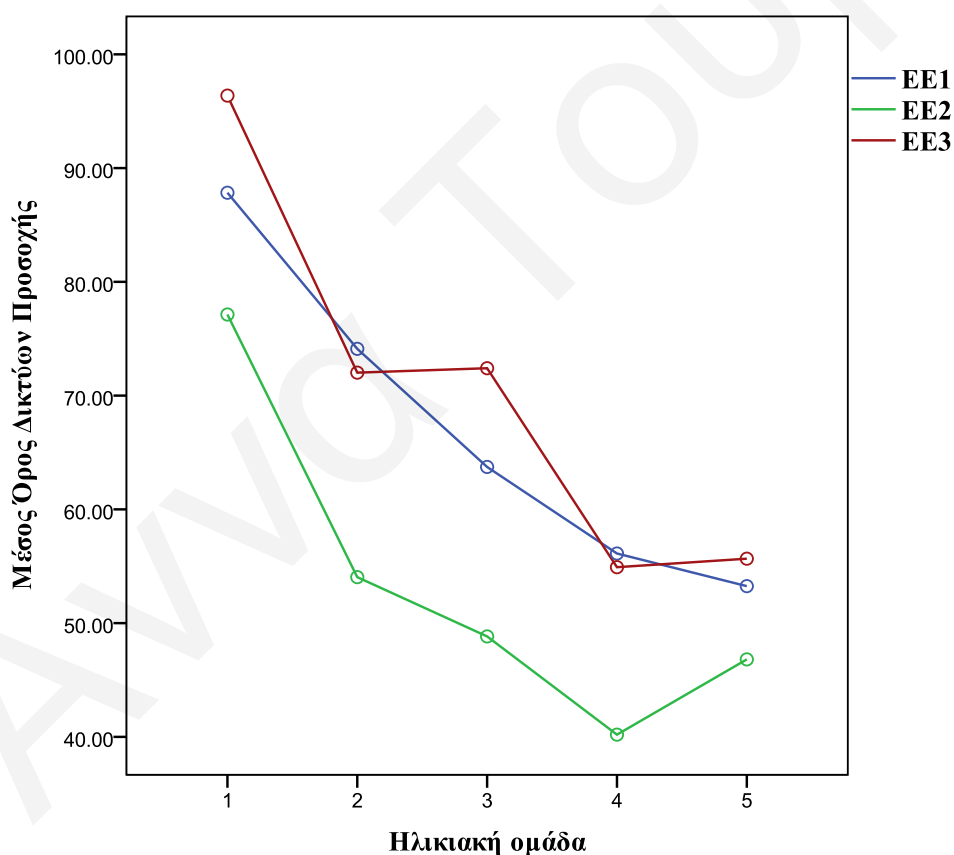
παιδιά της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 55.66, ΤΣ = 5.79). Μεταξύ των παιδιών της δεύτερης, της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Όσον αφορά στη μεταβλητή της εγρήγορσης από το έργο ΕΔΠ τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD εισηγούνται τις ίδιες αναπτυξιακές αλλαγές όπως και στην περίπτωση της μεταβλητής του εκτελεστικού ελέγχου. Συγκεκριμένα, ο μέσος όρος των παιδιών της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 87.83, ΤΣ = 7.20) δε διέφερε σημαντικά ($p > .05$) ούτε από το μέσο όρο των παιδιών της δεύτερης (EOMO = 74.11, ΤΣ = 6.94) ούτε από το μέσο όρο των παιδιών της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 63.73, ΤΣ = 6.68). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .05$) υψηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της τέταρτης (EOMO = 56.12, ΤΣ = 6.70) και τα παιδιά της πέμπτης (EOMO = 53.25, ΤΣ = 5.52) ηλικιακής ομάδας ($p < .01$). Μεταξύ των παιδιών της δεύτερης, της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD όσον αφορά στη μεταβλητή του προσανατολισμού της προσοχής από το έργο ΕΔΠ έδειξαν μία σχεδόν παρόμοια πορεία αναπτυξιακών αλλαγών, όπως και για τα άλλα δύο δίκτυα της προσοχής που προκύπτουν από το έργο αυτό. Η μόνη διαφορά σε σύγκριση με τα άλλα δύο δίκτυα της προσοχής είναι ότι σ' αυτή τη μεταβλητή τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας διέφεραν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο από τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας. Πιο αναλυτικά, τα παιδιά της πρώτης ομάδας (EOMO = 77.13, ΤΣ = 7.07) δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 54.04, ΤΣ = 6.81). Παρουσίασαν, όμως, στατιστικώς σημαντικά υψηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 48.83, ΤΣ = 6.57), της τέταρτης (EOMO = 40.20, ΤΣ = 6.58) και της πέμπτης (EOMO = 46.81, ΤΣ = 5.43) ηλικιακής ομάδας ($p < .05$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .01$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Μεταξύ των παιδιών της δεύτερης, της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις μεταβλητές της εγρήγορσης (EE1), του προσανατολισμού της προσοχής (EE2) και του εκτελεστικού ελέγχου (EE3), όπως αυτές προκύπτουν από το έργο ΕΔΠ, παρουσιάζονται στο Σχήμα 7. Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις τρεις αυτές μεταβλητές του ελέγχου επεξεργασίας παρουσιάζονται ξεχωριστά από τις δύο προηγούμενες μεταβλητές ελέγχου (την ταχύτητα αντίδρασης στην ασύμβατη

συνθήκη του έργου Simon effect και την ταχύτητα αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ) για λόγους καλύτερης παρουσίασης των αναπτυξιακών αλλαγών σ' όλες τις μεταβλητές του ελέγχου. Οι μεταβλητές της εγρήγορσης, του προσανατολισμού της προσοχής και του εκτελεστικού ελέγχου προκύπτουν από διαφορές ανάμεσα σε μέσους χρόνους αντίδρασης και ως εκ τούτου έχουν πολύ χαμηλότερους μέσους όρους συγκριτικά με τις μεταβλητές της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect και της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ. Η παρουσίαση στην ίδια γραφική παράσταση όλων των μεταβλητών του ελέγχου επεξεργασίας θα αύξανε κατά πολύ το εύρος του χρόνου που παρουσιάζεται στον κάθετο άξονα της γραφικής παράστασης με αποτέλεσμα να μην απεικονίζονται ξεκάθαρα οι αναπτυξιακές αλλαγές στην κάθε μεταβλητή του ελέγχου επεξεργασίας.



Σχήμα 7. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τα τρία δίκτυα της προσοχής, όπως αυτά προκύπτουν από το έργο ΕΔΠ: εγρήγορση (EE1), προσανατολισμός της προσοχής (EE2) και εκτελεστικός έλεγχος (EE3) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

4.2.4 Ανάπτυξη της νοημοσύνης

Η τέταρτη πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης αφορούσε στην ανάπτυξη της γενικής νοημοσύνης. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκε μία παραγοντική (two-way factorial) μεταξύ-υποκειμένων πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης, η οποία περιλάμβανε ως εξαρτημένες μεταβλητές τις ακατέργαστες (αρχικές) επιδόσεις των συμμετεχόντων στις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI: Λεξιλόγιο, Κατασκευή Σχεδίων με Κύβους, Ομοιότητες και Μήτρες Συλλογισμού. Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκε το κάθε παιδί και το φύλο του. Έτσι, προκύπτει μία πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης 5 (οι πέντε ηλικιακές ομάδες) X 2 (τα δύο φύλα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο συνδυασμό των εξαρτημένων μεταβλητών, Wilks' lambda = .34, $F(16, 444) = 11.68$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .24$. Η κύρια επίδραση του φύλου, Wilks' lambda = .97, $F(4, 145) = 1.21$, $p > .05$, partial $\eta^2 = .03$, και η αλληλεπίδραση ηλικίας X φύλου, Wilks' lambda = .91, $F(16, 444) = .83$, $p > .05$, partial $\eta^2 = .02$, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Σε επόμενο βήμα εξετάστηκαν μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης για την κάθε εξαρτημένη μεταβλητή με προσαρμογή Bonferroni στο επίπεδο σημαντικότητας (στην προκειμένη περίπτωση $\alpha \text{ level } .05/4 = .012$). Οι μονομεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν ότι η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική και για τις τέσσερις εξαρτημένες μεταβλητές, αντιστακώνοντας το γεγονός ότι με την πρόοδο της ηλικίας η ευφυΐα των παιδιών αυξάνεται. Πιο συγκεκριμένα, η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική και ισχυρή επίδραση στην επίδοση στην υποκλίμακα του λεξιλογίου, $F(4, 148) = 46.97$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .56$, στην επίδοση στην υποκλίμακα των ομοιοτήτων, $F(4, 148) = 35.66$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .49$, στην επίδοση στην υποκλίμακα της κατασκευής σχεδίων με κύβους, $F(4, 148) = 28.95$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .44$, και στην επίδοση στην υποκλίμακα των μήτρων συλλογισμού, $F(4, 148) = 20.73$, $p < .001$, partial $\eta^2 = .36$.

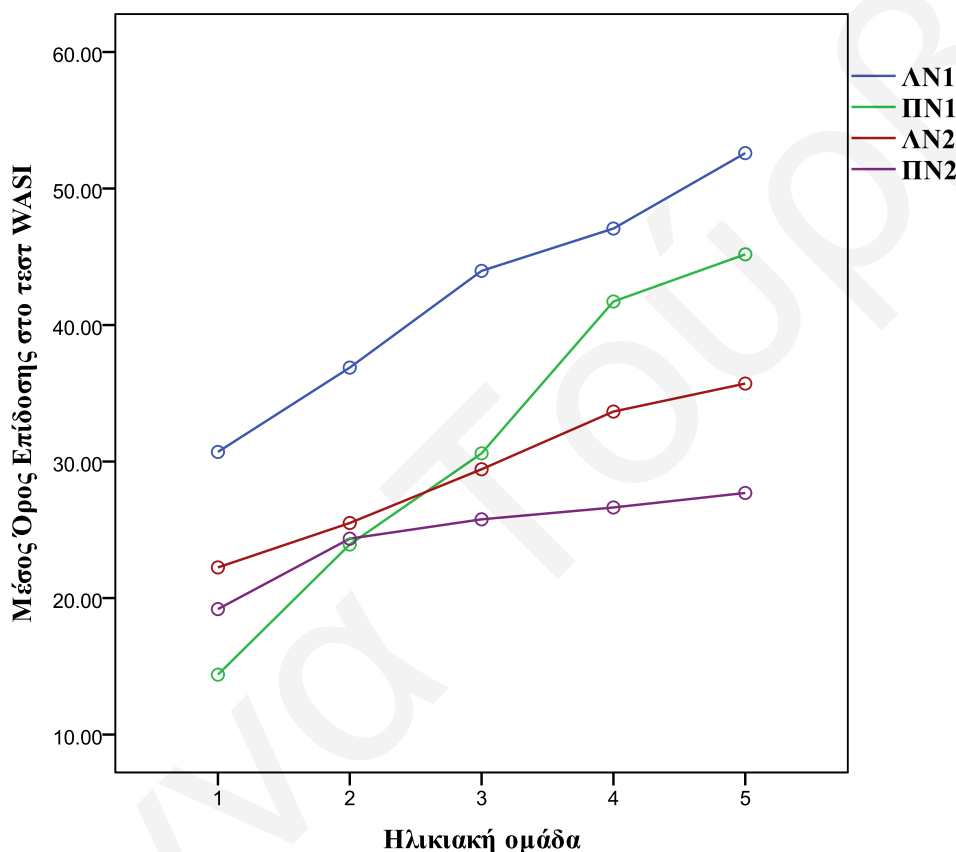
Σύμφωνα με τον έλεγχο post hoc Tukey HSD για τη μεταβλητή της επίδοσης στην υποκλίμακα του λεξιλογίου τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο μέσο όρο (EOMO = 30.70, ΤΣ = 1.40) συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .05$ για τη διαφορά με τη δεύτερη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τρίτη, την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 36.88, ΤΣ = 1.35) είχαν σε

στατιστικά σημαντικό επίπεδο χαμηλότερο μέσο όρο συγκριτικά προς τα παιδιά καθεμιάς από τις τρεις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .01$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 43.97, ΤΣ = 1.30) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας (EOMO = 52.59, ΤΣ = 1.07), αλλά όχι ($p > .05$) από τα παιδιά της τέταρτης ομάδας (EOMO = 47.07, ΤΣ = 1.30). Τέλος, τα παιδιά της τέταρτης ομάδας είχαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$) χαμηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της πέμπτης ηλικιακής ομάδας.

Όσον αφορά στη μεταβλητή της επίδοσης στην υποκλίμακα των ομοιοτήτων τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD έδειξαν μία κάπως διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τη μεταβλητή της επίδοσης στην υποκλίμακα του λεξιλογίου. Καταρχήν, ο μέσος όρος των παιδιών της πρώτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 22.24, ΤΣ = 1.04) δε διέφερε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$) από το μέσο όρο των παιδιών της δεύτερης ομάδας (EOMO = 25.50, ΤΣ = 1.00). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 29.43, ΤΣ = .96), της τέταρτης (EOMO = 33.66, ΤΣ = .96) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 35.71, ΤΣ = .80). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά χαμηλότερο μέσο όρο συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς από τις τρεις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες ($p < .05$ για τη διαφορά με την τρίτη ομάδα και $p < .001$ για τις διαφορές με την τέταρτη και την πέμπτη ομάδα). Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας είχαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο χαμηλότερο μέσο όρο τόσο από τα παιδιά της τέταρτης ($p < .05$) όσο και από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας ($p < .001$). Μεταξύ των παιδιών της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).

Όσον αφορά στη μεταβλητή της επίδοσης στην υποκλίμακα της κατασκευής σχεδίων με κύβους ο έλεγχος post hoc Tukey HSD έδειξε, επίσης, μία κάπως διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τις άλλες εξαρτημένες μεταβλητές της ευφυΐας. Οι μέσοι όροι των παιδιών της πρώτης (EOMO = 14.39, ΤΣ = 2.60) και της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 23.92, ΤΣ = 2.50) δε διέφεραν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p > .05$). Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 30.60, ΤΣ = 2.41), της τέταρτης (EOMO = 41.72, ΤΣ = 2.42) και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 45.18, ΤΣ = 1.99). Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας

παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της τέταρτης και από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας, αλλά όχι ($p > .05$) από τα παιδιά της τρίτης ομάδας. Τα παιδιά της τρίτης ηλικιακής ομάδας είχαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο χαμηλότερο μέσο όρο από τα παιδιά της τέταρτης ($p < .05$) και από τα παιδιά της πέμπτης ομάδας ($p < .001$). Μεταξύ των παιδιών της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$).



Σχήμα 8. Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ νοημοσύνης WASI: λεξιλόγιο (AN1), κατασκευή σχεδίων με κύβους (ΠN1), ομοιότητες (AN2) και μήτρες συλλογισμού (ΠN2) σε συνάρτηση με την ηλικιακή ομάδα.

Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου post hoc Tukey HSD η επίδοση στην υποκλίμακα των μήτρων συλλογισμού παρουσίασε μία διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεταβλητές της ευφυΐας που παρουσιάστηκαν πιο πάνω. Τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικά ($p < .001$) χαμηλότερο μέσο όρο ($EOMO = 19.19$, $TΣ = .78$) συγκρινόμενα με τα παιδιά καθεμιάς

από τις τέσσερις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Τα παιδιά της δεύτερης ηλικιακής ομάδας (EOMO = 24.35, ΤΣ = .75) δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p > .05$) στο μέσο όρο ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της τρίτης (EOMO = 25.77, ΤΣ = .72) ούτε συγκριτικά προς τα παιδιά της τέταρτης ομάδας (EOMO = 26.63, ΤΣ = .72). Παρουσίασαν σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$) χαμηλότερο μέσο όρο μόνο συγκριτικά προς τα παιδιά της πέμπτης ομάδας (EOMO = 27.70, ΤΣ = .60). Μεταξύ των παιδιών της τρίτης, της τέταρτης και της πέμπτης ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους ($p > .05$). Οι εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι για τις μεταβλητές του λεξιλογίου (ΛΝ1), της κατασκευής σχεδίων με κύβους (ΠΝ1), των ομοιοτήτων (ΛΝ2) και των μήτρων συλλογισμού (ΠΝ2) από το τεστ ευφυΐας WASI παρουσιάζονται στο Σχήμα 8.

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στα μοντέλα δομικών εξισώσεων που ελέγχθηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί η συνεισφορά των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος στην πρόβλεψη της ευφυΐας.

4.3 Μοντέλα δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της ευφυΐας

4.3.1 Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του αναπτυσσόμενου γνωστικού συστήματος με την αναπτυσσόμενη γενική ευφυΐα

Το βασικό θεωρητικό μοντέλο στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα προέβλεπε ότι οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν συγκροτούν τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες πρώτης τάξης από τους οποίους ο ένας αντιπροσωπεύει τη γενική ευφυΐα και οι άλλοι τρεις αντιπροσωπεύουν τις τρεις βασικές παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη), οι οποίες προβλέπουν την ευφυΐα. Και οι τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες (γενική ευφυΐα, ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη) προβλέπονται από την ηλικία που είναι η μοναδική εξωγενής μεταβλητή που περιλαμβάνεται στο μοντέλο. Προκειμένου να ελεγχθεί το πιο πάνω υποθετικό θεωρητικό μοντέλο (hypothesized theoretical model) τέσσερα εναλλακτικά εμφωλευμένα μεταξύ τους ΜΔΕ τέθηκαν από εξέταση. Οι δείκτες προσαρμογής και η σύγκριση των τεσσάρων ΜΔΕ παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2

Δείκτες προσαρμογής των τεσσάρων εναλλακτικών εμφωλευμένων μοντέλων δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής ευφυΐας

MΔΕ	χ^2	df	p	$\Delta\chi^2$	Δdf	CFI	NNFI	RMSEA	SRMR
MΔΕ 1	307.30	133	.000	—	—	.894	.878	.091	.071
MΔΕ 2	173.73	130	.006	133.57***	3	.973	.969	.046	.051
MΔΕ 3	151.43	126	.061	22.30***	4	.984	.981	.036	.044
MΔΕ 4	148.07	121	.048	3.36	5	.983	.979	.038	.043

*** $p < .001$

Το πρώτο εναλλακτικό μοντέλο που εξετάστηκε (ΜΔΕ 1) περιλάμβανε μόνο δύο ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: α) τη γενική ευφυΐα και β) το γενικό δυναμικό του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Στον παράγοντα της γενικής ευφυΐας φόρτιζαν οι τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI. Όλες οι υπόλοιπες μεταβλητές (μετρήσεις ταχύτητας, μετρήσεις ελέγχου και μετρήσεις εργαζόμενης μνήμης) φόρτιζαν σ' έναν παράγοντα, ο οποίος αντιπροσώπευε το γενικό δυναμικό του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Ο παράγοντας του γενικού δυναμικού του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών προέβλεπε τον παράγοντα της γενικής ευφυΐας. Και οι δύο παράγοντες προβλέπονταν από την ηλικία. Η προσαρμογή του ΜΔΕ 1, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2, ήταν φτωχή, $\chi^2(133) = 307.30$, $p = .00$, CFI = .894, NNFI = .878, RMSEA = .091, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .078 - .104) και SRMR = .071. Η φτωχή προσαρμογή του ΜΔΕ 1 το καθιστά μη αποδεκτό μοντέλο.

Το επόμενο εναλλακτικό μοντέλο που τέθηκε υπό εξέταση (ΜΔΕ 2) περιλάμβανε τρεις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: α) τη γενική ευφυΐα, β) την ταχύτητα επεξεργασίας και γ) τις εκτελεστικές λειτουργίες. Ο παράγοντας της γενικής ευφυΐας προβλεπόταν από τον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας και τον παράγοντα των εκτελεστικών λειτουργιών. Και οι τρεις λανθάνοντες παράγοντες προβλέπονταν από την ηλικία. Στον παράγοντα της γενικής ευφυΐας φόρτιζαν, όπως και στο προηγούμενο μοντέλο, οι τέσσερις υποκλίμακες του

τεστ WASI. Στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας φόρτωναν οι τέσσερις μετρήσεις που λήφθηκαν για την ταχύτητα επεξεργασίας και στον παράγοντα των εκτελεστικών λειτουργιών φόρτιζαν μαζί οι τέσσερις από τις μετρήσεις που λήφθηκαν για τον έλεγχο επεξεργασίας και οι πέντε μετρήσεις που λήφθηκαν για την εργαζόμενη μνήμη. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2, η προσαρμογή του ΜΔΕ 2, με εξαίρεση το ότι το χ^2 ήταν στατιστικά σημαντικό, ήταν ικανοποιητική, $\chi^2 (130) = 173.73$, $p = .006$, CFI = .973, NNFI = .969, RMSEA = .046, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .026 - .063) και SRMR = .051. Η σύγκριση του ΜΔΕ 2 (πιο σύνθετου μοντέλου) με το ΜΔΕ 1 (λιγότερο σύνθετο μοντέλο) μέσω του τεστ της διαφοράς του χ^2 (χ^2 difference test) έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ των τιμών του χ^2 των δύο εμφωλευμένων ΜΔΕ είναι στατιστικά σημαντική, $\Delta\chi^2 (3) = 133.57$, $p < .001$. Επομένως, το ΜΔΕ 2 παρουσιάζει σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο καλύτερη προσαρμογή από το ΜΔΕ 1.

Το τρίτο εναλλακτικό μοντέλο που εξετάστηκε (ΜΔΕ 3) περιλάμβανε τέσσερις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: α) τη γενική ευφυΐα, β) την ταχύτητα επεξεργασίας, γ) τον έλεγχο επεξεργασίας και δ) την εργαζόμενη μνήμη. Ο παράγοντας της γενικής ευφυΐας προβλεπόταν από τους άλλους τρεις λανθάνοντες παράγοντες, οι οποίοι αντιπροσώπευαν τις τρεις βασικές παραμέτρους του γνωστικού συστήματος. Και οι τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες προβλέπονταν από την ηλικία. Ο παράγοντας της γενικής ευφυΐας προσδιοριζόταν και πάλι από τις τέσσερις υποκλίμακες του τεστ WASI. Ο παράγοντας της ταχύτητας επεξεργασίας μετριόταν, όπως και στο προηγούμενο μοντέλο, από τις τέσσερις μετρήσεις που λήφθηκαν για την ταχύτητα επεξεργασίας. Στον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας φόρτιζαν οι τέσσερις από τις μετρήσεις που λήφθηκαν για τον έλεγχο επεξεργασίας και στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης φόρτωναν οι πέντε μετρήσεις που λήφθηκαν για την εργαζόμενη μνήμη. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, η προσαρμογή του ΜΔΕ 3 ήταν πολύ καλή, $\chi^2 (126) = 151.43$, $p = .061$, CFI = .984, NNFI = .981, RMSEA = .036, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .055) και SRMR = .044. Η σύγκριση του ΜΔΕ 3 (πιο σύνθετου μοντέλου) με το ΜΔΕ 2 (λιγότερο σύνθετο μοντέλο), μέσω του τεστ της διαφοράς του χ^2 , έδειξε ότι η διαφορά της τιμής του χ^2 του ΜΔΕ 3 από την τιμή του χ^2 του ΜΔΕ 2 είναι στατιστικά σημαντική, $\Delta\chi^2 (4) = 22.30$, $p < .001$. Επομένως, η προσαρμογή του ΜΔΕ 3 είναι σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο καλύτερη από την προσαρμογή του ΜΔΕ 2.

Το τέταρτο εναλλακτικό μοντέλο που εξετάστηκε (ΜΔΕ 4) περιλάμβανε πέντε ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες: α) τη γενική ευφυΐα, β) την ταχύτητα επεξεργασίας, γ) τον έλεγχο

επεξεργασίας, δ) τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης και ε) την ικανότητα επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης. Ο παράγοντας της γενικής ευφυΐας προβλεπόταν από τους υπόλοιπους τέσσερις παράγοντες. Και οι πέντε παράγοντες προβλέπονταν από την ηλικία. Η διαφορά του ΜΔΕ 4 από το ΜΔΕ 3 είναι ότι το ΜΔΕ 4 περιλάμβανε δύο ξεχωριστούς λανθάνοντες παράγοντες για την εργαζόμενη μνήμη, εκ των οποίων ο ένας αντιπροσώπευε τη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης (working memory storage) και ο άλλος την ικανότητα επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης (processing component of working memory). Στον παράγοντα της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης φόρτιζαν οι μεταβλητές του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών από το έργο forward digit span, της επίδοσης (σύνολο ορθών απαντήσεων) στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών και του πεδίου της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg. Ο παράγοντας που αντιπροσώπευε την ικανότητα επεξεργασίας της εργαζόμενης μνήμης μετριόταν από τις επιδόσεις (μέσους όρους) στις δύο συνθήκες του έργου ευφράδειας (μέσος όρος επίδοσης στην ανάκληση στοιχείων-εννοιών που ανήκουν στις δοθείσες υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες και μέσος όρος επίδοσης στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες). Οι παράγοντες της γενικής ευφυΐας, της ταχύτητας επεξεργασίας και του ελέγχου επεξεργασίας μετριόνταν από τις ίδιες μεταβλητές όπως και στο ΜΔΕ 3.

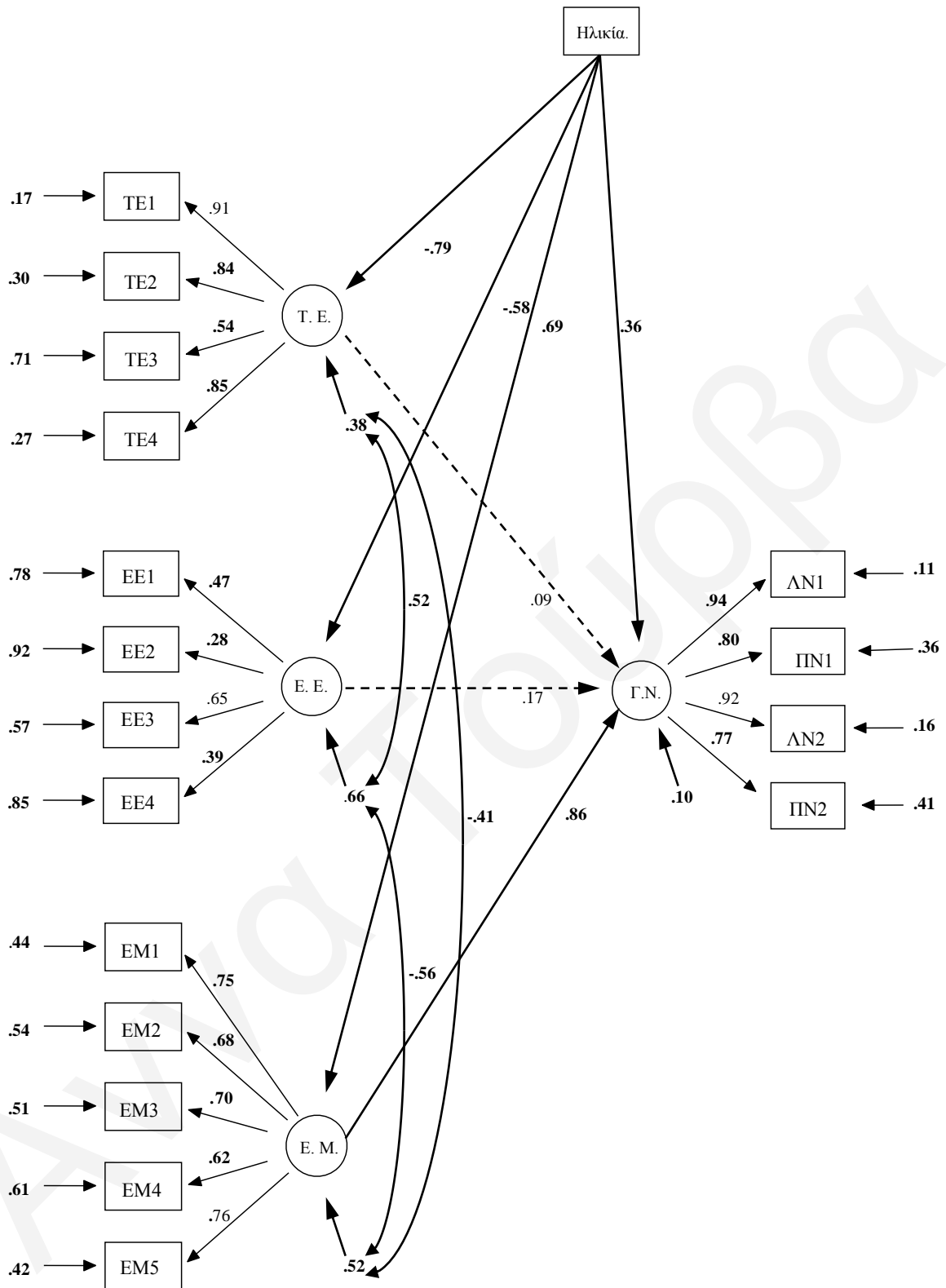
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, η προσαρμογή του ΜΔΕ 4, με εξαίρεση το ότι το χ^2 ήταν στατιστικά σημαντικό, ήταν ικανοποιητική, $\chi^2 (121) = 148.07, p = .048, CFI = .983, NNFI = .979, RMSEA = .038$, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το $RMSEA = .004 - .057$) και $SRMR = .043$. Η σύγκριση του ΜΔΕ 4 (πιο σύνθετο μοντέλο) με το ΜΔΕ 3 (λιγότερο σύνθετο μοντέλο), μέσω του τεστ της διαφοράς χ^2 , έδειξε ότι η διαφορά της τιμής χ^2 του ΜΔΕ 4 από την τιμή χ^2 του ΜΔΕ 3 δεν είναι στατιστικά σημαντική, $\Delta\chi^2 (5) = 3.36, p > .05$. Αυτό σημαίνει ότι, παρόλο που το ΜΔΕ 4 είναι πιο σύνθετο (περιλαμβάνει δηλαδή περισσότερες παραμέτρους) συγκριτικά με το ΜΔΕ 3, εντούτοις δεν παρουσιάζει καλύτερη προσαρμογή από αυτό. Όπως εξηγήθηκε πιο αναλυτικά στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας, στις περιπτώσεις που δεν είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά μεταξύ των τιμών χ^2 δύο υπό σύγκριση εμφωλευμένων μοντέλων, τότε προτιμάται εκείνο το μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει τις λιγότερες παραμέτρους, αυτό δηλαδή που είναι πιο οικονομικό. Επομένως, στην προκειμένη περίπτωση για λόγους στατιστικής οικονομίας κρατήθηκε το ΜΔΕ 3, το οποίο είναι λιγότερο σύνθετο και άρα πιο οικονομικό από το ΜΔΕ 4 και επιπλέον, όπως δείχνει ο Πίνακας 2, το ΜΔΕ 3 παρουσιάζει καλύτερη προσαρμογή.

Συμπερασματικά, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, η σύγκριση των τεσσάρων εναλλακτικών εμφωλευμένων ΜΔΕ κατέδειξε ότι το ΜΔΕ 3 παρουσίαζε σε σημαντικό βαθμό καλύτερη προσαρμογή από τα υπόλοιπα (ΜΔΕ 1, ΜΔΕ 2 και ΜΔΕ 4). Όπως έχει αναφερθεί, το ΜΔΕ 3 συνιστά το βασικό θεωρητικό μοντέλο στο οποίο βασίστηκε η παρούσα έρευνα και προέβλεπε ότι οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν συγκροτούν τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες από τους οποίους ο ένας αντιπροσωπεύει τη γενική ευφυΐα και οι άλλοι τρεις αντιπροσωπεύουν τις τρεις βασικές παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη), οι οποίες προβλέπουν την ευφυΐα. Και οι τέσσερις λανθάνοντες παράγοντες προβλέπονται από την ηλικία. Το ΜΔΕ 3 παρουσιάζεται στο Σχήμα 9.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, όλες οι παραγοντικές φορτίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < .01$) εκτός από αυτές που δεν ελέγχθηκαν για στατιστική σημαντικότητα, καθώς είχαν εξισωθεί με τη μονάδα προκειμένου να δοθεί κλίμακα μέτρησης στον κάθε λανθάνοντα παράγοντα. Όλες οι μεταβλητές είχαν υψηλές φορτίσεις στους αντίστοιχούς τους παράγοντες (από .54 μέχρι .94) με εξαίρεση τρεις από τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον έλεγχο επεξεργασίας των οποίων οι παραγοντικές φορτίσεις ήταν μέτριες (από .28 μέχρι .47). Ειδικότερα, οι παραγοντικές φορτίσεις των τεσσάρων μεταβλητών που όριζαν τον παράγοντα της νοημοσύνης κυμαίνονταν από .77 μέχρι .94. Οι τέσσερις μεταβλητές που φόρτωναν στον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας είχαν φορτίσεις που κυμαίνονταν από .54 μέχρι .91. Οι φορτίσεις των τεσσάρων μεταβλητών που όριζαν τον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας κυμαίνονταν από .28 μέχρι .65 και οι φορτίσεις των πέντε μεταβλητών που φόρτιζαν στον παράγοντα της εργαζόμενης μνήμης κυμαίνονταν από .62 μέχρι .76.

Τα αποτελέσματα για την πρόβλεψη της γενικής ευφυΐας έδειξαν ότι από κοινού η ηλικία και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη) προέβλεπαν/ερμήνευαν το 90% της διακύμανσης της αναπτυσσόμενης γενικής ευφυΐας, όπως αυτή μετριέται μέσω του τεστ WASI, και μόνο το 10% έμενε ως υπολειπόμενη διακύμανση.

Στο Σχήμα 9 οι αριθμοί πλάι στα ευθύγραμμα τόξα που κατευθύνονται από τους λανθάνοντες παράγοντες πρόβλεψης και τη μεταβλητή πρόβλεψης προς το λανθάνοντα παράγοντα της γενικής ευφυΐας είναι οι τυποποιημένοι συντελεστές διαδρομής (standardized path coefficients) και αντανακλούν τη συμβολή της κάθε παραμέτρου και της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη, αφού κρατηθούν σταθερές (controlling for/holding constant) όλες οι άλλες πηγές πρόβλεψης (predictors) της νοημοσύνης που περιλαμβάνονται στο ΜΔΕ 3.



Σχήμα 9. Το ΜΔΕ 3 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής νοημοσύνης από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος και την ηλικία. Όλοι οι συντελεστές προέρχονται από το standardized solution. Με έντονους χαρακτήρες και πλήρεις γραμμές υποδηλώνεται στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο .01. Κανονικοί χαρακτήρες και πλήρεις γραμμές υποδηλώνουν ότι οι εκτιμήσεις αυτές δεν ελέγχθηκαν για στατιστική σημαντικότητα. Κανονικοί χαρακτήρες και διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν μη στατιστική σημαντικότητα. Σημείωση: Γ.Ν. = γενική νοημοσύνη, Τ.Ε. = ταχύτητα επεξεργασίας, Ε.Ε. = έλεγχος επεξεργασίας, Ε.Μ. = εργαζόμενη μνήμη. Για τα ονόματα των μεταβλητών βλέπε Πίνακα 1Α.

Όσον αφορά στην πρόβλεψη της γενικής νοημοσύνης από την καθεμία από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, αφού ελέγχονταν οι υπόλοιπες πηγές πρόβλεψης της νοημοσύνης που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 3, μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τη γενική ευφυΐα. Συγκεκριμένα, αφού ελέγχθηκαν (controlling for) η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής (path coefficient) για την άμεση επίδραση⁷ (direct effect) της εργαζόμενης μνήμης στη γενική ευφυΐα ήταν .86 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Με άλλα λόγια, αφού κρατήθηκαν σταθερές οι άλλες δύο παράμετροι και η ηλικία, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της γενικής ευφυΐας. Αντίθετα, αφού ελέγχθηκαν ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη γενική ευφυΐα ήταν .09 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Παρομοίως, αφού κρατήθηκαν σταθερές η ταχύτητα επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στη γενική ευφυΐα ήταν .17 και, επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$).

Η ηλικία προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο όλους τους ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 3, δηλαδή τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος και τη γενική ευφυΐα. Ειδικότερα, οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη ήταν -.79, -.58 και .69, αντίστοιχα, και ήταν όλοι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$). Με άλλα λόγια, η ηλικία προέβλεπε/ερμήνευε το 62% της διακύμανσης της ταχύτητας επεξεργασίας, το 34% της διακύμανσης του ελέγχου επεξεργασίας και το 48% της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Όσον αφορά στην πρόβλεψη της γενικής νοημοσύνης από την ηλικία ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη ήταν .36 και ήταν, επίσης, στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι, αφού ελέγχθηκαν/κρατήθηκαν σταθερές οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, η ηλικία προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της αναπτυσσόμενης γενικής ευφυΐας.

Η ηλικία, πέρα από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που είχε στη γενική νοημοσύνη, όπως καταδεικνύεται από τον στατιστικά σημαντικό συντελεστή διαδρομής,

⁷ Ο όρος 'επίδραση' συνιστά μετάφραση του αγγλικού όρου effect. Κατά συνέπεια οι όροι 'άμεση επίδραση' και 'έμμεση επίδραση' αποτελούν μετάφραση των αγγλικών όρων direct effect και indirect effect, αντίστοιχα. Η ορολογία αυτή χρησιμοποιείται στα μοντέλα ανάλυσης διαδρομών και στα ΜΔΕ. Σε όλη την έκταση της παρούσας εργασίας όπου χρησιμοποιείται ο όρος 'επίδραση' δεν υπονοεί την ύπαρξη αιτιότητας.

παρουσίαζε και στατιστικά σημαντική συνολική έμμεση επίδραση (total indirect effect) στη γενική νοημοσύνη. Οι έμμεσες επιδράσεις περιλαμβάνουν διαμεσολαβούσες/ντες (mediators) μεταβλητές/παράγοντες, οι οποίες/οι “μεταφέρουν” ένα μέρος της επίδρασης μιας/ενός προηγούμενης/ου μεταβλητής/παράγοντα σε μιαν/έναν επόμενη/ο. Οι έμμεσες επιδράσεις εκτιμώνται στατιστικά ως τα γινόμενα των άμεσων επιδράσεων που τις συνθέτουν και ερμηνεύονται ως συντελεστές διαδρομής (Kline, 1998). Στην προκειμένη περίπτωση ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική έμμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη μέσα από τους διαμεσολαβούντες (mediators) παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης ήταν .42 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$).

Ωστόσο, η επιμέρους ανάλυση αυτής της συνολικής έμμεσης επίδρασης έδειξε ότι μόνο μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν στατιστικά σημαντική η έμμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη. Συγκεκριμένα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν .59, όπως προκύπτει από το γινόμενο (.69)(.86), και ήταν στατιστικά σημαντική ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι η εργαζόμενη μνήμη λειτουργεί ως σημαντικός διαμεσολαβών παράγοντας, ο οποίος “μεταφέρει” ένα σημαντικό μέρος από την επίδραση που δέχεται από την ηλικία στη γενική νοημοσύνη. Με άλλα λόγια, η ηλικία έχει μια σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη (.69) και ένα σημαντικό μέρος (.86) από αυτήν την επίδραση μεταφέρεται στη γενική ευφυΐα. Αντίθετα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας ήταν μόνο -.07, όπως προκύπτει από το γινόμενο (-.79)(.09), και δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Παρομοίως, η έμμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική ευφυΐα μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας ήταν μόνο -.10, όπως προκύπτει από το γινόμενο (-.58)(.17), και πάλι δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική επίδραση (άθροισμα της άμεσης επίδρασης και των έμμεσων επιδράσεων) της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη ήταν .78 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ένα μεγάλο μέρος από τη συνολική επίδραση που έχει η ηλικία στη γενική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από σχετιζόμενες με την ηλικία (age-related) αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Με πιο απλά λόγια, ένα μεγάλο μέρος των αναπτυξιακών αλλαγών στη γενική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη. Τα αποτελέσματα, επίσης, δείχνουν ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές στη γενική νοημοσύνη δε διαμεσολαβούνται ούτε από αναπτυξιακές

αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας ούτε από αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, τα σφάλματα των ενδογενών παραγόντων της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης συσχετίζονταν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$). Η τυποποιημένη (standardized) εκτίμηση μιας συσχέτισης μεταξύ δύο σφαλμάτων είναι απλά η μερική συσχέτιση (partial correlation) μεταξύ των αντίστοιχων ενδογενών παραγόντων, αφού ελεγχθεί (controlling for) το κοινό τους αίτιο (Kline, 1998). Η ύπαρξη στο μοντέλο αυτής της συσχέτισης μεταξύ των σφαλμάτων των τριών παραμέτρων αναπαριστούσε την υπόθεση ότι οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος εξακολουθούν να συσχετίζονται μεταξύ τους μετά την αφαίρεση από την καθεμιά της διακύμανσης που εξηγούνταν από την ηλικία. Έτσι, μετά την αφαίρεση από την ταχύτητα και από τον έλεγχο επεξεργασίας της διακύμανσης που εξηγούσε η ηλικία, οι δύο αυτές παράμετροι παρουσίαζαν μία συσχέτιση $.52$ ($p < .01$) μεταξύ τους. Με τον ίδιο τρόπο, όταν η διακύμανση που εξηγούνταν από την ηλικία αφαιρούνταν από την ταχύτητα και από την εργαζόμενη μνήμη, οι δύο αυτές παράμετροι είχαν συσχέτιση $-.41$ ($p < .01$) μεταξύ τους. Τέλος, η εργαζόμενη μνήμη και ο έλεγχος επεξεργασίας παρουσίαζαν μεταξύ τους μία συσχέτιση $-.56$ ($p < .01$) μετά την αφαίρεση από την καθεμιά της διακύμανσης που εξηγούνταν από την ηλικία.

Στην επόμενη υποενότητα παρουσιάζονται τα μοντέλα δομικών εξισώσεων που αφορούν στην πρόβλεψη της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης.

4.3.2 Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του αναπτυσσόμενου γνωστικού συστήματος με τις αναπτυσσόμενες λεκτική και πρακτική ευφυΐα

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η σύγκριση των τεσσάρων εναλλακτικών εμφωλευμένων ΜΔΕ κατέδειξε ότι το ΜΔΕ 3 παρουσίαζε σε σημαντικό βαθμό καλύτερη προσαρμογή από τα υπόλοιπα (ΜΔΕ 1, ΜΔΕ 2 και ΜΔΕ 4). Ως εκ τούτου κρατήθηκε το ΜΔΕ 3, το οποίο και παρουσιάστηκε στην αμέσως προηγούμενη υποενότητα. Το ΜΔΕ 3, όπως και τα υπόλοιπα τρία εναλλακτικά εμφωλευμένα ΜΔΕ, αφορούσε στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής νοημοσύνης. Σε επόμενο βήμα εξετάστηκε το ΜΔΕ 3 ξεχωριστά για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη. Το ΜΔΕ 5 αφορά στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής

νοημοσύνης και το ΜΔΕ 6 αφορά στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης. Τα ΜΔΕ που εξετάστηκαν για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Η προσαρμογή του ΜΔΕ 5, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3, ήταν πολύ καλή, $\chi^2(95) = 94.25$, $p = .502$, CFI = 1.000, NNFI = 1.001, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .042) και SRMR = .040. Το ΜΔΕ 5 παρουσιάζεται στο Σχήμα 10. Όλες οι παραγοντικές φορτίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < .01$) εκτός από αυτές που δεν ελέγχθηκαν για στατιστική σημαντικότητα, επειδή είχαν εξισωθεί με τη μονάδα προκειμένου να δοθεί κλίμακα μέτρησης στον κάθε παράγοντα. Οι φορτίσεις των δύο μεταβλητών που φόρτωναν στον παράγοντα της λεκτικής νοημοσύνης ήταν .97 και .91. Οι φορτίσεις των μεταβλητών που φόρτωναν στους παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 10, ήταν σε γενικές γραμμές οι ίδιες με τις παραγοντικές φορτίσεις που είχαν αυτές οι μεταβλητές στο ΜΔΕ 3 που παρουσιάστηκε πιο πριν.

Τα αποτελέσματα για την πρόβλεψη της λεκτικής ευφυΐας έδειξαν ότι από κοινού η ηλικία και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη) προέβλεπαν/ερμήνευαν το 87% της διακύμανσης της αναπτυσσόμενης λεκτικής ευφυΐας, όπως αυτή μετρείται μέσω του τεστ WASI, και μόνο το 13% έμενε ως υπολειπόμενη διακύμανση.

Όσον αφορά στην πρόβλεψη της λεκτικής νοημοσύνης ξεχωριστά από την καθεμία από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, αφού ελέγχονταν οι υπόλοιπες πηγές πρόβλεψης της λεκτικής νοημοσύνης που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 5, μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τη λεκτική ευφυΐα. Το ίδιο αποτέλεσμα είχε προκύψει, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, και στο ΜΔΕ 3, το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη της γενικής ευφυΐας. Συγκεκριμένα στο ΜΔΕ 5 αφού ελέγχθηκαν (controlling for) η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής (path coefficient) για την άμεση επίδραση (direct effect) της εργαζόμενης μνήμης στη λεκτική ευφυΐα ήταν .84 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι, αφού κρατήθηκαν σταθερές οι άλλες δύο παράμετροι και η ηλικία, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της λεκτικής ευφυΐας. Αντίθετα, αφού ελέγχθηκαν ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη λεκτική ευφυΐα ήταν .11 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Παρομοίως, αφού κρατήθηκαν

σταθερές η ταχύτητα επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στη λεκτική ευφυΐα ήταν .20 και, επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$).

Πίνακας 3

Δείκτες προσαρμογής των ΜΔΕ για την αναπτυσσόμενη λεκτική και πρακτική ευφυΐα

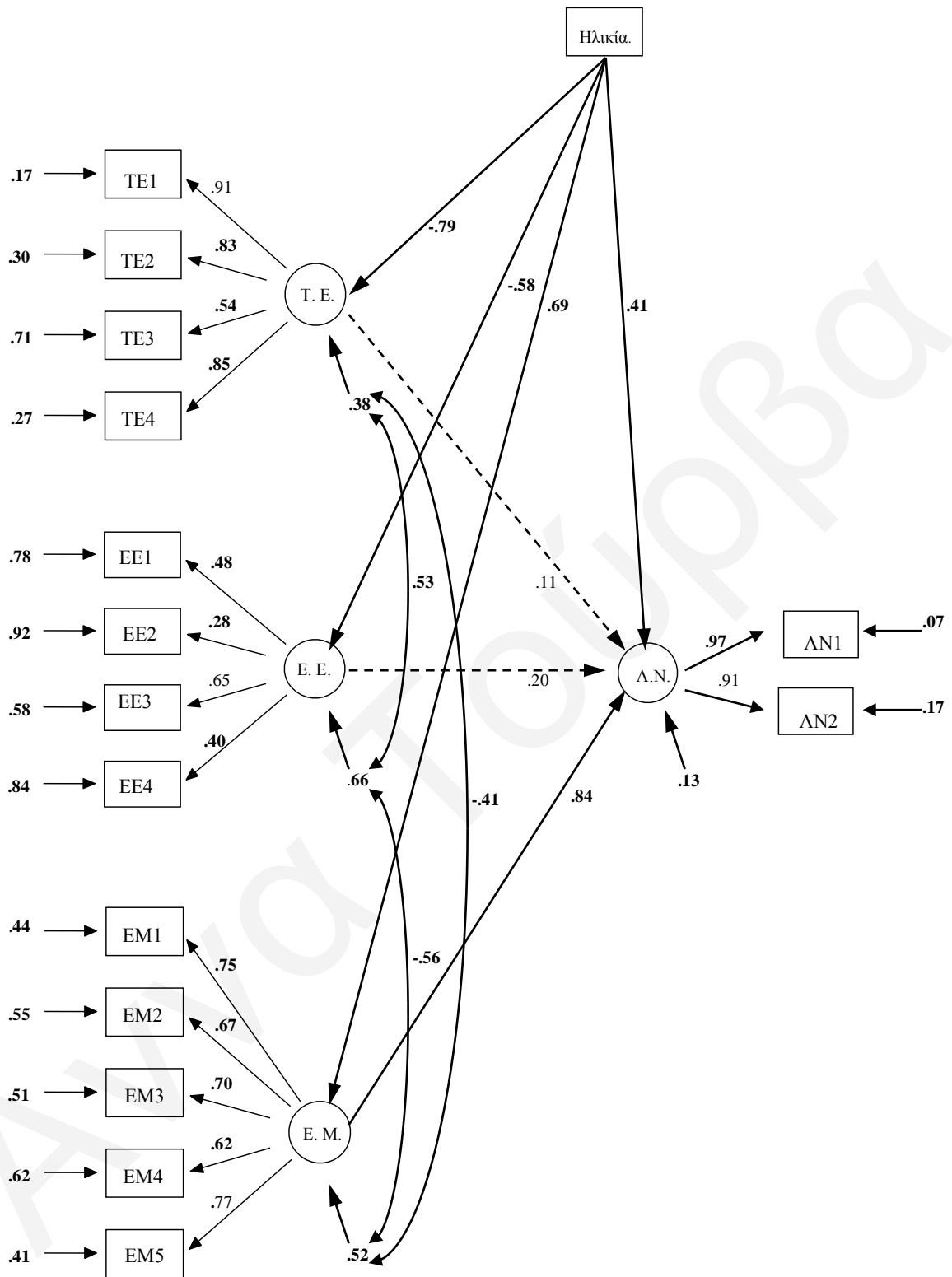
ΜΔΕ	χ^2	df	p	$\Delta\chi^2$	Δdf	CFI	NNFI	RMSEA	SRMR
ΜΔΕ 5-ΑΝ	94.25	95	.502	—	—	1.000	1.001	.000	.040
ΜΔΕ 7-ΑΝ	94.25	95	.502	—	—	1.000	1.001	.000	.040
ΜΔΕ 9-ΑΝ	102.55	99	.383	8.30	4	.997	.997	.015	.043
ΜΔΕ 6-ΠΝ	88.01	95	.681	—	—	1.000	1.008	.000	.039
ΜΔΕ 8-ΠΝ	88.01	95	.681	—	—	1.000	1.008	.000	.039
ΜΔΕ 10-ΠΝ	92.69	100	.685	4.68	5	1.000	1.008	.000	.040

Σημείωση: ΜΔΕ 5-ΑΝ: Μοντέλο δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης, ΜΔΕ 7-ΑΝ = Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη, ΜΔΕ 9-ΑΝ = Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη, ΜΔΕ 6-ΠΝ: Μοντέλο δομικών εξισώσεων για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης, ΜΔΕ 8-ΠΝ = Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη, ΜΔΕ 10-ΠΝ = Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη.

Η ηλικία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 10, προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο και τους τέσσερις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 5, δηλαδή καθεμιά από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος και τη λεκτική ευφυΐα. Πιο συγκεκριμένα, οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη ήταν -.79, -.58 και .69, αντίστοιχα, και ήταν όλοι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$). Με άλλα λόγια, η ηλικία

προέβλεπε/ερμήνευε το 62% της διακύμανσης της ταχύτητας επεξεργασίας, το 34% της διακύμανσης του ελέγχου επεξεργασίας και το 48% της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Αυτά τα ευρήματα είναι, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο, ακριβώς τα ίδια με αυτά που είχαν προκύψει και στο ΜΔΕ 3. Όσον αφορά στην πρόβλεψη της λεκτικής νοημοσύνης από την ηλικία ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη ήταν .41 και ήταν, επίσης, στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι, αφού ελέγχθηκαν/κρατήθηκαν σταθερές οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, η ηλικία προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της αναπτυσσόμενης λεκτικής ευφυΐας. Το ίδιο αποτέλεσμα είχε βρεθεί και αναφορικά με την πρόβλεψη της γενικής ευφυΐας από την ηλικία στο ΜΔΕ 3.

Η ηλικία, εκτός από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που είχε στη λεκτική νοημοσύνη, παρουσίαζε και στατιστικά σημαντική συνολική έμμεση επίδραση στη λεκτική νοημοσύνη μέσα από τους διαμεσολαβούντες παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική έμμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη ήταν .37 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Ωστόσο, η επιμέρους ανάλυση αυτής της συνολικής έμμεσης επίδρασης έδειξε ότι μόνο μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν στατιστικά σημαντική η έμμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη. Συγκεκριμένα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν .58, όπως προκύπτει από το γινόμενο $(.69)(.84)$, και ήταν στατιστικά σημαντική ($p < .01$). Επομένως, η εργαζόμενη μνήμη λειτουργεί ως σημαντικός διαμεσολαβών παράγοντας, ο οποίος “μεταφέρει” ένα σημαντικό μέρος της επίδρασης που δέχεται από την ηλικία στη λεκτική νοημοσύνη. Αντίθετα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας ήταν μόνο -.09, όπως προκύπτει από το γινόμενο $(-.79)(.11)$, και δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Παρομοίως, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στη λεκτική ευφυΐα μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας ήταν μόνο -.12, όπως προκύπτει από το γινόμενο $(-.58)(.20)$, και επίσης δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική επίδραση (άθροισμα της άμεσης επίδρασης και των έμμεσων επιδράσεων) της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη ήταν .78 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$).



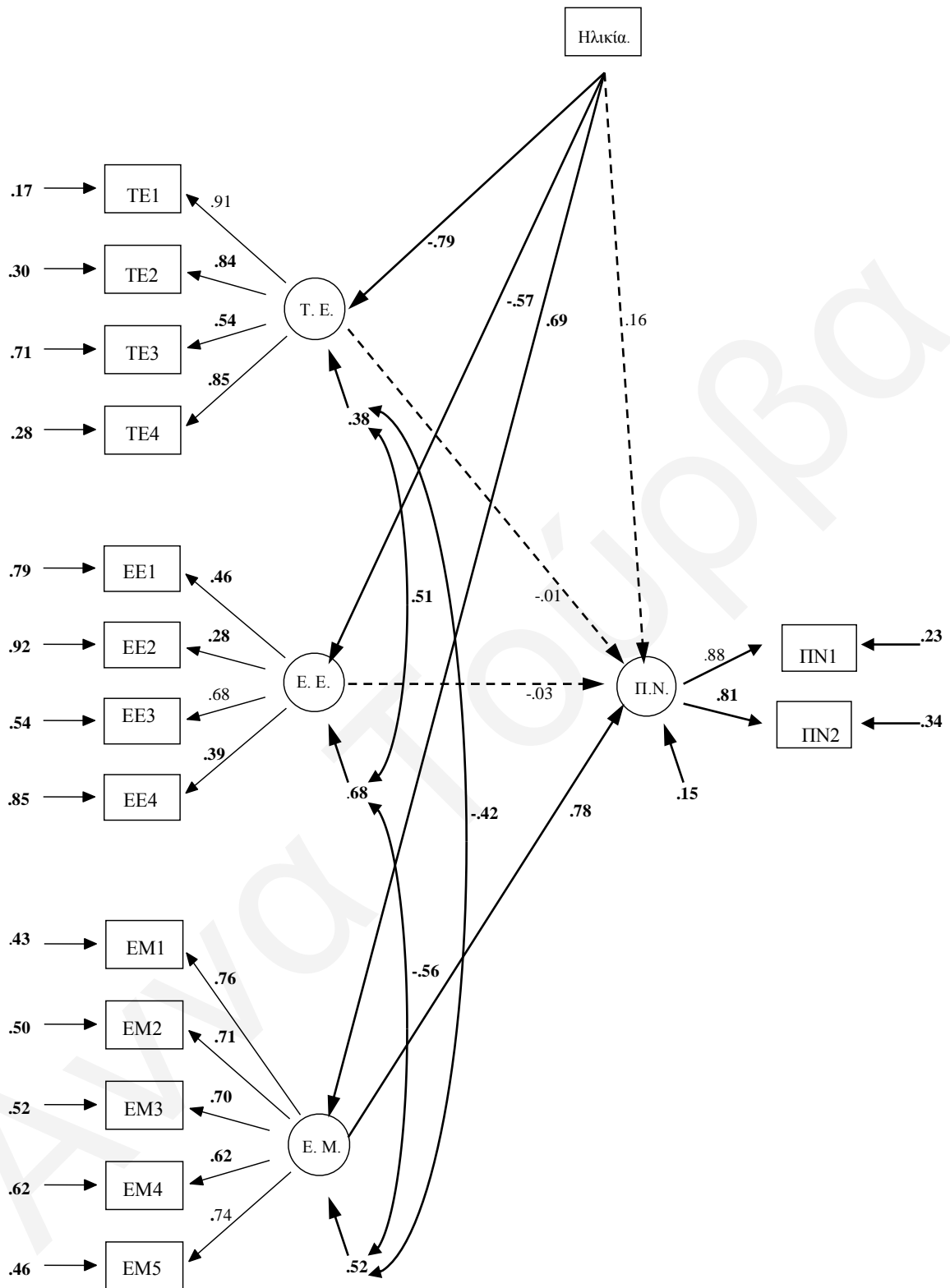
Σχήμα 10. Το ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης. Για τους συντελεστές, τη στατιστική σημαντικότητα και τα ονόματα των μεταβλητών και των παραγόντων ισχύει ό,τι έχει αναφερθεί για το Σχήμα 9. Σημείωση: Λ.Ν.= λεκτική νοημοσύνη.

Τα ευρήματα για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη είναι τα ίδια με τα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί πιο πάνω για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι ένα μεγάλο μέρος των σχετικών με την ηλικία αυξήσεων στη λεκτική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις στην εργαζόμενη μνήμη. Με άλλα λόγια, ένα μεγάλο μέρος των αναπτυξιακών αλλαγών στη λεκτική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη. Οι αναπτυξιακές αλλαγές στη λεκτική νοημοσύνη δε διαμεσολαβούνται ούτε από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας ούτε από αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 10, τα σφάλματα των ενδογενών παραγόντων της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης συσχετίζονταν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$). Το εύρημα αυτό, όπως ήταν λογικά αναμενόμενο, είναι το ίδιο με αυτό που είχε βρεθεί και στο ΜΔΕ 3, το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη της γενικής νοημοσύνης. Η ύπαρξη στο μοντέλο αυτής της συσχέτισης μεταξύ των σφαλμάτων των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος αναπαριστούσε, όπως λέχθηκε και πιο πάνω, την υπόθεση ότι οι τρεις παράμετροι εξακολουθούν να συσχετίζονται μεταξύ τους μετά την αφαίρεση από την καθεμιά της διακύμανσης που εξηγούσε η ηλικία.

Αναφορικά με την πρόβλεψη της πρακτικής νοημοσύνης η προσαρμογή του ΜΔΕ 6, όπως δείχνει και ο Πίνακας 3, ήταν πολύ καλή, $\chi^2(95) = 88.01$, $p = .681$, CFI = 1.000, NNFI = 1.008, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .035) και SRMR = .039. Το ΜΔΕ 6 παρουσιάζεται στο Σχήμα 11. Και σ' αυτό το μοντέλο όλες οι παραγοντικές φορτίσεις ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < .01$) εκτός από αυτές που δεν ελέγχθηκαν για στατιστική σημαντικότητα. Οι φορτίσεις των δύο μεταβλητών που φόρτωναν στον παράγοντα της πρακτικής νοημοσύνης ήταν .88 και .81. Οι φορτίσεις των μεταβλητών που φόρτωναν στους παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης, όπως αναμενόταν, ήταν σε γενικές γραμμές οι ίδιες με τις παραγοντικές φορτίσεις που είχαν αυτές οι μεταβλητές στα ΜΔΕ 3 και ΜΔΕ 5 που παρουσιάστηκαν πιο πριν.

Τα αποτελέσματα για την πρόβλεψη της πρακτικής νοημοσύνης έδειξαν ότι από κοινού η ηλικία και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη) προέβλεπαν/ερμήνευαν το 85% της διακύμανσης της αναπτυσσόμενης πρακτικής ευφυΐας, όπως αυτή μετρείται μέσω του τεστ WASI, και μόνο το 15% έμενε ως υπολειπόμενη διακύμανση.



Σχήμα 11. Το ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης. Για τους συντελεστές, τη στατιστική σημαντικότητα και τα ονόματα των μεταβλητών και των παραγόντων ισχύει ό,τι έχει αναφερθεί για το Σχήμα 9. Σημείωση: Π.Ν.= πρακτική νοημοσύνη.

Όσον αφορά στην πρόβλεψη της πρακτικής νοημοσύνης ξεχωριστά από την καθεμιά από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, αφού ελέγχονταν οι υπόλοιπες πηγές πρόβλεψης της πρακτικής νοημοσύνης που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 6, μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο την πρακτική ευφυΐα. Το ίδιο αποτέλεσμα είχε βρεθεί, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, τόσο στο ΜΔΕ 3 το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη της γενικής ευφυΐας όσο και στο ΜΔΕ 5 το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη της λεκτικής ευφυΐας. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 11, αφού ελέγχθηκαν (controlling for) η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής (path coefficient) για την άμεση επίδραση (direct effect) της εργαζόμενης μνήμης στην πρακτική ευφυΐα ήταν .78 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι, αφού κρατήθηκαν σταθερές οι άλλες δύο παράμετροι και η ηλικία, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της πρακτικής ευφυΐας. Αντίθετα, αφού ελέγχθηκαν ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στην πρακτική ευφυΐα ήταν μόνο -.01 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Κατά τον ίδιο τρόπο, αφού κρατήθηκαν σταθερές η ταχύτητα επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στην πρακτική ευφυΐα ήταν μόνο -.03 και, επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$).

Η ηλικία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11, προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μόνο τους τρεις από τους τέσσερις ενδογενείς λανθάνοντες παράγοντες που περιλαμβάνονταν στο ΜΔΕ 6. Συγκεκριμένα, προέβλεπε στατιστικώς σημαντικά ($p < .01$) καθεμιά από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, αλλά δεν προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο την πρακτική ευφυΐα. Αυτό το εύρημα διαφέρει από τα αντίστοιχα ευρήματα για την πρόβλεψη τόσο της γενικής όσο και της λεκτικής ευφυΐας από την ηλικία. Συγκεκριμένα, στο ΜΔΕ 3 για την πρόβλεψη της γενικής νοημοσύνης ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη ήταν .36 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Παρομοίως, στο ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της λεκτικής ευφυΐας ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική ευφυΐα ήταν .41 και ήταν, επίσης, στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αντίθετα, στο ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της πρακτικής νοημοσύνης ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη ήταν μόνο .16 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Αυτό σημαίνει ότι, αφού ελέγχθηκαν/κρατήθηκαν σταθερές όλες οι άλλες πηγές πρόβλεψης της πρακτικής νοημοσύνης που περιλαμβάνονταν στο μοντέλο, δηλαδή οι τρεις παράμετροι του γνωστικού

συστήματος, η ηλικία δεν προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο την πρακτική νοημοσύνη. Όσον αφορά στην πρόβλεψη καθεμιάς από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος από την ηλικία προέκυψαν, όπως ήταν λογικά αναμενόμενο, τα ίδια αποτελέσματα με αυτά που είχαν προκύψει και στα ΜΔΕ 3 και ΜΔΕ 5.

Η ηλικία, παρόλο που δεν είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην πρακτική νοημοσύνη, όπως καταδεικνύεται από τον μη στατιστικά σημαντικό συντελεστή διαδρομής, παρουσίαζε στατιστικά σημαντική συνολική έμμεση επίδραση στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τους διαμεσολαβούντες παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική έμμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη ήταν .56 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Ωστόσο, η επιμέρους ανάλυση αυτής της συνολικής έμμεσης επίδρασης έδειξε ότι μόνο μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν στατιστικά σημαντική η έμμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη. Συγκεκριμένα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης ήταν .54, όπως προκύπτει από το γινόμενο (.69)(.78), και ήταν στατιστικά σημαντική ($p < .01$). Επομένως, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εργαζόμενη μνήμη λειτουργεί ως σημαντικός διαμεσολαβών παράγοντας, ο οποίος “μεταφέρει” ένα σημαντικό μέρος της επίδρασης που δέχεται από την ηλικία στην πρακτική νοημοσύνη. Αντίθετα, η τιμή της έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας ήταν μόνο .01, όπως προκύπτει από το γινόμενο (-.79)(-.01), και δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Επίσης, η έμμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική ευφυΐα μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας ήταν μόνο .02, δηλαδή το γινόμενο (-.57)(-.03), και πάλι δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > .05$). Ο συντελεστής διαδρομής για τη συνολική επίδραση (άθροισμα της άμεσης επίδρασης και των έμμεσων επιδράσεων) της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη ήταν .72 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Συμπερασματικά, το εύρημα της στατιστικά σημαντικής έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη σε συνδυασμό με το εύρημα της μη στατιστικά σημαντικής άμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη δείχνει ότι οι σχετιζόμενες με την ηλικία αυξήσεις που πραγματοποιούνται στην πρακτική νοημοσύνη διαμεσολαβούνται στην πλειοψηφία τους από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη.

Και στο ΜΔΕ 6 τα σφάλματα των ενδογενών παραγόντων της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης συσχετίζονταν μεταξύ τους σε

στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$). Τα αποτελέσματα αυτά για τη σχέση μεταξύ των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος μετά την αφαίρεση από την καθεμιά της διακύμανσης που εξηγούσε η ηλικία είναι τα ίδια, όπως και ήταν λογικά αναμενόμενο, με αυτά που έχουν βρεθεί πιο πάνω στο ΜΔΕ 3 και στο ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της γενικής και της λεκτικής νοημοσύνης, αντίστοιχα.

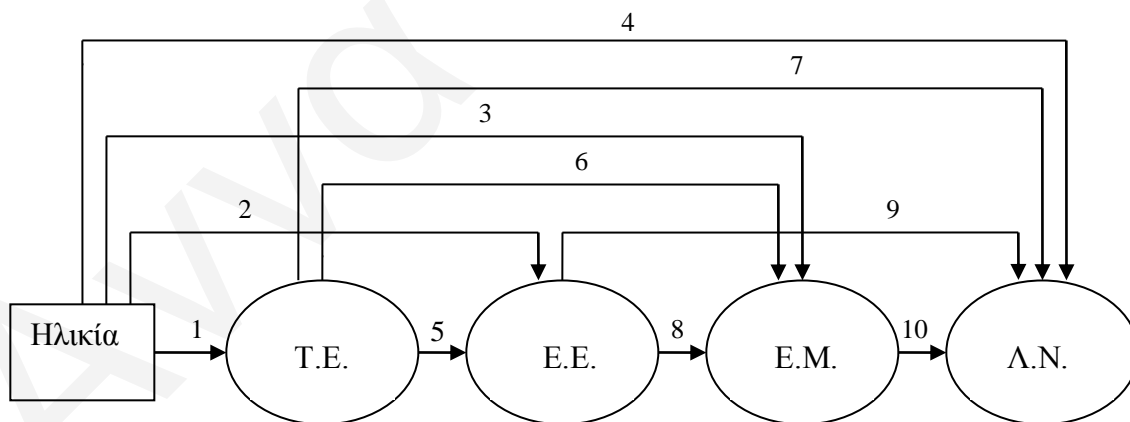
Συνοψίζοντας, από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τόσο τη λεκτική όσο και την πρακτική νοημοσύνη. Η ταχύτητα επεξεργασίας και ο έλεγχος επεξεργασίας δεν είχαν σημαντική συνεισφορά ούτε στην πρόβλεψη της λεκτικής ούτε στην πρόβλεψη της πρακτικής νοημοσύνης. Ανάμεσα στο ΜΔΕ 5 για τη λεκτική ευφυΐα και το ΜΔΕ 6 για την πρακτική ευφυΐα υπάρχει μια σημαντική διαφορά, η οποία αφορά στη συνεισφορά που έχει η ηλικία στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής και στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης. Αναφορικά με τη λεκτική νοημοσύνη η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική τόσο άμεση όσο και έμμεση επίδραση, ενώ όσον αφορά στην πρακτική νοημοσύνη η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική μόνο έμμεση επίδραση. Τόσο για τη λεκτική όσο και για την πρακτική νοημοσύνη η έμμεση επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική μόνο μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης. Ως εκ τούτου οι αναπτυξιακές αλλαγές τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη διαμεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη. Δε διαμεσολαβούνται ούτε από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας ούτε από αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας.

Στην επόμενη υποενότητα παρουσιάζονται τα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τον έλεγχο της υπόθεσης που αφορά στην ύπαρξη μίας αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά.

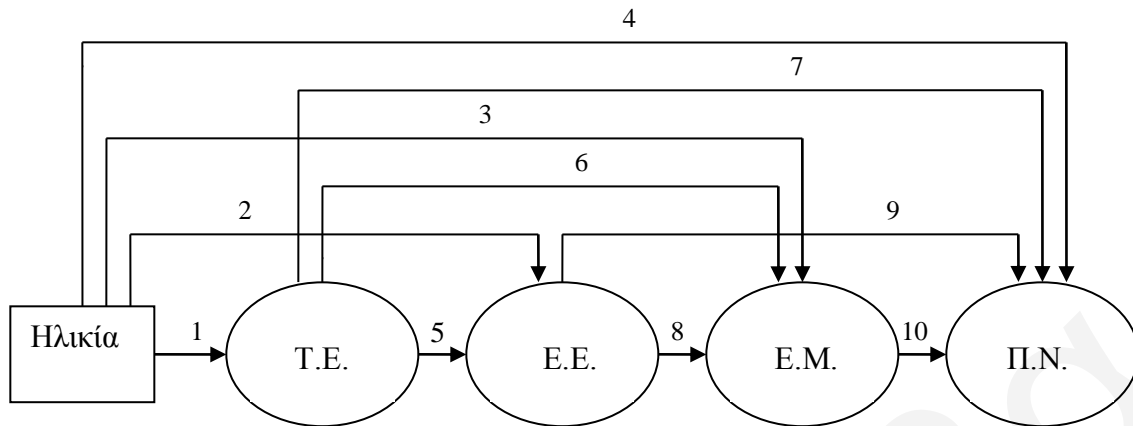
4.3.3 Μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική ευφυΐα

Εξετάστηκαν τέσσερα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής (developmental cascade models) (ΜΔΕ 7, 8, 9 και 10) για τη διερεύνηση του κατά πόσο υπάρχει μία αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά (λεκτική και πρακτική νοημοσύνη). Η υπόθεση που διατυπώθηκε και ελέγχθηκε αναπαρίσταται στα υποθετικά

(θεωρητικά) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας στα Σχήματα 1 και 2 για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα. Προκειμένου να ελεγχθεί αυτή η υπόθεση εξετάστηκε σε πρώτο βήμα το πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής (full cascade model) για κάθε τύπο νοημοσύνης ξεχωριστά (ΜΔΕ 7 για τη λεκτική νοημοσύνη και ΜΔΕ 8 για την πρακτική νοημοσύνη). Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής θεωρείται αυτό που περιλαμβάνει όλες τις πιθανές άμεσες διαδρομές (direct paths). Όπως φαίνεται στα Σχήματα 12 και 13 για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα, υπάρχουν συνολικά δέκα πιθανές άμεσες διαδρομές αναφορικά με τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και κάθε τύπο νοημοσύνης. Συγκεκριμένα, όπως δείχνει το Σχήμα 12 για τη λεκτική νοημοσύνη, η ηλικία προβλέπει την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομές 1, 2, 3 και 4, αντίστοιχα), η ταχύτητα επεξεργασίας προβλέπει τον έλεγχο επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομές 5, 6 και 7, αντίστοιχα), ο έλεγχος επεξεργασίας προβλέπει την εργαζόμενη μνήμη και τη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομές 8 και 9, αντίστοιχα) και η εργαζόμενη μνήμη προβλέπει τη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομή 10). Οι ίδιες ακριβώς διαδρομές υπάρχουν και στο πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη.



Σχήμα 12. Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 7) με όλες τις πιθανές άμεσες διαδρομές. T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Λ.Ν. = λεκτική νοημοσύνη.



Σχήμα 13. Πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8) με όλες τις πιθανές άμεσες διαδρομές. T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Π.N. = πρακτική νοημοσύνη.

Η προσαρμογή του πλήρους μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 7), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3, ήταν πολύ καλή, $\chi^2(95) = 94.25$, $p = .502$, CFI = 1.000, NNFI = 1.001, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .042) και SRMR = .040. Ωστόσο, τέσσερις από τις δέκα άμεσες διαδρομές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($p > .05$). Συγκεκριμένα, οι άμεσες διαδρομές από την ηλικία στον έλεγχο επεξεργασίας (διαδρομή 2), από την ταχύτητα επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη (διαδρομή 6), από την ταχύτητα επεξεργασίας στη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομή 7) και από τον έλεγχο επεξεργασίας στη λεκτική νοημοσύνη (διαδρομή 9) δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Ακολούθως, αφαιρέθηκαν αυτές οι διαδρομές και εξετάστηκε ένα περιορισμένο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9), στο οποίο περιλαμβάνονταν μόνο οι στατιστικά σημαντικές άμεσες διαδρομές ($p < .01$). Η προσαρμογή του ΜΔΕ 9, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3, ήταν επίσης, πολύ καλή, $\chi^2(99) = 102.55$, $p = .383$, CFI = .997, NNFI = .997, RMSEA = .015, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .045) και SRMR = .043.

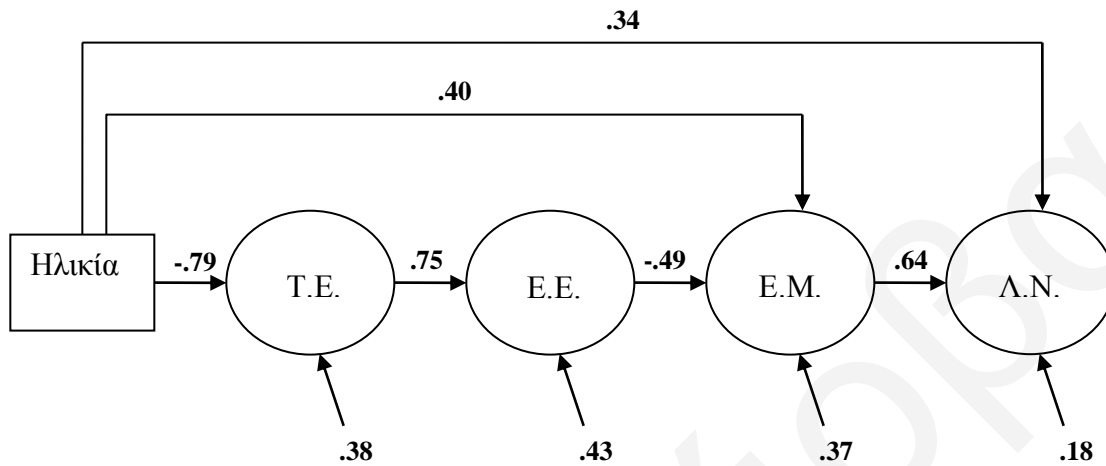
Η άμεση σύγκριση του περιορισμένου μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9) με το πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 7), μέσω του τεστ της διαφοράς του χ^2 (χ^2 difference test), έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ των τιμών του χ^2 δεν ήταν στατιστικά σημαντική, $\Delta\chi^2(4) = 8.30$, $p > .05$. Αυτό σημαίνει ότι η προσαρμογή του μοντέλου δε χειροτέρεψε, όταν αφαιρέθηκαν όλες οι μη στατιστικά σημαντικές διαδρομές. Επομένως, κρατήθηκε το περιορισμένο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη, δηλαδή το ΜΔΕ 9, το οποίο προσαρμόζεται στα

δεδομένα εξίσου καλά όπως και το πλήρες. Αυτό το περιορισμένο μοντέλο είναι το τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και στη λεκτική νοημοσύνη και παρουσιάζεται στο Σχήμα 14.

Σύμφωνα με το τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην ταχύτητα επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και στη λεκτική νοημοσύνη. Οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και στη λεκτική νοημοσύνη ήταν $-.79$, $.40$ και $.34$, αντίστοιχα, και ήταν όλοι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$). Επιπρόσθετα, η ηλικία πέρα από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που είχε στην εργαζόμενη μνήμη και στη λεκτική νοημοσύνη είχε και στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση σ' αυτές. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας ήταν $.29$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Ο συντελεστής για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης ήταν $.44$ και ήταν, επίσης, στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Όσον αφορά στον έλεγχο επεξεργασίας η ηλικία δεν είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση πάνω σ' αυτόν, γι' αυτό και, όπως αναφέρθηκε, αφαιρέθηκε αυτή η διαδρομή από το μοντέλο. Είχε, όμως, στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση σ' αυτόν ($-.60$) μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας.

Όσον αφορά στις στατιστικά σημαντικές άμεσες επιδράσεις μεταξύ των παραγόντων τα αποτελέσματα είναι συνοπτικά τα εξής: Ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στον έλεγχο επεξεργασίας ήταν $.75$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Δηλαδή με άλλα λόγια, η ταχύτητα επεξεργασίας προέβλεπε το 57% της διακύμανσης του ελέγχου επεξεργασίας. Ο έλεγχος επεξεργασίας και η ηλικία ερμήνευαν από κοινού το 63% της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Αφού ελέγχθηκε η ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη ήταν $-.49$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$), πράγμα που σημαίνει ότι ο έλεγχος επεξεργασίας προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Τέλος, η εργαζόμενη μνήμη και η ηλικία ερμήνευαν από κοινού το 82% της διακύμανσης της λεκτικής ευφυΐας. Με ελεγχόμενη την ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη λεκτική ευφυΐα ήταν $.64$ και ήταν

στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Επομένως, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της λεκτικής ευφυΐας.



Σχήμα 14. Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9). T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Λ.N. = λεκτική νοημοσύνη. Για σκοπούς απλούστευσης οι μεταβλητές που ορίζουν τους λανθάνοντες παράγοντες δε συμπεριλήφθηκαν στο σχήμα. Οι παραγοντικές φορτίσεις παραμένουν σε γενικές γραμμές οι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν πιο πάνω στο Σχήμα 10. Όλοι οι συντελεστές (coefficients) προέρχονται από το standardized solution και είναι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$).

Όσον αφορά στις έμμεσες επιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, η ταχύτητα επεξεργασίας είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη ($-.37$) μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας και, επίσης, είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στη λεκτική νοημοσύνη ($-.23$) μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Όσον αφορά στον έλεγχο επεξεργασίας αυτός είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στη λεκτική νοημοσύνη ($-.31$) μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης.

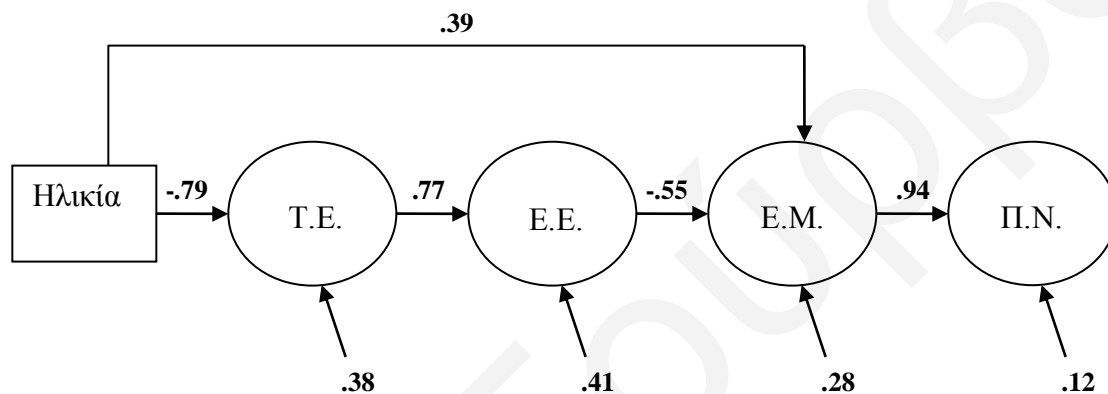
Η προσαρμογή του πλήρους μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8), όπως δείχνει ο Πίνακας 3, ήταν πολύ καλή, $\chi^2(95) = 88.01$, $p = .681$, CFI = 1.000, NNFI = 1.008, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .035) και SRMR = .039. Όμως, από τις δέκα άμεσες διαδρομές οι πέντε δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($p > .05$). Μη στατιστικά σημαντικές άμεσες διαδρομές ήταν οι εξής: από την ηλικία στον έλεγχο επεξεργασίας (διαδρομή 2), από την ηλικία στην πρακτική

νοημοσύνη (διαδρομή 4), από την ταχύτητα επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη (διαδρομή 6), από την ταχύτητα επεξεργασίας στην πρακτική νοημοσύνη (διαδρομή 7) και από τον έλεγχο επεξεργασίας στην πρακτική νοημοσύνη (διαδρομή 9). Στη συνέχεια αφαιρέθηκαν αυτές οι διαδρομές και τέθηκε υπό εξέταση ένα περιορισμένο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10), το οποίο περιλάμβανε μόνο τις στατιστικά σημαντικές άμεσες διαδρομές ($p < .01$). Η προσαρμογή του ΜΔΕ 10, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, ήταν επίσης πολύ καλή, $\chi^2 (100) = 92.69$, $p = .685$, CFI = 1.000, NNFI = 1.008, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .034) και SRMR = .040.

Η απευθείας σύγκριση του περιορισμένου μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10) με το πλήρες μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8), μέσω του τεστ της διαφοράς του χ^2 , έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ των τιμών του χ^2 δεν ήταν στατιστικά σημαντική, $\Delta\chi^2 (5) = 4.68$, $p > .05$. Επομένως, η προσαρμογή του μοντέλου δε χειροτέρευσε με την αφαίρεση όλων των μη στατιστικά σημαντικών διαδρομών. Ως εκ τούτου και για την πρακτική νοημοσύνη κρατήθηκε το περιορισμένο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής (ΜΔΕ 10), το οποίο προσαρμόζεται εξίσου καλά στα δεδομένα όπως και το πλήρες. Αυτό το περιορισμένο μοντέλο είναι το τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τις σχέσεις που υπάρχουν ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και στην πρακτική νοημοσύνη. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζεται στο Σχήμα 15.

Μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στα τελικά μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη (βλέπε Σχήματα 14 και 15, αντίστοιχα) είναι ότι η ηλικία δεν είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην πρακτική νοημοσύνη, ενώ αντίθετα είχε στη λεκτική νοημοσύνη. Αυτή η διαφορά είναι συνεπής με την αντίστοιχη διαφορά που βρέθηκε πιο πάνω στα ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 (Σχήματα 10 και 11, αντίστοιχα). Όπως φαίνεται στο Σχήμα 15, η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση μόνο στην ταχύτητα επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη. Οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη ήταν $-.79$ και $.39$, αντίστοιχα, και ήταν και οι δύο στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$). Η ηλικία, πέρα από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που είχε στην εργαζόμενη μνήμη, είχε και στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση σ' αυτήν. Ο συντελεστής για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας ήταν $.34$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Όσον αφορά στον έλεγχο

επεξεργασίας και την πρακτική νοημοσύνη η ηλικία είχε στατιστικά σημαντική μόνο έμμεση επίδραση σ' αυτούς. Ο συντελεστής για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στον έλεγχο επεξεργασίας μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας ήταν $-.60$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Ο συντελεστής για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης ήταν $.68$ και ήταν, επίσης, στατιστικά σημαντικός ($p < .01$).



Σχήμα 15. Τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10). T.E. = ταχύτητα επεξεργασίας, E.E. = έλεγχος επεξεργασίας, E.M. = εργαζόμενη μνήμη, Π.N. = πρακτική νοημοσύνη. Για σκοπούς απλούστευσης οι μεταβλητές που ορίζουν τους λανθάνοντες παράγοντες δε συμπεριλήφθηκαν στο σχήμα. Οι παραγοντικές φορτίσεις παραμένουν σε γενικές γραμμές οι ίδιες με αυτές που παρουσιάστηκαν πιο πάνω στο Σχήμα 11. Όλοι οι συντελεστές (coefficients) προέρχονται από το standardized solution και είναι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$).

Αναφορικά τώρα με τις στατιστικά σημαντικές άμεσες επιδράσεις μεταξύ των παραγόντων τα αποτελέσματα συνοψίζονται στα εξής: Ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στον έλεγχο επεξεργασίας ήταν $.77$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Με άλλα λόγια, η ταχύτητα επεξεργασίας ερμήνευε το 59% της διακύμανσης του ελέγχου επεξεργασίας. Ο έλεγχος επεξεργασίας και η ηλικία ερμήνευαν από κοινού το 72% της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Με ελεγχόμενη την ηλικία, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη ήταν $-.55$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι ο έλεγχος επεξεργασίας προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης της εργαζόμενης μνήμης. Τέλος, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στην

πρακτική ευφυΐα ήταν .94 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι η εργαζόμενη μνήμη ερμήνευε ένα ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό της διακύμανσης της πρακτικής ευφυΐας και συγκεκριμένα το 88%.

Όσον αφορά στις έμμεσες επιδράσεις μεταξύ των παραγόντων, η ταχύτητα επεξεργασίας είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη (-.42) μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας και επίσης είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στην πρακτική νοημοσύνη (-.40) μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Αναφορικά με τον έλεγχο επεξεργασίας αυτός είχε στατιστικά σημαντική ($p < .01$) έμμεση επίδραση στην πρακτική νοημοσύνη (-.52) μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης.

Σύμφωνα με τα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής που παρουσιάστηκαν πιο πάνω τόσο η ταχύτητα επεξεργασίας όσο και ο έλεγχος επεξεργασίας δεν είχαν στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση ούτε στη λεκτική ούτε στην πρακτική νοημοσύνη, γι' αυτό και άλλωστε αυτές οι άμεσες διαδρομές είχαν αφαιρεθεί από τα τελικά (περιορισμένα) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής. Αυτό το εύρημα ήταν αναμενόμενο με βάση τα ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 που είχαν εξεταστεί νωρίτερα. Ανάμεσα, όμως, στις επιπρόσθετες πληροφορίες που παρέχουν τα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής που εξετάστηκαν είναι το εύρημα ότι τόσο η ταχύτητα επεξεργασίας όσο και ο έλεγχος επεξεργασίας έχουν στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη.

Στην επόμενη υποενότητα παρουσιάζονται τα μοντέλα δομικών εξισώσεων που αφορούν στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική και στην πρακτική ευφυΐα.

4.3.4 Μοντέλα δομικών εξισώσεων για τη σχέση των παραμέτρων του γνωστικού συστήματος με τις ατομικές διαφορές στη λεκτική και στην πρακτική ευφυΐα

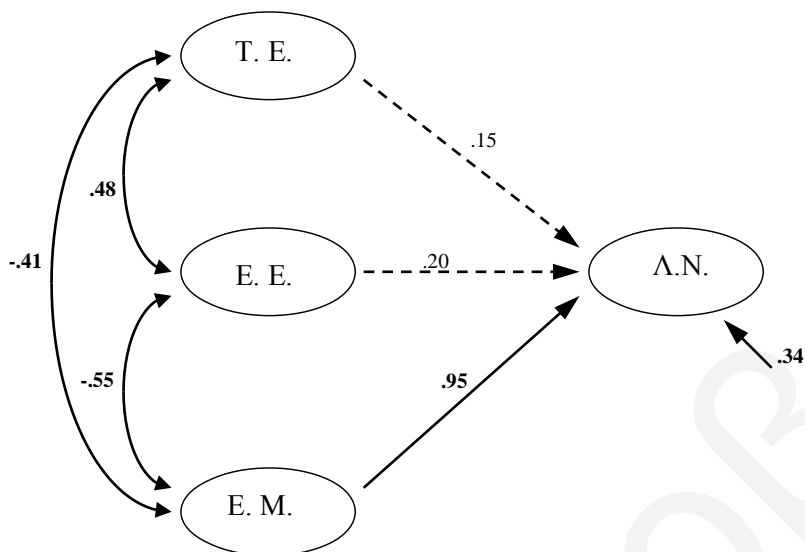
Σε επόμενο βήμα προκειμένου να εκτιμηθεί η συνεισφορά της κάθε παραμέτρου του γνωστικού συστήματος στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη, αφαιρέθηκε μέσω απλής γραμμικής παλινδρόμησης η επίδραση της ηλικίας από όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα ΜΔΕ που παρουσιάστηκαν πιο πάνω. Με τη χρήση του SPSS καθεμιά από τις μεταβλητές παλινδρομήθηκε (was regressed on) στη μεταβλητή της ηλικίας και αποθηκεύτηκαν τα

residuals. Τα residuals από την κάθε μεταβλητή χρησιμοποιήθηκαν στα δύο τελευταία ΜΔΕ που εξετάστηκαν, ένα ΜΔΕ για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 11) και ένα ΜΔΕ για την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 12). Σ' αυτά τα ΜΔΕ οι παράγοντες της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης είναι εξωγενείς λανθάνοντες παράγοντες, οι οποίοι συνδιακυμαίνονται μεταξύ τους και προβλέπουν τον ενδογενή λανθάνοντα παράγοντα της νοημοσύνης.

Η προσαρμογή του ΜΔΕ 11, το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική ευφυΐα, ήταν πολύ καλή, $\chi^2(84) = 85.14$, $p = .445$, CFI = .998, NNFI = .997, RMSEA = .009, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .045) και SRMR = .056. Το ΜΔΕ 11 απεικονίζεται στο Σχήμα 16. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, δηλαδή η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, ερμήνευαν από κοινού το 66% της διακύμανσης των ατομικών διαφορών στη λεκτική ευφυΐα.

Όσον αφορά στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική ευφυΐα ξεχωριστά από την καθεμία από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, ελεγχόμενων των άλλων δύο παραμέτρων, μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τις ατομικές διαφορές στη λεκτική ευφυΐα. Συγκεκριμένα, αφού ελέγχθηκαν η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη λεκτική ευφυΐα ήταν .95 και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Με άλλα λόγια, κρατημένων σταθερών των άλλων δύο παραμέτρων, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης των ατομικών διαφορών στη λεκτική ευφυΐα. Αντίθετα, αφού ελέγχθηκαν ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη λεκτική ευφυΐα ήταν .15 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Παρομοίως, αφού κρατήθηκαν σταθερές η ταχύτητα επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στη λεκτική ευφυΐα ήταν .20 και, επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$).

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι, όπως αναμενόταν, οι τρεις εξωγενείς λανθάνοντες παράγοντες παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους ($p < .01$). Η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας είχαν μεταξύ τους συσχέτιση .48, η ταχύτητα και η εργαζόμενη μνήμη παρουσίαζαν μεταξύ τους συσχέτιση -.41 και ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη είχαν συσχέτιση -.55 μεταξύ τους.

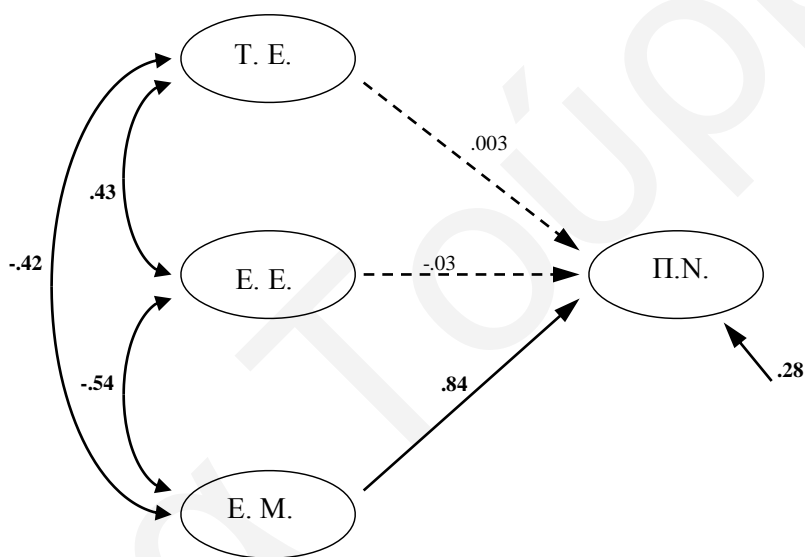


Σχήμα 16. Το ΜΔΕ 11 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική νοημοσύνη. Για σκοπούς απλούστευσης οι μεταβλητές που ορίζουν τους λανθάνοντες παράγοντες δε συμπεριλήφθηκαν στο σχήμα. Για τους συντελεστές, τη στατιστική σημαντικότητα και τα ονόματα των παραγόντων ισχύει ό,τι έχει αναφερθεί για το Σχήμα 10.

Η προσαρμογή του ΜΔΕ 12, το οποίο αφορούσε στην πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην πρακτική ευφυΐα, ήταν επίσης πολύ καλή, $\chi^2(84) = 73.55$, $p = .785$, CFI = 1.000, NNFI = 1.000, RMSEA = .000, (90% διαστήματα εμπιστοσύνης για το RMSEA = .000 - .031) και SRMR = .050. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας και εργαζόμενη μνήμη) προέβλεπαν από κοινού το 72% της διακύμανσης των ατομικών διαφορών στην πρακτική ευφυΐα.

Αναφορικά με την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην πρακτική ευφυΐα ξεχωριστά από την καθεμία από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, αφού ελέγχονταν οι άλλες δύο παράμετροι, μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τις ατομικές διαφορές στην πρακτική ευφυΐα. Πιο συγκεκριμένα, αφού ελέγχθηκαν η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στην πρακτική νοημοσύνη ήταν $.84$ και ήταν στατιστικά σημαντικός ($p < .01$). Αυτό σημαίνει ότι, κρατημένων σταθερών των άλλων δύο παραμέτρων, η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε ένα σημαντικό μέρος της διακύμανσης των ατομικών διαφορών στην πρακτική ευφυΐα. Αντίθετα, αφού ελέγχθηκαν ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση

επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στην πρακτική ευφυΐα ήταν μόνο .003 και δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Κατά τον ίδιο τρόπο, αφού κρατήθηκαν σταθερές η ταχύτητα επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας στην πρακτική νοημοσύνη ήταν μόνο -.03 και, επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντικός ($p > .05$). Το ΜΔΕ 12 παρουσιάζεται στο Σχήμα 17. Και σ' αυτό το μοντέλο οι τρεις εξωγενείς λανθάνοντες παράγοντες, δηλαδή η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη, συσχετίζονταν μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($p < .01$). Οι συσχετίσεις που παρουσίαζαν ήταν σε γενικές γραμμές οι ίδιες με αυτές που παρουσίαζαν στο ΜΔΕ 11.



Σχήμα 17. Το ΜΔΕ 12 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην πρακτική νοημοσύνη. Για σκοπούς απλούστευσης οι μεταβλητές που ορίζουν τους λανθάνοντες παράγοντες δε συμπεριλήφθηκαν στο σχήμα. Για τους συντελεστές, τη στατιστική σημαντικότητα και τα ονόματα των παραγόντων ισχύει ό,τι έχει αναφερθεί για το Σχήμα 11.

Συμπερασματικά, από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος μόνο η εργαζόμενη μνήμη προέβλεπε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τις ατομικές διαφορές τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη. Πέρα από το επίπεδο των ατομικών διαφορών το ίδιο αποτέλεσμα όσον αφορά στη συνεισφορά των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος είχε προκύψει και στο αναπτυξιακό επίπεδο, αφού όπως έδειξαν τα αποτελέσματα οι αναπτυξιακές αλλαγές τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη διαμεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Το ερώτημα που αφορά στο ποιες συγκεκριμένες γνωστικές λειτουργίες/διαδικασίες συνιστούν το θεμέλιο για την επίδοση στα κλασικά ψυχομετρικά τεστ της νοημοσύνης απασχολεί την τρέχουσα έρευνα που δραστηριοποιείται στο σχετικό χώρο (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Colom, Abad, et al., 2005· Colom, Flores-Mendoza, et al., 2005· Conway et al., 2002· Deary, 2012· Deary & Caryl, 1997· Engle et al., 1999· Fink & Neubauer, 2005· Friedman et al., 2006· Mackintosh, 1998· Schweizer, 2005· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger, & Goldhammer, 2005· Tillman, et al., 2009). Η ταχύτητα επεξεργασίας των πληροφοριών, η εργαζόμενη μνήμη και ο έλεγχος της επεξεργασίας, ή με άλλα λόγια, η προσοχή, έχουν προταθεί ως λειτουργίες σχετικές στην ερευνητική προσπάθεια προσδιορισμού των γνωστικών συμμεταβλητών (cognitive correlates) της ευφυΐας. Η έρευνα επιβεβαίωσε ότι οι τρεις αυτές παράμετροι του γνωστικού συστήματος αποτελούν σημαντικές γνωστικές συμμεταβλητές της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες. Στο πλαίσιο αυτό της διερεύνησης των γνωστικών συμμεταβλητών της ευφυΐας οι ερευνητικές προσπάθειες στοχεύουν στο να αποκαλύψουν ποιες συγκεκριμένες γνωστικές λειτουργίες είναι τόσο θεμελιώδεις για τη νοημοσύνη, ώστε να αποτελούν τις γνωστικές της βάσεις (cognitive bases). Η έρευνα όμως έχει επίσης δείξει ότι οι τρεις πιο πάνω παράμετροι του γνωστικού συστήματος παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Επομένως, όταν ο στόχος είναι η διερεύνηση της συνεισφοράς της κάθε παραμέτρου στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, θα πρέπει στο ερευνητικό σχέδιο να συμπεριλαμβάνονται και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, ούτως ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί η συνεισφορά της καθεμιάς, όταν ελέγχονται οι άλλες δύο παράμετροι. Παρόλο που το θέμα των γνωστικών βάσεων (underpinnings) της νοημοσύνης θα έπρεπε να αποτελεί πηγή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος στο αναπτυξιακό πλαίσιο, εντούτοις η έρευνα στα παιδιά είναι περιορισμένη (Tillman et al., 2009).

Η παρούσα έρευνα ανήκει στις ερευνητικές προσπάθειες για τον προσδιορισμό των υποκείμενων γνωστικών διαδικασιών που αποτελούν τη γνωστική βάση της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας. Η έρευνα αυτή διερεύνησε τη συνεισφορά της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής και της εργαζόμενης μνήμης στην ψυχομετρικά οριζόμενη γενική, λεκτική/αποκρυσταλλωμένη και πρακτική/ρέουσα νοημοσύνη με σκοπό να προσδιοριστεί ποια από αυτές τις γνωστικές λειτουργίες συνιστά την καλύτερη προβλεπτική παράμετρο της νοημοσύνης τόσο σε επίπεδο ατομικών διαφορών όσο και σε επίπεδο αναπτυξιακών αλλαγών. Επίσης, η έρευνα αυτή μελέτησε την αναπτυξιακή πορεία που ακολουθούν η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η νοημοσύνη στο ηλικιακό φάσμα από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Επιπρόσθετα, στην παρούσα έρευνα διερευνήθηκε το ερώτημα του κατά πόσο υπάρχει μία αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία (developmental cascade) ανάμεσα στην ηλικία, στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας, στην εργαζόμενη μνήμη και στη νοημοσύνη (λεκτική και πρακτική).

5.2 Ανάπτυξη των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος και της νοημοσύνης

Η παιδική και η εφηβική ηλικία είναι περίοδοι κατά τη διάρκεια των οποίων η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, ο έλεγχος επεξεργασίας, η εργαζόμενη μνήμη και η νοημοσύνη αναπτύσσονται. Τα αποτελέσματα έδειξαν, όπως αναμενόταν, ότι η ηλικία παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές από μέτριες έως υψηλές συσχετίσεις με όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν (με εξαίρεση τη μεταβλητή της αναχαιτίσης της τάσης για αντίδραση από το έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις). Οι πολυμεταβλητές αναλύσεις διακύμανσης που εκτελέστηκαν για τη διερεύνηση της ανάπτυξης της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας (προσοχής), της εργαζόμενης μνήμης και της ευφυΐας επιβεβαίωσαν εν μέρει τις υποθέσεις που διατυπώθηκαν αναφορικά με τις αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται με την πάροδο του χρόνου στις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος και τη νοημοσύνη.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναφορικά με την ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών συμφωνούν με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών στο χώρο που έδειξαν ότι συντελούνται αναπτυξιακές βελτιώσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας καθ' όλη

τη διάρκεια της παιδικής και της πρώιμης εφηβικής ηλικίας και ότι κάπου στο μέσο της εφηβείας οι επιδόσεις των εφήβων αρχίζουν να προσεγγίζουν σχεδόν το επίπεδο των επιδόσεων των νεαρών ενηλίκων (Coyle et al., 2011· Fry & Hale, 2000· Hale, 1990· Jensen, 2006· Kail, 1991a, 2000· McAuley & White, 2011). Οι δύο από τις τέσσερις μεταβλητές που αποσκοπούσαν στη μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας παρουσίασαν ακριβώς την ίδια πορεία αναπτυξιακών αλλαγών μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, οι μεταβλητές της ταχύτητας αντίδρασης στο έργο Προχώρα-Μην Προχωρήσεις και της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect παρουσίασαν ακριβώς την ίδια αναπτυξιακή πορεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σ' αυτές τις δύο μεταβλητές συντελούνται αναπτυξιακές αλλαγές περίπου μέχρι την ηλικία των 16 χρόνων. Όσον αφορά στη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner οι αναπτυξιακές αλλαγές συνεχίζονταν μέχρι περίπου την ηλικία των 13 χρόνων.

Ο χρόνος επιθεώρησης παρουσίασε μία διαφορετική πορεία αναπτυξιακών αλλαγών σε σύγκριση με τις τρεις προαναφερθείσες μεταβλητές της ταχύτητας επεξεργασίας πληροφοριών. Αξίζει να επισημανθεί ότι σε αντίθεση με τις πιο πάνω μεταβλητές, οι οποίες μετρούν την ταχύτητα αντίδρασης του ατόμου, η μεταβλητή του χρόνου επιθεώρησης μετρά την ταχύτητα αντιληπτικής διάκρισης του ατόμου και όχι την ταχύτητα αντίδρασής του. Σε αυτή τη μεταβλητή δεν παρατηρήθηκαν αναπτυξιακές αλλαγές στο ηλικιακό εύρος από τα 7 μέχρι τα 11 χρόνια, καθώς μεταξύ των παιδιών της πρώτης (7-9 χρ.) και της δεύτερης (9-11 χρ.) ηλικιακής ομάδας δεν εντοπίστηκαν οποιεσδήποτε σημαντικές διαφορές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ο χρόνος επιθεώρησης φαίνεται να παρουσιάζει μία σημαντική βελτίωση μετά την ηλικία των 11 χρόνων.

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης δείχνουν την ίδια πορεία αναπτυξιακών αλλαγών για τις τέσσερις από τις πέντε μεταβλητές που αποσκοπούσαν στη μέτρηση της εργαζόμενης μνήμης. Συγκεκριμένα, οι μεταβλητές του πεδίου της βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών, της επίδοσης στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών, του πεδίου χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο του Sternberg και της ευφράδειας στην εναλλάξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες παρουσίασαν ακριβώς την ίδια αναπτυξιακή πορεία. Μεταξύ της πρώτης (7-9 χρ.) και της δεύτερης (9-11 χρ.) ηλικιακής ομάδας δεν παρατηρήθηκαν οποιεσδήποτε σημαντικές διαφορές στην επίδοση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επίδοση στις πιο πάνω μεταβλητές φαίνεται να παρουσιάζει μία σημαντική βελτίωση μετά την ηλικία των 11 χρόνων, αφού η πρώτη ηλικιακή ομάδα (7-9 χρ.) παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές

διαφορές από την τρίτη ηλικιακή ομάδα (11-13 χρ.). Επίσης, η δεύτερη ηλικιακή ομάδα (9-11 χρ.) διέφερε σημαντικά από την τέταρτη ομάδα (13-15χρ.). Σε γενικές γραμμές οι αναπτυξιακές αλλαγές σ' αυτές τις μεταβλητές συνεχίζονταν μέχρι περίπου την ηλικία των 14 χρόνων. Οι Brocki & Bohlin (2004) αναφέρουν παρόμοια αποτελέσματα για τις μεταβλητές που φόρτιζαν στον παράγοντα, τον οποίο ονόμασαν παράγοντα εργαζόμενης μνήμης/ευφράδειας. Οι Brocki & Bohlin (2004) μελέτησαν την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης σε παιδιά ηλικίας από έξι μέχρι δεκατριών χρόνων και βρήκαν ότι υπάρχουν δύο κύρια χρονικά σημεία ανάπτυξης. Το ένα χρονικό σημείο ανάπτυξης είναι περίπου στην ηλικία των οκτώ χρόνων και το δεύτερο περίπου στην ηλικία των δώδεκα χρόνων, όπως βρέθηκε και στην παρούσα έρευνα.

Η μη εύρεση στην παρούσα έρευνα σημαντικών διαφορών στις μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης στο ηλικιακό εύρος από τα 7 μέχρι τα 11 χρόνια πιθανότατα οφείλεται στη συγχώνευση των έντεκα ηλικιακών ομάδων σε πέντε. Έτσι, από τα 7 μέχρι τα 11 αντί να μελετηθούν οι διαφορές ανάμεσα σε τέσσερις ηλικιακές ομάδες, η σύγκριση έγινε ανάμεσα σε δύο ευρύτερες ηλικιακές ομάδες (7-9 και 9-11 χρόνων). Το γεγονός αυτό ίσως να απέκρυψε τις σημαντικές αναπτυξιακές βελτιώσεις που συντελούνται στο μνημονικό πεδίο στα πρώτα σχολικά χρόνια (Dempster, 1981· McAuley & White, 2011). Τα αποτελέσματα της έρευνας των McAuley και White (2011), οι οποίοι μελέτησαν την ανάπτυξη της εργαζόμενης μνήμης σε παιδιά, εφήβους και νεαρούς ενήλικες, έδειξαν ότι η εργαζόμενη μνήμη αναπτύσσεται με πιο γρήγορους ρυθμούς μεταξύ της πρώιμης και της ύστερης παιδικής ηλικίας και ότι μετέπειτα παρουσιάζει πολύ μικρές βελτιώσεις και σταθεροποιείται κατά τη νεαρή ενήλικη ζωή. Επίσης, σύμφωνα με τα ευρήματα της μετα-ανάλυσης του Dempster (1981) το μεγαλύτερο μέρος της αναπτυξιακής βελτίωσης στο μνημονικό πεδίο συντελείται κατά τη διάρκεια των πρώτων σχολικών χρόνων και μεταξύ της ηλικίας των 13 χρόνων και της ενηλικίωσης το μνημονικό πεδίο αυξάνεται κατά λιγότερο από μία μονάδα. Η μεταβλητή της ευφράδειας στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες παρουσίασε αναπτυξιακές αλλαγές σε μεταγενέστερο χρονικό σημείο συγκριτικά προς τις υπόλοιπες μεταβλητές της εργαζόμενης μνήμης. Το χρονικό σημείο στο οποίο παρατηρήθηκε αναπτυξιακή αλλαγή για τη μεταβλητή αυτή ήταν μετά την ηλικία των 13 χρόνων.

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας ή αλλιώς της προσοχής δείχνουν δύο κύριες πορείες αναπτυξιακών αλλαγών. Η μία πορεία αφορά στις μεταβλητές της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect και της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο

ΕΣΑ. Για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect οι αναπτυξιακές αλλαγές συνεχίζονταν μέχρι περίπου την ηλικία των 16 χρόνων, ενώ για τη μεταβλητή της ταχύτητας αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ παρατηρήθηκαν αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι περίπου την ηλικία των 14 χρόνων. Η έρευνα των Brocki και Bohlin (2004) έδειξε ότι συντελείται κάπως νωρίτερα η ανάπτυξη αυτής της πτυχής του ελέγχου επεξεργασίας, δηλαδή της ικανότητας διαχείρισης της σύγκρουσης, προβολής αντίστασης στις παρεμβαίνουσες άσχετες πληροφορίες και ελέγχου των αυτοματοποιημένων αντιδράσεων. Συγκεκριμένα στην έρευνα των Brocki και Bohlin (2004) η ικανότητα αναχαίτισης των καθ' ἑξίν αντιδράσεων και ελέγχου των παρεμβολών από ανταγωνιστικά ερεθίσματα παρουσίαζε ανάπτυξη μέχρι την αρχή της εφηβείας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι στην παρούσα έρευνα το ποσοστό επιτυχίας των παιδιών στις “δοκιμές-Μην προχωρήσεις” από το έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις δεν παρουσίασε οποιαδήποτε αναπτυξιακή αλλαγή στο ηλικιακό εύρος από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Με άλλα λόγια, η ικανότητα των παιδιών για αναστολή-αναχαίτιση της αυτοματοποιημένης τάσης για αντίδραση, όπως προκύπτει από το εν λόγω έργο, φάνηκε να παραμένει η ίδια στο υπό μελέτη ηλικιακό εύρος. Το εύρημα αυτό έρχεται σ' αντίθεση με κάποιες από τις προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Brocki & Bohlin, 2004). Η συσχέτιση που παρουσίασε η μεταβλητή αυτή με την ηλικία ήταν σχεδόν μηδενική ($r = .08, p > .05$) και το μέσο ποσοστό επιτυχίας των παιδιών στις “δοκιμές-Μην προχωρήσεις” ήταν περίπου το ίδιο στις διάφορες ηλικιακές ομάδες και συγκεκριμένα κυμαινόταν από 83% μέχρι 87%. Τα ίδια αποτελέσματα αναφορικά με τη μεταβλητή αυτή με τη χρήση του έργου Προχώρα/Μην προχωρήσεις βρέθηκαν και στην έρευνα των McAuley και White (2011), οι οποίοι μελέτησαν την ανάπτυξη της ικανότητας αναχαίτισης της αυτοματοποιημένης τάσης για αντίδραση σε παιδιά, εφήβους και νεαρούς ενήλικες. Και σ' αυτή την έρευνα δεν βρέθηκαν οποιεσδήποτε σημαντικές αλλαγές μεταξύ των διαφόρων ηλικιακών ομάδων.

Η δεύτερη πορεία αναπτυξιακών αλλαγών αναφορικά με την ανάπτυξη του ελέγχου επεξεργασίας αφορά στα τρία δίκτυα της προσοχής, όπως προκύπτουν από το έργο ΕΔΠ, δηλαδή την εγρήγορση, τον προσανατολισμό της προσοχής και τον εκτελεστικό έλεγχο, στον οποίο περιλαμβάνεται η εποπτεία και η επίλυση της σύγκρουσης. Ο εκτελεστικός έλεγχος και η εγρήγορση παρουσίασαν ακριβώς την ίδια αναπτυξιακή πορεία. Αυτό το εύρημα έρχεται σ' αντίθεση με τα αποτελέσματα της έρευνας των Rueda et al. (2004a) που έδειξαν ότι τα τρία δίκτυα προσοχής ακολουθούν διαφορετικές αναπτυξιακές πορείες. Αξίζει να αναφερθεί ότι

τόσο στην παρούσα έρευνα όσο και στην έρευνα των Rueda et al. (2004a) χρησιμοποιήθηκε ακριβώς το ίδιο έργο. Στην παρούσα έρευνα η πρώτη (7-9 χρ.), η δεύτερη (9-11 χρ.) και η τρίτη (11-13 χρ.) ηλικιακή ομάδα δεν παρουσίασαν οποιεσδήποτε σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά στα δίκτυα της εγρήγορσης και του εκτελεστικού ελέγχου (δίκτυο εποπτείας και επίλυσης της σύγκρουσης). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο στο δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου όσο και στο δίκτυο της εγρήγορσης η επίδοση φαίνεται να παρουσιάζει μία σημαντική βελτίωση μετά την ηλικία των 13 χρόνων, καθώς τα παιδιά της πρώτης ηλικιακής ομάδας (7-9 χρ.) παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές από τα παιδιά ηλικίας άνω των 13 χρόνων. Αντίθετα, στην έρευνα των Rueda et al. (2004a) το δίκτυο του εκτελεστικού ελέγχου εμφάνισε μία σημαντική βελτίωση από την ηλικία των 6 χρόνων στην ηλικία των 7, αλλά παρέμεινε σταθερό μετά την ηλικία των 7 χρόνων. Επίσης, αναφορικά με την ανάπτυξη του δικτύου της εγρήγορσης τα αποτελέσματα της έρευνας των Rueda et al. (2004a) έδειξαν ότι συντελείται μία βελτίωση στην ηλικία των δέκα χρόνων αλλά και αργότερα.

Όσον αφορά στο δίκτυο του προσανατολισμού της προσοχής τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι συντελείται μία σημαντική βελτίωση μετά την ηλικία των 11 χρόνων, καθώς η πρώτη ηλικιακή ομάδα (7-9 χρ.) παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές από την τρίτη ομάδα (11-13 χρ.). Αντίθετα, στην έρευνα των Rueda et al. (2004a) το δίκτυο του προσανατολισμού της προσοχής παρουσίασε μία πρόωμη ανάπτυξη, αφού δεν παρατηρήθηκε σ' αυτό οποιαδήποτε σημαντική αλλαγή από την ηλικία των 6 χρόνων μέχρι την ενηλικότητα. Ο προσανατολισμός, δηλαδή, της προσοχής στο σωστό σημείο προκάλεσε όμοια βελτίωση στους χρόνους αντίδρασης σ' όλες τις ηλικίες που μελετήθηκαν (εξάχρονα, εφτάχρονα, οκτάχρονα, εννιάχρονα, δεκάχρονα και ενήλικες).

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην ανάπτυξη της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης δείχνουν, όπως και ήταν αναμενόμενο, ότι η δοκιμασία του λεξιλογίου παρουσιάζει μία παρατεταμένη αναπτυξιακή πορεία, η οποία καλύπτει όλη την έκταση της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας (Cattell, 1971· Kaufman, 2000· Wechsler, 1991). Η δοκιμασία του λεξιλογίου παρουσίαζε συνεχείς αναπτυξιακές αλλαγές σ' όλο το ηλικιακό εύρος που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα, δηλαδή από την ηλικία των 7 χρόνων μέχρι και το τέλος της εφηβικής ηλικίας και την έναρξη της ενηλικότητας. Η άλλη δοκιμασία με την οποία μετρήθηκε η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, η δοκιμασία δηλαδή των ομοιοτήτων, παρουσίασε αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι περίπου την ηλικία των 15 χρόνων. Αυτό το εύρημα δεν ήταν αναμενόμενο και αφορά προφανώς αποκλειστικά στο συγκεκριμένο δείγμα. Αντί

αυτού αναμενόταν ότι τόσο στη δοκιμασία του λεξιλογίου όσο και στη δοκιμασία των ομοιοτήτων θα συντελούνταν αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι και την τελευταία ηλικιακή ομάδα που μελετήθηκε στην έρευνα αυτή. Ωστόσο η υπόθεση αυτή επιβεβαιώθηκε μόνο όσον αφορά στη δοκιμασία του λεξιλογίου. Στο δομικό μοντέλο για την ευφυΐα που διατύπωσε ο Cattell (1963, 1971· Horn & Cattell, 1966) η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη θεωρείται ότι εξαρτάται από την εκπαίδευση, την εμπειρία και την έκθεση σ' ένα συγκεκριμένο πολιτισμό. Συγκεκριμένα, η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη αναφέρεται στο σύνολο των μαθημένων δεξιοτήτων και στο συσσωρευμένο απόθεμα των γνώσεων που αποκτά το άτομο καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Επομένως, είναι αναμενόμενο να συντελούνται αυξήσεις στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη σ' όλο το εύρος της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας, αφού με την πάροδο του χρόνου καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν, αποκτούν ολοένα και περισσότερες γνώσεις και δεξιότητες.

Τα αποτελέσματα που αφορούν στην ανάπτυξη της ρέουσας νοημοσύνης δεν ήταν αυτά που αναμενόταν. Η ρέουσα νοημοσύνη αναφέρεται σε ικανότητες της σκέψης, οι οποίες «αναδύονται» στην πορεία της ανάπτυξης και καθιστούν εφικτή την επίλυση προβλημάτων συλλογισμού. Φτάνει στο αποκορύφωμά της στην ύστερη εφηβεία και στις αρχές της τρίτης δεκαετίας οπότε και σταθεροποιείται, για να αρχίσει λίγο αργότερα να μειώνεται σταθερά και βαθμιαία (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966· Kaufman, 2000). Στην παρούσα έρευνα στη δοκιμασία της κατασκευής σχεδίων με κύβους δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην επίδοση μεταξύ της πρώτης (7-9 χρ.) και της δεύτερης (9-11 χρ.) ηλικιακής ομάδας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επίδοση στη δοκιμασία αυτή παρουσιάζει μία σημαντική βελτίωση μετά την ηλικία των 11 χρόνων, καθώς η πρώτη ηλικιακή ομάδα (7-9 χρ.) παρουσίασε σημαντικές διαφορές από την τρίτη ομάδα (11-13 χρ.). Επίσης, η δεύτερη ηλικιακή ομάδα (9-11 χρ.) διέφερε σημαντικά από την τέταρτη ομάδα (13-15 χρ.). Οι αναπτυξιακές αλλαγές στη δοκιμασία αυτή συνεχίζονταν μέχρι περίπου την ηλικία των 15 χρόνων, ενώ στη δοκιμασία των μήτρων συλλογισμού συνεχίζονταν μέχρι περίπου την ηλικία των 13 χρόνων. Σ' αντίθεση με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, αναμενόταν ότι και στις δύο δοκιμασίες της ρέουσας νοημοσύνης θα συντελούνταν αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι και την τελευταία ηλικιακή ομάδα που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα, δηλαδή αναμενόταν αναπτυξιακές αλλαγές μέχρι και την ηλικία των 18 χρόνων. Μάλιστα αναμενόταν ότι η επίδοση στις δοκιμασίες αυτές θα κορυφωνόταν στην τελευταία ηλικιακή ομάδα, η οποία συμπίπτει με την ύστερη εφηβεία.

5.3 Σχέση της ευφυΐας και των βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος σε αναπτυξιακό επίπεδο και επίπεδο ατομικών διαφορών

Οι προσπάθειες για την αποκάλυψη των γνωστικών λειτουργιών, οι οποίες αποτελούν το θεμέλιο για την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης, είναι ένα θέμα που απασχολεί τους ερευνητές στο χώρο της ευφυΐας (Mackintosh, 1998). Σύμφωνα με τους Schweizer και Moosbrugger (2004) η διερεύνηση των γνωστικών διαδικασιών συνιστά το σημείο εκκίνησης της έρευνας για τη γνωστική βάση της νοημοσύνης. Στα πλαίσια αυτά οι ερευνητές προχωρούν σε συσχετίσεις της νοημοσύνης με γνωστικές διαδικασίες με σκοπό να διαφανεί ποιες γνωστικές διαδικασίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης. Οι έρευνες που εστιάζουν στις γνωστικές διαδικασίες που είναι υπεύθυνες για την επίδοση στα τεστ ευφυΐας έχουν αποκαλύψει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή και η εργαζόμενη μνήμη είναι σημαντικά συστατικά της γνωστικής βάσης της νοημοσύνης (Buehner, Krumm, Ziegler, & Pluecken, 2006· Burns, Nettelbeck & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Colom et al., 2004· Colom et al., 2005· Conway et al., 2002· Engle et al., 1999· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Mackintosh, 1998· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger & Goldhammer, 2005)· Tillman, Nyberg, & Bohlin, 2008· Tillman et al., 2009· van Leeuwen et al., 2007).

Πρέπει, όμως, να σημειωθεί ότι οι πιο πάνω έρευνες δεν έχουν καταλήξει σε συμφωνία αποτελεσμάτων όσον αφορά στη σχετική συμβολή της κάθε γνωστικής διαδικασίας στη νοημοσύνη. Έτσι για την καθεμία από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος υπάρχουν έρευνες που επιβεβαιώνουν τη συνεισφορά της στην επίδοση στα τεστ νοημοσύνης και άλλες που επιχειρηματολογούν υπέρ του αντιθέτου. Επίσης, οι έρευνες αυτές έχουν ασχοληθεί αποσπασματικά με κάποιες μόνο από τις τρεις γνωστικές διαδικασίες που θεωρούνται σημαντικά συστατικά της γνωστικής βάσης της νοημοσύνης. Η ύπαρξη όμως σημαντικών συσχετίσεων ανάμεσα στις τρεις αυτές παραμέτρους, (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009) απαιτεί τη συμπερίληψη και την ταυτόχρονη εξέταση και των τριών παραμέτρων, ούτως ώστε να καταστεί εφικτός ο προσδιορισμός της συνεισφοράς της καθεμιάς στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Λαμβανομένων αυτών υπόψη και αφού

διαπιστώθηκε ερευνητικό κενό, η παρούσα έρευνα καταπιάνεται με το θέμα της συμβολής της καθεμίας από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος (ταχύτητα επεξεργασίας, έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή και εργαζόμενη μνήμη) στην ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη (γενική, λεκτική και πρακτική) κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία.

Ο Mackintosh (1998) επισημαίνει ότι το έργο του προσδιορισμού των υποκείμενων γνωστικών λειτουργιών που είναι υπεύθυνες για την επίδοση στα τεστ ευφυΐας απαιτεί από την αρχή κάποια απόφαση όσον αφορά στον αριθμό των διαφορετικών πτυχών του συνολικού πηλίκου νοημοσύνης που πρόκειται να μελετήσουμε. Ο Cattell (1963, 1971· Horn & Cattell, 1966) διατύπωσε ένα δομικό μοντέλο για την ευφυΐα, το οποίο διαχωρίζει ανάμεσα σε ρέουσα και αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Ο Mackintosh (1998) σημειώνει ότι οι περισσότεροι αναλυτές παραγόντων στο χώρο της νοημοσύνης συμφωνούν σ' αυτή την ευρεία διάκριση, τη διάκριση δηλαδή ανάμεσα σε ρέουσα και αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα. Στόχος της ερευνητικής δραστηριότητας είναι να προσδιοριστούν οι κύριες γνωστικές λειτουργίες ή διαδικασίες που εμπλέκονται σ' αυτούς τους δύο ευρείς παράγοντες νοημοσύνης, ούτως ώστε να διαφανεί κατά πόσο ενέχονται αποκλειστικά στον ένα μόνο παράγοντα ή κατά πόσο οι ίδιες γνωστικές λειτουργίες εμπλέκονται και στους δύο παράγοντες νοημοσύνης. Στην περίπτωση που υπάρχει/ουν γνωστική/ές λειτουργία/ες που είναι κοινή/ές τόσο στη ρέουσα όσο και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, αυτό ίσως να υποδεικνύει ότι έχει/ουν προσδιοριστεί η/οι γνωστική/ές βάση/εις της γενικής ευφυΐας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Το εύρημα αυτό ισχύει και για τη γενική νοημοσύνη και για τη ρέουσα και για την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Αυτό το εύρημα βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Conway et al., 2002· Fry & Hale, 1996· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010) αναφορικά όμως με τη ρέουσα νοημοσύνη μόνο, αφού οι έρευνες αυτές εστιάστηκαν αποκλειστικά στην πρόβλεψη της ρέουσας ευφυΐας. Από την άλλη όμως αυτό το εύρημα της παρούσας έρευνας, όπως και των πιο πάνω ερευνών με τις οποίες βρίσκεται σε συμφωνία, βρίσκεται σε έντονη αντίθεση με την πλούσια βιβλιογραφία, η οποία συνδέει την ταχύτητα επεξεργασίας με τη νοημοσύνη, κυρίως πάλι με τη ρέουσα, αφού η πλειοψηφία των ερευνών έχει μελετήσει μόνο τη ρέουσα νοημοσύνη (Colom et al., 2008· Jensen, 1998, 2006· Neisser et al., 1996· Tillman et al., 2009). Στην έρευνα των Colom et al. (2008) σε ενήλικες στην πρώτη από τις τρεις μελέτες βρέθηκε ότι η νοητική ταχύτητα (mental speed) είχε στατιστικά σημαντική μέτρια επίδραση στη γενική νοημοσύνη. Ο παράγοντας της νοητικής ταχύτητας στην έρευνα αυτή αφορούσε σε ταχύτητα

αναγνώρισης στοιχείων που τύχαιναν βραχύχρονης αποθήκευσης και, επομένως, είναι πολύ διαφορετικός από τον παράγοντα της ταχύτητας επεξεργασίας της παρούσας έρευνας. Στην έρευνα των Tillman et al. (2009) σε παιδιά ηλικίας 8 μέχρι 11 χρόνων η ταχύτητα επεξεργασίας είχε στατιστικά σημαντική συμβολή τόσο στη ρέουσα όσο και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Κρίνεται σκόπιμο όμως σ' αυτό το σημείο να επισημανθεί ότι στην έρευνα αυτή δεν λήφθηκαν μετρήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας αυτής καθαυτής. Η ταχύτητα επεξεργασίας δεν μετρήθηκε, όπως συνήθως μετριέται, ως χρόνος αντίδρασης, αλλά μετρήθηκε ως το σύνολο των ορθών απαντήσεων σε δύο από τις δοκιμασίες του WISC-III, την κωδικοποίηση και την αναζήτηση συμβόλων. Επίσης, τόσο η ρέουσα όσο και η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη μετρήθηκαν με το ίδιο τεστ με το οποίο μετρήθηκε και η ταχύτητα επεξεργασίας.

Το εύρημα αυτό για τη μη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη νοημοσύνη βρέθηκε τόσο στα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής, της αναπτυσσόμενης λεκτικής και της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης, αντίστοιχα, όσο και στα ΜΔΕ 11 και ΜΔΕ 12 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα. Το εύρημα αυτό βρέθηκε, επίσης, και στα πλήρη μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική (ΜΔΕ 7) και την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8), γι' αυτό και στη συνέχεια η άμεση διαδρομή από την ταχύτητα επεξεργασίας στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη αφαιρέθηκε από τα τελικά (περιορισμένα) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής (ΜΔΕ 9 για τη λεκτική και ΜΔΕ 10 για την πρακτική νοημοσύνη). Γενικά τα αποτελέσματα απ' όλα τα εξεταζόμενα μοντέλα υποδεικνύουν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών δεν έχει άμεση επίδραση ούτε στη γενική, ούτε στη λεκτική ούτε στην πρακτική νοημοσύνη.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν, επίσης, ότι ο έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Το εύρημα αυτό ισχύει τόσο για τη γενική νοημοσύνη όσο και για τη ρέουσα και για την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη και βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Colom et al., 2008· Friedman et al., 2006· van Leeuwen et al., 2007). Από την άλλη όμως το εύρημα αυτό της παρούσας έρευνας, όπως και των πιο πάνω ερευνών με τις οποίες συμφωνεί, βρίσκεται σ' αντίθεση με άλλες έρευνες, οι οποίες έδειξαν ότι ο έλεγχος επεξεργασίας/προσοχή παρουσιάζει σημαντική συσχέτιση με τη νοημοσύνη (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Crawford, 1991· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Schweizer, Moosbrugger, & Goldhammer, 2005· Tillman et al., 2009). Το εύρημα της

παρούσας έρευνας για τη μη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση του ελέγχου επεξεργασίας/προσοχής στη νοημοσύνη βρέθηκε τόσο στα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής, της αναπτυσσόμενης λεκτικής και της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης, αντίστοιχα, όσο και στα ΜΔΕ 11 και ΜΔΕ 12 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, το εύρημα αυτό βρέθηκε και στα πλήρη μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική (ΜΔΕ 7) και την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 8), γι' αυτό και στη συνέχεια η άμεση διαδρομή από τον έλεγχο επεξεργασίας στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη αφαιρέθηκε από τα τελικά (περιορισμένα) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής (ΜΔΕ 9 για τη λεκτική και ΜΔΕ 10 για την πρακτική νοημοσύνη). Επομένως, τα αποτελέσματα απ' όλα τα εξεταζόμενα μοντέλα δείχνουν με συνέπεια ότι ο έλεγχος επεξεργασίας δεν επιδρά άμεσα ούτε στη γενική, ούτε στην αποκρυσταλλωμένη ούτε στη ρέουσα νοημοσύνη.

Όπως έχει φανεί από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας υπάρχει εκτεταμένη ερευνητική δραστηριότητα σχετική με τα ζητήματα στα οποία εστιάζεται η παρούσα έρευνα. Ωστόσο μέχρι τώρα δεν έχει εντοπιστεί κάποια έρευνα που να συνδυάζει υπό ένα ενιαίο ερευνητικό σχεδιασμό την ταυτόχρονη εξέταση και των τριών βασικών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, οι οποίες συνιστούν γνωστικές συμμεταβλητές της νοημοσύνης, με σκοπό να προσδιοριστεί η συνεισφορά της καθεμιάς στην πρόβλεψη της ψυχομετρικά οριζόμενης νοημοσύνης, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας, ο έλεγχος επεξεργασίας και η εργαζόμενη μνήμη παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ τους (Burns, Nettelbeck, & McPherson, 2009· Colom et al., 2008· Demetriou et al., 2002· Demetriou, Mouyi, & Spanoudis, 2008· Demetriou et al., 2013· Friedman et al., 2006· Fry & Hale, 1996, 2000· Schweizer & Moosbrugger, 2004· Tillman et al., 2009). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώθηκε και από την παρούσα έρευνα, στην οποία σ' όλα τα εξεταζόμενα μοντέλα βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές από μέτριες έως υψηλές συσχετίσεις ανάμεσα στις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος. Ως εκ τούτου, όταν επιχειρείται η εξέταση της συνεισφοράς των παραμέτρων του γνωστικού συστήματος στην πρόβλεψη της νοημοσύνης, θα πρέπει στο ερευνητικό σχέδιο να συμπεριλαμβάνονται και οι τρεις παράμετροι του γνωστικού συστήματος, ούτως ώστε να καθίσταται εφικτός ο προσδιορισμός της συνεισφοράς της καθεμιάς, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Επομένως, πιθανότατα ένας από τους λόγους, για τους οποίους οι έρευνες έχουν οδηγηθεί σε αντικρουόμενα ευρήματα αναφορικά με τη συνεισφορά των τριών παραμέτρων στην

πρόβλεψη της νοημοσύνης, είναι το γεγονός ότι καμία έρευνα δεν έχει εξετάσει ταυτόχρονα τη συμβολή και των τριών παραμέτρων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας από τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος μόνο η εργαζόμενη μνήμη έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη νοημοσύνη. Ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη νοημοσύνη (γενική, αποκρυσταλλωμένη και ρέουσα) είναι στατιστικά σημαντικός σε όλα τα μοντέλα δομικών εξισώσεων που ελέγχθηκαν. Συγκεκριμένα, το εύρημα που αφορά στη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που έχει η εργαζόμενη μνήμη στη νοημοσύνη βρέθηκε στο ΜΔΕ 3, στο ΜΔΕ 5 και στο ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης γενικής, της αναπτυσσόμενης αποκρυσταλλωμένης και της αναπτυσσόμενης ρέουσας νοημοσύνης, αντίστοιχα. Βρέθηκε, επίσης, και στο ΜΔΕ 11 και στο ΜΔΕ 12 για την πρόβλεψη των ατομικών διαφορών στην αποκρυσταλλωμένη και στη ρέουσα νοημοσύνη, αντίστοιχα. Επιπλέον, το εύρημα αυτό βρέθηκε και στα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για την αποκρυσταλλωμένη (ΜΔΕ 7 και ΜΔΕ 9) και τη ρέουσα νοημοσύνη (ΜΔΕ 8 και ΜΔΕ 10). Το εύρημα για τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη νοημοσύνη βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Colom et al., 2008· Colom, Flores-Mendoza et al., 2005· Colom, Rebollo, et al., 2006· Colom & Shih, 2004· Conway et al., 2002· Conway, Kane, & Engle, 2003· De Jong & Das-Smaal, 1995· Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010· Engle et al., 1999· Heitz, Unsworth, & Engle, 2005· Kane et al., 2004· Kyllonen, 1996· Kyllonen & Christal, 1990· Tillman et al., 2009· Tillman, Nyberg και Bohlin, 2008). Μάλιστα τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας εισηγούνται μία πολύ ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη, τόσο τη γενική όσο και την αποκρυσταλλωμένη και τη ρέουσα νοημοσύνη ξεχωριστά.

Ο Kline (1998), συζητώντας το ερώτημα του πότε ένας τυποποιημένος συντελεστής διαδρομής μαρτυρεί μεγάλη ή μικρή άμεση επίδραση, εισηγείται την ερμηνεία των απόλυτων τιμών των τυποποιημένων συντελεστών διαδρομής. Σημειώνει ότι τυποποιημένοι συντελεστές διαδρομής με απόλυτες τιμές μεγαλύτερες του .50 αποτελούν ένδειξη μεγάλης επίδρασης. Επισημαίνει ότι τα τεστ σημαντικότητας των αντίστοιχών τους μη τυποποιημένων συντελεστών διαδρομής δεν παρέχουν στην πραγματικότητα απαντήσεις σ' αυτήν την ερώτηση, επειδή τα αποτελέσματα των τεστ σημαντικότητας πέρα από τα απόλυτα μεγέθη των συντελεστών διαδρομής, αντανακλούν επίσης και άλλους παράγοντες, όπως είναι για παράδειγμα το μέγεθος του δείγματος. Στην παρούσα έρευνα όλοι οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη νοημοσύνη (γενική,

αποκρυσταλλωμένη και ρέουσα) είναι στατιστικά σημαντικοί ($p < .01$) και οι απόλυτες τιμές τους κυμαίνονται από .64 μέχρι .95. Σύμφωνα με τον Kline (1998) τέτοιου μεγέθους απόλυτες τιμές των συντελεστών διαδρομής αποτελούν ένδειξη μεγάλης επίδρασης.

Τα αποτελέσματα από όλα τα ΜΔΕ δείχνουν ότι η εργαζόμενη μνήμη συνιστά μία ιδιαίτερα καλή υποψηφιότητα για την υποκείμενη γνωστική διαδικασία που είναι υπεύθυνη για την επίδοση στα τεστ νοημοσύνης. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν την εργαζόμενη μνήμη ως ένα σημαντικό καθοριστικό παράγοντα για την ψυχομετρικά οριζόμενη ευφυΐα. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, όπως και τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών στο σχετικό χώρο (Conway et al., 2002· Engle et al., 1999· Kyllonen, 1996· Kyllonen & Christal, 1990· Mackintosh, 1998), οδηγούν στο συλλογισμό ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί να αποτελεί τη γνωστική βάση της νοημοσύνης. Οι Conway et al. (2002) εισηγούνται ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί να συνιστά τη βάση του g του Spearman. Ως προς το ίδιο θέμα δύο ιδιαίτερα σημαντικοί ερευνητές στο θέμα της προσέγγισης της ευφυΐας από την παράδοση της επεξεργασίας πληροφοριών έχουν προβεί σε παρόμοιους ισχυρισμούς. Συγκεκριμένα ο Kyllonen (1996) υπογραμμίζει ότι η κεντρικότητα της εργαζόμενης μνήμης οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η εργαζόμενη μνήμη μπορεί πράγματι να είναι ουσιαστικά το g του Spearman. Παρομοίως, ο Jensen (1998) δηλώνει ότι τόσο κεντρικός είναι ο ρόλος της εργαζόμενης μνήμης όσον αφορά στις ατομικές διαφορές στην επεξεργασία πληροφοριών, ώστε κάποιοι γνωστικοί θεωρητικοί εξισώνουν την εργαζόμενη μνήμη με το ίδιο το g .

Ο Mackintosh (1998) σημειώνει ότι η εργαζόμενη μνήμη φαίνεται να είναι τόσο σημαντική για την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη όσο είναι και για τη ρέουσα νοημοσύνη. Υπογραμμίζει ότι ένας παράγοντας που περιορίζει την επίδοση στα έργα ρέουσας νοημοσύνης είναι η αποτελεσματικότητα της εργαζόμενης μνήμης και επισημαίνει ταυτόχρονα ότι η επίδοση σε απλά έργα εργαζόμενης μνήμης συσχετίζεται πράγματι πολύ καλά με την επίδοση στα τεστ τόσο της ρέουσας όσο και της αποκρυσταλλωμένης νοημοσύνης. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν τη διαπίστωση του Mackintosh (1998). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας η εργαζόμενη μνήμη έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση τόσο στη ρέουσα όσο και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη και οι απόλυτες τιμές των συντελεστών διαδρομής έχουν τα ίδια περίπου μεγέθη. Συγκεκριμένα, οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης μνήμης στη ρέουσα νοημοσύνη σ' όλα τα μοντέλα δομικών εξισώσεων που αφορούσαν στη ρέουσα νοημοσύνη ήταν .78, .94 και .84 και οι συντελεστές διαδρομής για την άμεση επίδραση της εργαζόμενης

μνήμης στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη σ' όλα τα μοντέλα δομικών εξισώσεων που αφορούσαν στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη ήταν .84, .64 και .95.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορεί να λεχθεί κατά πόσο το συστατικό της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης ή κατά πόσο το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή το συστατικό της επεξεργασίας και της εποπτείας, είναι αυτό που ευθύνεται για την τόσο ισχυρή σχέση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη νοημοσύνη. Ο Mackintosh (1998) εισηγείται ότι οι λειτουργίες του προγραμματισμού και της εποπτείας που αποδίδονται από τους γνωστικούς ψυχολόγους και τους νευροψυχολόγους στον κεντρικό εκτελεστή (central executive) της εργαζόμενης μνήμης ενδεχομένως να συνιστούν τη βάση της γενικής ευφυΐας. Οι Engle et al. (1999) εισηγούνται ότι ο συνδετικός κρίκος ανάμεσα στις μετρήσεις της εργαζόμενης μνήμης και στις μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης είναι η απαίτηση για ελεγχόμενη προσοχή (controlled attention). Η απαίτηση για ελεγχόμενη προσοχή αναφέρεται στην απαίτηση για ενεργό διατήρηση των πληροφοριών εν όψει συντρέχουσας επεξεργασίας και/ή μετατοπίσεων προσοχής. Η ικανοποίηση της απαίτησης για ελεγχόμενη προσοχή θεωρείται ότι είναι αρμοδιότητα του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης. Σύμφωνα με τους Engle et al. (1999) το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης διατηρεί την ενεργοποίηση των σχετικών με το στόχο πληροφοριών και εμποδίζει την ενεργοποίηση ή αναχαιτίζει τις άσχετες με το στόχο πληροφορίες. Οι Engle et al. (1999) υποστηρίζουν ότι ο κεντρικός εκτελεστής είναι το συστατικό του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της ευφυΐας. Σε συμφωνία με τους Engle et al. (1999) βρίσκονται και άλλες έρευνες στο σχετικό χώρο (Conway et al., 2002· Conway, Kane, & Engle, 2003· De Jong & Das-Smaal, 1995· Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010· Heitz, Unsworth & Engle, 2005· Kane et al., 2004).

Αντίθετα, ο Colom και οι συνεργάτες του (Colom et al., 2008· Colom, Flores-Mendoza et al., 2005· Colom, Rebollo, et al., 2006· Colom & Shih, 2004) υποστηρίζουν ότι η εργαζόμενη μνήμη παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με τη νοημοσύνη κυρίως λόγω του συστατικού της εργαζόμενης μνήμης που αφορά στη βραχύχρονη αποθήκευση των πληροφοριών. Το σκεπτικό πίσω από αυτή τη θέση είναι ότι όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης ενός ατόμου τόσο περισσότερες πληροφορίες έχει το άτομο αυτό διαθέσιμες για επίλυση προβλημάτων. Οι Colom, Abad et al. (2005) υποστηρίζουν ότι το συστατικό της βραχύχρονης αποθήκευσης του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης είναι ένα κρίσιμο θεμέλιο (crucial underpinning) του γενικού παράγοντα ευφυΐας (g). Με άλλα λόγια, ο

Colom και οι συνεργάτες του υποστηρίζουν ότι η προσωρινή αποθήκευση των πληροφοριών είναι η κύρια υποκείμενη γνωστική λειτουργία που ευθύνεται για τη σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη. Επίσης, σημειώνουν ότι η βραχύχρονη αποθήκευση συνιστά την καλύτερη υποψηφιότητα για το συστατικό-πυρήνας του συστήματος της εργαζόμενης μνήμης. Με πιο απλά λόγια, διατείνονται ότι η απλή βραχύχρονη αποθήκευση είναι το κύριο συστατικό της εργαζόμενης μνήμης. Ωστόσο πρέπει να επισημανθεί ότι, παρόλο που ο Colom και οι συνεργάτες του τονίζουν τον κεντρικό ρόλο που διαδραματίζει η απλή βραχύχρονη αποθήκευση στην ισχυρή σχέση ανάμεσα στην εργαζόμενη μνήμη και τη νοημοσύνη, αναφέρουν ότι η εκτελεστική λειτουργία της μνημονικής ενημέρωσης φαίνεται, επίσης, να εμπλέκεται στη σχέση μεταξύ εργαζόμενης μνήμης και ευφυΐας, αλλά σε μικρότερο όμως βαθμό.

Η μεταβλητή της ηλικίας στα ΜΔΕ που εξετάστηκαν αντιπροσωπεύει τους μη προσδιορισμένους βιοματικούς παράγοντες και τους μη προσδιορισμένους παράγοντες ωρίμανσης. Ανάμεσα στους μη προσδιορισμένους βιοματικούς παράγοντες εντάσσεται η τυπική και άτυπη εκπαίδευση των παιδιών. Οι μη προσδιορισμένοι παράγοντες ωρίμανσης αντανακλούν τις βιολογικές αλλαγές.

Σ' όλα τα μοντέλα που εξετάστηκαν η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην ταχύτητα επεξεργασίας. Μία ερμηνεία για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας είναι ότι η ωρίμανση που συμβαίνει με την πρόοδο της ηλικίας στις εγκεφαλικές δομές οδηγεί σε αύξηση στην ταχύτητα επεξεργασίας. Ο Jensen (2006) σημειώνει ότι δεν είναι ακόμα γνωστή η αιτία για τη συστηματική αλλαγή που συμβαίνει με την ωρίμανση στις επιδόσεις στα έργα χρόνου αντίδρασης. Υποστηρίζει ότι λογικά ενέχεται η ανάπτυξη των εγκεφαλικών δομών και λειτουργιών που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Ως προς το ίδιο θέμα ο Kail (2000) αναφέρει ότι η ανάπτυξη της ταχύτητας επεξεργασίας έχει συνδεθεί με τη νευρωνική (neural) ανάπτυξη και λειτουργία. Ο ίδιος υποστηρίζει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας αλλάζει με την ανάπτυξη λόγω, τουλάχιστον εν μέρει, υποκείμενων βιολογικών παραγόντων. Αναφέρει ότι οι αυξήσεις που συντελούνται με την πρόοδο της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών προφανώς αντανακλούν σχετικές με την ηλικία αλλαγές στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Στα τελικά (περιορισμένα) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική (ΜΔΕ 9) και την πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10) η ηλικία εξακολουθεί να έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη. Η τιμή του συντελεστή για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη είναι μέτριου μεγέθους. Είναι .40 στο ΜΔΕ 9 και .39 στο

ΜΔΕ 10. Παρόμοιο αποτέλεσμα βρέθηκε και στο μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής στην έρευνα των Fry και Hale (1996), όπως επίσης και στην έρευνα των Kail και Park (1994), μόνο που σ' αυτές τις έρευνες η τιμή του συντελεστή για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη ήταν χαμηλότερη από αυτή που βρέθηκε στην παρούσα έρευνα, αλλά ήταν και εκεί στατιστικά σημαντική. Επίσης, στην έρευνα των McAuley και White (2011) η επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη παρέμεινε σημαντική, ακόμη και μετά το στατιστικό έλεγχο της ταχύτητας επεξεργασίας. Από την άλλη, όπως φάνηκε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, υπάρχουν και έρευνες στις οποίες η άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Chuah & Maybery, 1999· Kail, 1992, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010). Για παράδειγμα, στην έρευνα των Nettelbeck και Burns (2010) στην ομάδα των παιδιών ο συντελεστής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη δεν ήταν στατιστικά σημαντικός και έτσι αφαιρέθηκε αυτή η διαδρομή από το τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής. Αντίθετα στους ενήλικες και συγκεκριμένα στην ομάδα των ενηλίκων άνω των 55 η άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη ήταν στατιστικά σημαντική και, επομένως, αυτή η διαδρομή παρέμεινε στο τελικό μοντέλο. Το ίδιο αποτέλεσμα βρέθηκε και στην έρευνα των Gregory et al. (2009) με άτομα προχωρημένης ηλικίας.

Εν κατακλείδι, όσον αφορά στην άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία έχουν προκύψει αντικρουόμενα ευρήματα. Υπάρχουν έρευνες που έδειξαν ότι η ηλικία δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία και ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη μεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας (Chuah & Maybery, 1999· Kail, 1992, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010). Αντίθετα, οι έρευνες των Fry και Hale (1996), Kail και Park (1994) και McAuley και White (2011) έδειξαν ότι η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη. Αργότερα, όμως, οι Fry και Hale (2000) υποστήριξαν ότι η άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη δεν είναι ουσιαστική λόγω του μικρού της μεγέθους.

Το εύρημα αυτό της παρούσας έρευνας που αφορά στη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη υποδεικνύει ότι οι ηλικιακές αλλαγές στην ταχύτητα και στον έλεγχο επεξεργασίας δεν ερμηνεύουν όλη τη βελτίωση που συμβαίνει με την πρόοδο της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη. Με άλλα λόγια, υπάρχουν σχετικές με την ηλικία αλλαγές, οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την ταχύτητα και από τον έλεγχο

επεξεργασίας και οι οποίες ασκούν άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία. Αυτό σημαίνει ότι επιπρόσθετα από τις αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα και τον έλεγχο επεξεργασίας, υπάρχουν και βιωματικοί ή άλλοι παράγοντες ωρίμανσης, οι οποίοι προωθούν άμεσα τις αναπτυξιακές βελτιώσεις στην εργαζόμενη μνήμη.

Μία πιθανή εξήγηση που πρότειναν οι Kail και Park (1994) είναι ότι οι σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις, στην από μέρους των παιδιών χρήση της επανάληψης ή των στρατηγικών ανάκτησης, ενδέχεται να είναι υπεύθυνες για τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη. Τα παιδιά μεγαλώνοντας, συνειδητοποιούν τη σημασία της επανάληψης συντήρησης και τον έλεγχο που ασκούν τα ίδια σ' αυτήν την επανάληψη και αναπτύσσουν στρατηγικές που τα βοηθούν να συγκρατούν περισσότερες πληροφορίες στη βραχύχρονη μνήμη τους. Μέσα από τις εμπειρίες τους, γενικά, αλλά και λόγω των αυξανόμενων απαιτήσεων της τυπικής εκπαίδευσης, τα παιδιά εξασκούνται σταδιακά στη χρήση στρατηγικών διατήρησης της πληροφορίας στη βραχύχρονη μνήμη, όπως είναι, για παράδειγμα, η συνένωση 2 ή 3 μονάδων πληροφορίας σε ένα καινούργιο σύνολο με νόημα (chunking). Με την πρόοδο της ηλικίας, δηλαδή, τα παιδιά αναπτύσσουν δεξιότητες και στρατηγικές, όπως είναι η επανάληψη συντήρησης και η συνένωση πληροφοριών σ' ένα ενιαίο σύνολο, οι οποίες συμβάλλουν στη συγκράτηση περισσότερων μονάδων πληροφορίας στη βραχύχρονη μνήμη τους. Αυτές οι μαθημένες δεξιότητες και στρατηγικές τυγχάνουν εξάσκησης με την πάροδο του χρόνου. Κάτι ανάλογο εισηγούνται και οι Brocki και Bohlin (2004), οι οποίοι αναφέρουν ότι τα μεγαλύτερα παιδιά είναι πιο ικανά στη χρήση στρατηγικών, γεγονός που έχει θετική επίδραση στην επίδοσή τους στα έργα εργαζόμενης μνήμης.

Πέραν όμως των βιωματικών παραγόντων ενδέχεται να υπάρχουν και παράγοντες ωρίμανσης, οι οποίοι επιδρούν άμεσα στην εργαζόμενη μνήμη. Ένας τέτοιος παράγοντας μπορεί να είναι οι αναπτυξιακές αλλαγές, οι οποίες συμβαίνουν στις εγκεφαλικές δομές και λειτουργίες κατά τη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Για παράδειγμα, οι αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται στο μετωπιαίο λοβό κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία ενδέχεται να είναι υπεύθυνες για ένα μεγάλο μέρος από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που έχει η ηλικία στην εργαζόμενη μνήμη. Επομένως, ένα μέρος από τη βελτίωση που παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη στα παιδιά και στους εφήβους με την πρόοδο της ηλικίας μπορεί να οφείλεται σε εγκεφαλικές δομικές και λειτουργικές αλλαγές. Ίσως μάλιστα να είναι οι ίδιες εγκεφαλικές δομές και λειτουργίες που φθείρονται στην τρίτη ηλικία και ευθύνονται για την εξασθένηση της εργαζόμενης μνήμης και, επομένως, έτσι να

εξηγείται και η στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη που βρέθηκε στις έρευνες με ενήλικες προχωρημένης ηλικίας (Gregory et al., 2009· Nettelbeck & Burns, 2010).

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση τόσο στη γενική όσο και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, ενώ αντίθετα δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη. Το εύρημα αυτό της μη στατιστικά σημαντικής άμεσης επίδρασης της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη βρέθηκε και στο ΜΔΕ 6 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης ρέουσας νοημοσύνης και στο τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη ρέουσα νοημοσύνη (ΜΔΕ 10). Όσον αφορά στο ΜΔΕ 6 το εύρημα αυτό σημαίνει ότι, ελεγχόμενων στατιστικά όλων των άλλων πηγών πρόβλεψης της ρέουσας νοημοσύνης που περιλαμβάνονται στο μοντέλο, δηλαδή, ελεγχόμενων στατιστικά των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, η ηλικία δεν προβλέπει σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τη ρέουσα νοημοσύνη. Ωστόσο η ηλικία, παρόλο που δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη, παρουσιάζει στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση σ' αυτή μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης. Με λίγα λόγια, τα ευρήματα από το ΜΔΕ 6 δείχνουν ότι η ηλικία δεν ασκεί άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη. Η επίδρασή της στη ρέουσα νοημοσύνη είναι μόνο έμμεση και μεσολαβείται από τις αλλαγές που συμβαίνουν με την πρόοδο της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη.

Το εύρημα αυτό της μη στατιστικά σημαντικής άμεσης επίδρασης της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη βρέθηκε, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, και στο τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη ρέουσα νοημοσύνη (ΜΔΕ 10). Το εύρημα αυτό στα πλαίσια του μοντέλου αναπτυξιακής διαδοχής για τη ρέουσα νοημοσύνη υποδεικνύει ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη είναι υπεύθυνες για το μεγαλύτερο μέρος από τη βελτίωση που συμβαίνει με την πρόοδο της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη. Οι σχετικές με την ηλικία αλλαγές που συντελούνται στη ρέουσα νοημοσύνη μεσολαβούνται διαδοχικά από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, στον έλεγχο επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη. Με πιο απλά λόγια, σχεδόν όλη η επίδραση της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη είναι έμμεση και μεσολαβείται από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται στις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, δηλαδή την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη.

Ως προς το θέμα της άμεσης επίδρασης της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη οι προηγούμενες έρευνες έχουν καταλήξει σε αντικρουόμενα ευρήματα. Η έρευνα των Fry και Hale (1996) σε δείγμα παιδιών και νεαρών ενηλίκων έδειξε ότι ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη ήταν στατιστικά σημαντικός και στα δύο μοντέλα ανάλυσης διαδρομής που εξέτασαν. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα ευρήματα εκείνων των ερευνών, οι οποίες εισηγούνται ότι η ηλικία δεν έχει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη ρέουσα νοημοσύνη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία (Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010). Για τη μέτρηση της πρακτικής νοημοσύνης στο τεστ WASI, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί στην παρούσα έρευνα, έχουν επιλεγεί οι δοκιμασίες της Κατασκευής Σχεδίων με Κύβους και των Μήτρων Συλλογισμού. Αυτές οι δοκιμασίες θεωρούνται πολύ καλές μετρήσεις της ρέουσας νοημοσύνης (Kaufman, 2000).

Το εύρημα της παρούσας έρευνας για τη μη ύπαρξη στατιστικά σημαντικής άμεσης επίδρασης από την ηλικία στη ρέουσα νοημοσύνη επιβεβαιώνει ότι η ρέουσα νοημοσύνη δεν είναι δεκτική περιβαλλοντικών επιδράσεων, δηλαδή με άλλα λόγια, δεν επηρεάζεται ούτε από την τυπική και άτυπη εκπαίδευση ούτε από τις εμπειρίες που αποκτούν τα παιδιά με την πρόοδο της ηλικίας. Το εύρημα αυτό συνηγορεί υπέρ της θέσης του Cattell (1963, 1971), ο οποίος πρότεινε ότι η ρέουσα νοημοσύνη προκύπτει από γενετικές και βιολογικές επιδράσεις. Επομένως, το εύρημα αυτό έρχεται σ' αντίθεση με τη θέση που υποστήριξε η Horn (1994) σύμφωνα με την οποία τόσο η ρέουσα όσο και η αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη δέχονται ξεχωριστές κληρονομικές και πολιτισμικές επιδράσεις. Σύμφωνα με τον ίδιο τον Cattell (1971) η ρέουσα νοημοσύνη συνιστά έκφραση του επιπέδου της συνθετότητας των σχέσεων, τις οποίες ένα άτομο μπορεί να αντιληφθεί και να δράσει πάνω σ' αυτές, όταν δεν έχει αποθηκευμένες στη μνήμη του απαντήσεις για τέτοια σύνθετα προβλήματα, στις οποίες να μπορεί να προσφύγει. Επομένως, η ρέουσα ευφυΐα αναφέρεται σε ικανότητες της σκέψης, οι οποίες «αναδύονται» στην πορεία της ανάπτυξης, καθιστώντας εφικτή την επίλυση αφηρημένων προβλημάτων συλλογισμού, όπως είναι για παράδειγμα οι μήτρες συλλογισμού. Με άλλα λόγια, αναφέρεται στο βιολογικό δυναμικό του ατόμου για σύλληψη των σχέσεων ανάμεσα σε διάφορα στοιχεία-ερεθίσματα, εξαγωγή συμπερασμάτων και ευέλικτη προσαρμογή μπροστά σε καινοφανή έργα και καταστάσεις (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966).

Σε αντίθεση με τη ρέουσα νοημοσύνη ο συντελεστής διαδρομής για την άμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική/αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη είναι στατιστικά σημαντικός. Το

εύρημα αυτό βρέθηκε και στο ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης και στο τελικό (περιορισμένο) μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9). Όσον αφορά στο ΜΔΕ 5 το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι, κρατώντας σταθερές όλες τις άλλες πηγές πρόβλεψης της λεκτικής νοημοσύνης που περιλαμβάνονται στο μοντέλο, δηλαδή κρατώντας σταθερές τις τρεις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, η ηλικία προβλέπει σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο τη λεκτική νοημοσύνη. Όσον αφορά στο τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9) το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας, στον έλεγχο επεξεργασίας και στην εργαζόμενη μνήμη δεν ερμηνεύουν όλη τη βελτίωση που συμβαίνει με την πρόοδο της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη. Επομένως, υπάρχουν σχετικές με την ηλικία αλλαγές, οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την ταχύτητα, από τον έλεγχο επεξεργασίας και από την εργαζόμενη μνήμη και οι οποίες ασκούν άμεση επίδραση στη λεκτική νοημοσύνη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία. Αυτό σημαίνει ότι επιπρόσθετα από τις αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα, τον έλεγχο επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη, υπάρχουν και βιωματικοί ή και ενδεχομένως άλλοι παράγοντες ωρίμανσης, οι οποίοι προωθούν άμεσα τις αναπτυξιακές βελτιώσεις στη λεκτική νοημοσύνη.

Η λεκτική ή αλλιώς αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη εξαρτάται από την προηγούμενη εμπειρία, τις εκπαιδευτικές και τις πολιτισμικές επιρροές (Cattell, 1963, 1971· Horn & Cattell, 1966). Με άλλα λόγια, αυτός ο τύπος νοημοσύνης επηρεάζεται από την τυπική και την άτυπη εκπαίδευση και συχνά αντανακλά πολιτισμική αφομοίωση. Επομένως, είναι αναμενόμενο να επηρεάζεται άμεσα από τη μεταβλητή της ηλικίας, αφού τα παιδιά με την πρόοδο της ηλικίας αποκτούν ολοένα και περισσότερες δεξιότητες και γνώσεις, τις οποίες συστηματικά διδάσκονται ή μαθαίνουν μέσα από την εκπαίδευση, την εμπειρία τους και τις πολιτισμικές επιδράσεις. Η στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη που βρέθηκε στην παρούσα έρευνα, τόσο στο ΜΔΕ 5 για την πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής νοημοσύνης όσο και στο τελικό μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 9), αντανακλά βιωματικούς παράγοντες, οι οποίοι ασκούν άμεσα την επίδρασή τους καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν.

Τα αποτελέσματα σύμφωνα με το ΜΔΕ 3 δείχνουν ότι η ηλικία, πέρα από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που έχει στη γενική νοημοσύνη, παρουσιάζει και στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση σ' αυτή. Ένα μεγάλο μέρος από τη συνολική επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από σχετιζόμενες με την ηλικία αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Με άλλα λόγια, ένα μεγάλο μέρος των αναπτυξιακών

αλλαγών που συντελούνται στη γενική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Αυτό σημαίνει ότι η εργαζόμενη μνήμη λειτουργεί ως σημαντικός διαμεσολαβητικός παράγοντας, ο οποίος “μεταφέρει” ένα σημαντικό μέρος της επίδρασης που δέχεται από την ηλικία στη γενική νοημοσύνη. Όπως και στην περίπτωση της γενικής νοημοσύνης, η ηλικία πέρα από τη στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση που έχει στη λεκτική νοημοσύνη, παρουσιάζει και στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση σ’ αυτή. Τα αποτελέσματα για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στη λεκτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 5) είναι τα ίδια με αυτά που έχουν προκύψει για την έμμεση επίδραση της ηλικίας στη γενική νοημοσύνη. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι ένα μεγάλο μέρος των σχετικών με την ηλικία αυξήσεων που συντελούνται στη λεκτική νοημοσύνη διαμεσολαβείται από σχετικές με την ηλικία βελτιώσεις που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν προκύψει και αναφορικά με την έμμεση επίδραση της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 6). Στο ΜΔΕ 6 το εύρημα της στατιστικά σημαντικής έμμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη σε συνδυασμό με το εύρημα της μη στατιστικά σημαντικής άμεσης επίδρασης της ηλικίας στην πρακτική νοημοσύνη δείχνει ότι οι σχετιζόμενες με την ηλικία αυξήσεις που πραγματοποιούνται στην πρακτική νοημοσύνη κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία διαμεσολαβούνται στην πλειοψηφία τους από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Εν κατακλείδι, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 οι αναπτυξιακές αλλαγές τόσο στη γενική όσο και στη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη ξεχωριστά διαμεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη.

Τα αποτελέσματα των ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 δείχνουν ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη (γενική, λεκτική και πρακτική) δε διαμεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας ή από αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στον έλεγχο επεξεργασίας. Εδώ πρέπει να διευκρινιστεί ένα σημείο, ώστε να μην παρερμηνευθούν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Λέγοντας ότι σύμφωνα με τα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 οι αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη δε διαμεσολαβούνται από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας, εννοούμε ότι οι αλλαγές που συμβαίνουν με την ανάπτυξη στην ταχύτητα επεξεργασίας δεν οδηγούν άμεσα σε αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη. Το ίδιο ισχύει και για τον έλεγχο επεξεργασίας. Οι αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στον έλεγχο επεξεργασίας δεν οδηγούν άμεσα σε αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη. Μόνο οι αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη οδηγούν άμεσα σε αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη, τόσο τη γενική όσο και τη λεκτική και την

πρακτική νοημοσύνη ξεχωριστά. Αυτό είναι το συμπέρασμα που εξάγεται από τα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6. Ωστόσο δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο οι αναπτυξιακές αλλαγές τόσο στην ταχύτητα όσο και στον έλεγχο επεξεργασίας να οδηγούν έμμεσα σε αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη μέσα από την επίδραση που ασκούν σε άλλους παράγοντες. Αυτό είναι κάτι που δεν μπορούν να απαντήσουν τα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6. Αυτό το ενδεχόμενο εξετάστηκε με τα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής (ΜΔΕ 9 και ΜΔΕ 10), των οποίων τα αποτελέσματα συζητούνται σε μεταγενέστερο σημείο του κειμένου.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα ΜΔΕ 3, ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 ένα μεγάλο μέρος από τη σχετική με την ηλικία αύξηση στη γενική, τη λεκτική και την πρακτική ευφυΐα στα παιδιά μπορεί να αποδοθεί στη βελτίωση που συμβαίνει με την ανάπτυξη στην εργαζόμενη μνήμη. Οι σχετικές με την ηλικία αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη συμβάλλουν στην ανάπτυξη τόσο της ρέουσας/πρακτικής όσο και της αποκρυσταλλωμένης/λεκτικής νοημοσύνης των παιδιών καθώς αυτά ωριμάζουν. Ως προς το θέμα αυτό αλλά με αναφορά μόνο στη ρέουσα νοημοσύνη οι Carpenter, Just και Shell (1990) στη θεωρία τους για τη ρέουσα νοημοσύνη εισηγήθηκαν ότι οι σχετικές με την ηλικία αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη συμβάλλουν στη βελτίωση της ρέουσας νοημοσύνης των παιδιών καθώς αυτά μεγαλώνουν. Ίδια αποτελέσματα με αυτά που βρέθηκαν στην παρούσα έρευνα για το ρόλο που διαδραματίζουν οι αναπτυξιακές αλλαγές της εργαζόμενης μνήμης στην ανάπτυξη της λεκτικής και της πρακτικής νοημοσύνης βρήκαν και άλλοι ερευνητές, οι οποίοι όμως μελέτησαν μόνο την πρακτική νοημοσύνη (Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010).

5.4 Αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ηλικία, την ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη

Το θέμα της αναπτυξιακής διαδοχής (developmental cascade) αφορά στο πώς οι αναπτυξιακές αυξήσεις σε διάφορες πτυχές της νόησης επηρεάζουν η μία την άλλη. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επιβεβαιώνουν την υπόθεση που διατυπώθηκε στην αρχή ότι η αύξηση που συντελείται με την ωρίμανση στην ταχύτητα επεξεργασίας καταλήγει σε βελτιώσεις στον έλεγχο επεξεργασίας, οι οποίες οδηγούν σε αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη, η οποία στη συνέχεια επηρεάζει άμεσα τη νοημοσύνη, τόσο τη ρέουσα όσο και την αποκρυσταλλωμένη.

Οι Fry και Hale (1996) εξέτασαν σε δείγμα παιδιών και νεαρών ενηλίκων τις αιτιώδεις αναπτυξιακές σχέσεις ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και τη ρέουσα νοημοσύνη. Σύμφωνα με το μοντέλο γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής, που πρότειναν οι Kail και Salthouse (1994) και επιβεβαίωσε η έρευνα των Fry και Hale (1996), με την πάροδο του χρόνου κατά την παιδική και την εφηβική ηλικία η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών γίνεται πιο γρήγορη, οδηγώντας σε βελτίωση στην εργαζόμενη μνήμη και η βελτιωμένη εργαζόμενη μνήμη, στη συνέχεια, καταλήγει σε αύξηση στη ρέουσα νοημοσύνη. Το μοντέλο αυτό επιβεβαιώθηκε αργότερα και από άλλους ερευνητές (Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010). Μάλιστα τα αποτελέσματα του Kail (2007) έδειξαν ότι αυτό το μοντέλο ισχύει και σε διαχρονικό επίπεδο.

Αναφερόμενοι στο θέμα της αναπτυξιακής διαδοχής οι Fry και Hale (2000) επισημαίνουν ότι όσον αφορά στην επίδραση που έχουν οι ηλικιακές αυξήσεις της ταχύτητας επεξεργασίας πάνω στην εργαζόμενη μνήμη τα ευρήματα δείχνουν ότι η επίδραση της ταχύτητας στην εργαζόμενη μνήμη είναι έμμεση, τουλάχιστον στην περίπτωση των παιδιών της σχολικής ηλικίας και της λεκτικής εργαζόμενης μνήμης. Σε αυτή την περίπτωση η ταχύτητα επεξεργασίας φαίνεται να ασκεί την επίδρασή της στην εργαζόμενη μνήμη μέσω της επίδρασής της στο ρυθμό της συγκαλυμμένης επανάληψης, όπως αυτή μετρείται με το ρυθμό εκφοράς λόγου (articulation rate) (Kail, 1992· Kail & Park, 1994). Αναφερόμενοι σε μία άλλη πτυχή του θέματος της αναπτυξιακής διαδοχής οι Fry και Hale (2000) δηλώνουν ότι όσον αφορά στην επίδραση που έχουν οι σχετικές με την ηλικία αυξήσεις στην εργαζόμενη μνήμη πάνω στη νοημοσύνη τα ευρήματα εισηγούνται ότι μεγάλο μέρος των αναπτυξιακών αυξήσεων στην επίδοση στα τεστ ευφυΐας αποδίδεται σε αναπτυξιακές βελτιώσεις που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη (Fry & Hale, 1996, 2000· Kail, 2007· Miller & Vernon, 1996· Nettelbeck & Burns, 2010). Αυτή τη θέση υποστηρίζουν και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας όντας σε συμφωνία με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών στο θέμα αυτό. Επιπλέον, όμως, η παρούσα έρευνα έδειξε ότι τα ευρήματα αυτά ισχύουν τόσο για τη ρέουσα όσο και για την αποκρυσταλλωμένη ευφυΐα.

Αναφορικά με την επίδραση που έχουν οι σχετικές με την ηλικία αυξήσεις στην ταχύτητα επεξεργασίας πάνω στη νοημοσύνη οι Fry και Hale (2000) υπογραμμίζουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της επίδρασης που έχει η σχετική με την ηλικία αύξηση στην ταχύτητα επεξεργασίας πάνω στη ρέουσα νοημοσύνη φαίνεται να μεσολαβείται μέσα από την επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη (Fry & Hale, 1996· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010), όπως αρχικά είχαν εισηγηθεί οι Kail και Salthouse (1994). Επιπρόσθετα,

όπως σημειώνουν οι Fry και Hale (1996, 2000), το μεγαλύτερο μέρος της επίδρασης που ασκεί η σχετική με την ηλικία βελτίωση στην εργαζόμενη μνήμη πάνω στη ρέουσα νοημοσύνη αποδίδεται στην επίδραση που ασκεί η αύξηση της ταχύτητας επεξεργασίας πάνω στην εργαζόμενη μνήμη, παρέχοντας έτσι περαιτέρω στήριξη στο φαινόμενο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχικής ακολουθίας (cognitive developmental cascade). Η πρωτοτυπία της παρούσας έρευνας έγκειται μεταξύ άλλων στο ότι προσθέτει σ' αυτή τη γνωστική αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία τον παράγοντα του ελέγχου επεξεργασίας ή αλλιώς της προσοχής, όπως επίσης και τον παράγοντα της αποκρυσταλλωμένης/λεκτικής νοημοσύνης.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα το θέμα που αφορά στο κατά πόσο οι αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη (ρέουσα και αποκρυσταλλωμένη) διαμεσολαβούνται από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν σε κάποια ή κάποιες από τις παραμέτρους του γνωστικού συστήματος, απαιτείται να εξετάσουμε συνδυασμένα τα αποτελέσματα των ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 από τη μια και τα αποτελέσματα των ΜΔΕ 9 και ΜΔΕ 10 από την άλλη. Τα ΜΔΕ 5 και ΜΔΕ 6 αφορούν στην πρόβλεψη της αναπτυσσόμενης λεκτικής και της αναπτυσσόμενης πρακτικής νοημοσύνης, αντίστοιχα, και δείχνουν ότι οι αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη δε διαμεσολαβούνται ούτε από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας ούτε από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στον έλεγχο επεξεργασίας. Διαμεσολαβούνται μόνο από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην εργαζόμενη μνήμη. Τα ΜΔΕ 9 και ΜΔΕ 10 είναι τα τελικά (περιορισμένα) μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, αντίστοιχα, και δείχνουν ότι η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση τόσο στη λεκτική (ΜΔΕ 9) όσο και στην πρακτική νοημοσύνη (ΜΔΕ 10) μέσα από τη διαμεσολάβηση της ταχύτητας επεξεργασίας, του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Επίσης, τα ΜΔΕ 9 και ΜΔΕ 10 δείχνουν ότι η ταχύτητα επεξεργασίας έχει στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση του ελέγχου επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης. Επιπλέον, δείχνουν ότι ο έλεγχος επεξεργασίας έχει στατιστικά σημαντική έμμεση επίδραση τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη μέσα από τη διαμεσολάβηση της εργαζόμενης μνήμης. Τα πιο πάνω αποτελέσματα από τα ΜΔΕ 5, ΜΔΕ 6, ΜΔΕ 9 και ΜΔΕ 10, όταν ιδωθούν συνδυασμένα, οδηγούν σ' ένα συμπέρασμα: οι αναπτυξιακές αλλαγές στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη διαμεσολαβούνται από τις αναπτυξιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη. Η εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει τις αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται στη

λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη άμεσα, ενώ η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας τις επηρεάζουν έμμεσα.

Τα πιο πάνω αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι συνεπή με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών στο θέμα της αναπτυξιακής διαδοχής όσον αφορά στις αιτιώδεις αναπτυξιακές σχέσεις ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας, την εργαζόμενη μνήμη και την πρακτική/ρέουσα νοημοσύνη. Οι Fry και Hale (1996) προτείνουν ότι ένα μεγάλο μέρος από τη συνολική επίδραση της ηλικίας στη ρέουσα νοημοσύνη μεσολαβείται από ηλικιακές αλλαγές που συμβαίνουν στην ταχύτητα επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη και ότι ένα μεγάλο μέρος από τη συνολική επίδραση της ηλικίας στην εργαζόμενη μνήμη μεσολαβείται από ηλικιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Ο Kail (2007) υποστηρίζει την ύπαρξη μίας αιτιώδους αλυσίδας στην οποία η εργαζόμενη μνήμη επηρεάζει την αναπτυξιακή αλλαγή στη ρέουσα νοημοσύνη άμεσα και η ταχύτητα επεξεργασίας την επηρεάζει έμμεσα. Η παρούσα έρευνα επεκτείνει το μοντέλο αναπτυξιακής διαδοχής, για να συμπεριλάβει τον έλεγχο επεξεργασίας και τη λεκτική/αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη, μεταβλητές οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής που εξέτασαν οι προηγούμενες έρευνες στο χώρο.

Σύμφωνα με τα προτεινόμενα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική ευφυΐα, που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας, και όπως επιβεβαίωσαν τα τελικά μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής, η ταχύτητα επεξεργασίας δεν έχει άμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη. Αφαιρέθηκε αυτή η διαδρομή από τα τελικά μοντέλα, γιατί δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η ταχύτητα επεξεργασίας έχει στατιστικά σημαντική μόνο έμμεση επίδραση στην εργαζόμενη μνήμη. Η επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στην εργαζόμενη μνήμη μεσολαβείται από τον έλεγχο επεξεργασίας. Δεδομένου ότι οι προηγούμενες έρευνες στο χώρο (Fry & Hale, 1996· Kail, 2007· Nettelbeck & Burns, 2010) δεν συμπεριελάμβαναν τον έλεγχο επεξεργασίας στα μοντέλα γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής που εξέτασαν, η τοποθέτηση/κατάταξη του ελέγχου επεξεργασίας σ' αυτό το σημείο/θέση της αναπτυξιακής διαδοχής συνιστά εισήγηση της παρούσας έρευνας στην προσπάθεια να καταταγούν σειριακά/διαδοχικά οι παράγοντες που καθορίζουν το φαινόμενο της ψυχομετρικά οριζόμενης ευφυΐας.

Σύμφωνα με τον Kail (1991b) η επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας στη γνωστική ανάπτυξη ενδέχεται να είναι διάχυτη και να αντιπροσωπεύει ένα θεμελιώδη μηχανισμό γνωστικής αναπτυξιακής αλλαγής. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας εισηγούνται ότι η ταχύτητα επεξεργασίας αποτελεί τον «κινητήρα» της γνωστικής αναπτυξιακής αλλαγής. Με

άλλα λόγια, αποτελεί το «εφαλτήριο» της γνωστικής ανάπτυξης. Ο Kail (2000) υποστηρίζει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας δεν είναι απλά ένας από τους πολλούς, διαφορετικούς και ανεξάρτητους παράγοντες, οι οποίοι συμβάλλουν στη νοημοσύνη, αλλά αντίθετα η ταχύτητα επεξεργασίας συνδέεται αιτιωδώς με τις άλλες παραμέτρους του γνωστικού συστήματος που επιδρούν στη νοημοσύνη. Υποστηρίζει ότι οι λειτουργίες του γνωστικού συστήματος επηρεάζονται από την ταχύτητα επεξεργασίας άμεσα ή έμμεσα διά της επίδρασης που έχει η ταχύτητα επεξεργασίας σε κάποια άλλη παράμετρο του συστήματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας η ταχύτητα επεξεργασίας έχει άμεση επίδραση μόνο στον έλεγχο επεξεργασίας. Όσον αφορά στην εργαζόμενη μνήμη, τη ρέουσα και την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη η επίδραση της ταχύτητας επεξεργασίας είναι μόνο έμμεση.

Ο Kail (2000) επισημαίνει ότι η ταχύτητα επεξεργασίας αντιπροσωπεύει ένα μηχανισμό, ο οποίος δεν είναι ειδικός για συγκεκριμένα έργα ή πεδία, αλλά αντίθετα αντιπροσωπεύει ένα βασικό, θεμελιώδες χαρακτηριστικό του αναπτυσσόμενου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Πρόκειται για έναν καθολικό μηχανισμό καταγραφής και κωδικοποίησης των πληροφοριών. Με άλλα λόγια, πρόκειται για ένα γενικότερο μηχανισμό πρόσληψης και αναγνώρισης της πληροφορίας, ο οποίος διαπερνά όλες τις πτυχές της νόησης και θέτει περιορισμούς σ' όλο το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών. Όλες οι λειτουργίες του γνωστικού συστήματος εξαρτώνται και επηρεάζονται από το πόσο γρήγορα τυγχάνουν επεξεργασίας οι πληροφορίες. Επομένως, η ταχύτητα επεξεργασίας περιορίζει γενικά τη γνωστική ανάπτυξη θέτοντας περιορισμούς στην ταχύτητα με την οποία εκτελούνται όλες οι γνωστικές λειτουργίες. Όσο ταχύτερος είναι ο ρυθμός επεξεργασίας τόσο περισσότερες πληροφορίες μπορούν να τύχουν επεξεργασίας στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή, τόσο περισσότερες πληροφορίες θα τύχουν προσοχής, ελέγχου, αναχαίτισης ή περαιτέρω επεξεργασίας και βραχύχρονης αποθήκευσης στην εργαζόμενη μνήμη για χρήση σε τρέχουσες λειτουργίες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας με την πάροδο του χρόνου κατά τη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας τα παιδιά καθίστανται ικανά να επεξεργάζονται πληροφορίες ολοένα και πιο γρήγορα, γεγονός που ανοίγει το δρόμο για αλλαγές στις άλλες παραμέτρους του γνωστικού συστήματος. Η ταχύτερη επεξεργασία πληροφοριών οδηγεί σε πιο αποτελεσματική άσκηση των επιτελικών και των μνημονικών λειτουργιών. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στον έλεγχο της επεξεργασίας η γρηγορότερη επεξεργασία πληροφοριών οδηγεί σε αποτελεσματικότερο έλεγχο της επεξεργασίας. Όσο πιο γρήγορα συντελεστεί η αδρή αντιληπτική ανάλυση που εκτελεί το γνωστικό σύστημα στα

αισθητηριακά εισιόντα, τόσο πιο γρήγορα και αποτελεσματικά ασκούνται οι λειτουργίες της προσοχής, με αποτέλεσμα η προσοχή να εξασφαλίζει τη γρήγορη διαθεσιμότητα των πληροφοριών που προέρχονται από εξωτερικές πηγές και αφορούν στην τρέχουσα επεξεργασία. Επιπλέον, η προσοχή βοηθά στην αποτελεσματική επεξεργασία, παρέχοντας τους πόρους που καθιστούν εφικτή τη συνεχιζόμενη εκτέλεση του πλάνου επεξεργασίας (Schweizer & Moosbrugger, 2004). Ο αποτελεσματικότερος έλεγχος της επεξεργασίας καταλήγει σε αποτελεσματικότερη χρήση της εργαζόμενης μνήμης. Η εργαζόμενη μνήμη κυριαρχεί στην ανώτερη νοητική επεξεργασία στο βαθμό που αυτή η ανώτερη νοητική επεξεργασία είναι ελεγχόμενη (Schweizer & Moosbrugger, 2004). Η αποτελεσματικότερη χρήση της εργαζόμενης μνήμης οδηγεί στη συνέχεια σε υψηλότερη επίδοση στα τεστ νοημοσύνης, τόσο της ρέουσας όσο και της αποκρυσταλλωμένης. Οι Demetriou et al. (2013) εύστοχα επισημαίνουν ότι οι γνωστικές λειτουργίες είναι αναπτυξιακά συνυφασμένες (developmentally entangled). Με άλλα λόγια, η αναπτυξιακή αλλαγή σε μία γνωστική διαδικασία σ' ένα κατώτερο/βασικότερο επίπεδο είναι λειτουργικά απαραίτητη για την αλλαγή σε μία γνωστική διαδικασία σ' ένα ανώτερο επίπεδο.

Ο έλεγχος επεξεργασίας στα μοντέλα που εξετάστηκαν αντιπροσωπεύει επιτελικές λειτουργίες, δίκτυα προσοχής και επηρεάζεται άμεσα από το πόσο γρήγορα γίνεται η επεξεργασία της πληροφορίας. Για παράδειγμα, η λειτουργία της διαχείρισης και της επίλυσης της σύγκρουσης στο έργο Ελέγχου Δικτύων Προσοχής πρέπει να εκτελεστεί γρήγορα. Όσο πιο γρήγορα το γνωστικό σύστημα καταγράψει και κωδικοποιήσει/αναγνωρίσει τα ερεθίσματα, τόσο πιο γρήγορα θα μπορεί το άτομο να αντιληφθεί σε ποια κατεύθυνση δείχνει το ερέθισμα-στόχος και άρα να επιτελέσει γρήγορα τη λειτουργία της διαχείρισης και επίλυσης της σύγκρουσης, αναχαιτίζοντας τις παρεμβαίνουσες πληροφορίες που προέρχονται από τα άσχετα γειτνιάζοντα ερεθίσματα. Επομένως, η γρήγορη ταχύτητα επεξεργασίας έχει ως αποτέλεσμα και η διαχείριση και η επίλυση της σύγκρουσης να εκτελούνται πιο γρήγορα. Με άλλα λόγια, πρέπει να γίνει μία πρώτη γρήγορη καταγραφή και αναγνώριση της πληροφορίας, ούτως ώστε να μπορεί το σύστημα να αποφασίσει αν η πληροφορία αυτή θα τύχει προσοχής και περαιτέρω επεξεργασίας ή αν θα παρεμποδιστεί και θα αγνοηθεί. Ως εκ τούτου πρέπει να μπορεί το γνωστικό σύστημα να καταγράψει και να αναγνωρίσει τις πληροφορίες πολύ γρήγορα και μετά να ασκήσει επιτελικές λειτουργίες πάνω τους και να αποφασίσει πώς θα αντιδράσει. Επομένως, οι αναπτυξιακές αλλαγές που συντελούνται με την πρόοδο της ηλικίας στην ταχύτητα επεξεργασίας ανοίγουν το δρόμο για αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο της επεξεργασίας/προσοχής.

Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τα προτεινόμενα μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής για τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη, που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας, και όπως επιβεβαίωσαν τα τελικά μοντέλα αναπτυξιακής διαδοχής, η ηλικία δεν έχει άμεση επίδραση στον έλεγχο επεξεργασίας. Η διαδρομή αυτή αφαιρέθηκε από τα τελικά μοντέλα, γιατί δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η ηλικία έχει στατιστικά σημαντική μόνο έμμεση επίδραση στον έλεγχο επεξεργασίας. Η επίδραση της ηλικίας στον έλεγχο επεξεργασίας μεσολαβείται από την ταχύτητα επεξεργασίας. Το ίδιο αποτέλεσμα βρέθηκε και στην έρευνα των McAuley και White (2011), στην οποία μετά το στατιστικό έλεγχο της ταχύτητας επεξεργασίας η επίδραση της ηλικίας στον έλεγχο επεξεργασίας και συγκεκριμένα στην αναχαίτιση της αντίδρασης δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Επομένως, καταλήγουν οι πιο πάνω ερευνητές, οι αναπτυξιακές αλλαγές στην αναχαίτιση της αντίδρασης διαμεσολαβούνται στην πλειοψηφία τους από αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι σχετικές με την ηλικία αλλαγές που συντελούνται στην ταχύτητα επεξεργασίας ανοίγουν το δρόμο για αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας. Επιπρόσθετα, ο έλεγχος της επεξεργασίας/προσοχής μπήκε σ' αυτή τη θέση στην αναπτυξιακή διαδοχή, μεταξύ της ταχύτητας επεξεργασίας και της εργαζόμενης μνήμης, γιατί όπως υποστηρίζει ο Barkley (1997) η λειτουργία της αναστολής, η οποία περιλαμβάνει την αναστολή των κυρίαρχων (prepotent) αντιδράσεων, την παύση των τρεχουσών αντιδράσεων και τον έλεγχο των παρεμβάσεων/παρεμβολών, συμβάλλει θεμελιωδώς στη λειτουργία ποικίλων άλλων εκτελεστικών λειτουργιών, όπως είναι για παράδειγμα η εργαζόμενη μνήμη. Η ανάπτυξη των εκτελεστικών λειτουργιών σύμφωνα με τον Barkley (1997) εξαρτάται από την ανάπτυξη της λειτουργίας της αναστολής. Η θεωρία του Barkley (1997) υποστηρίζει ότι υπάρχει μία προοδευτική ανάπτυξη της λειτουργίας της αναστολής, η οποία είναι παράλληλη με την ανάπτυξη των προμετωπιαίων περιοχών του εγκεφάλου, και ότι η ανάπτυξη των εκτελεστικών λειτουργιών και άρα και της εργαζόμενης μνήμης είναι εξαρτώμενη από την ανάπτυξη των γνωστικών διαδικασιών που ονομάζονται συμπεριφορική αναστολή (behavioral inhibition). Συνεπώς, συγκρινόμενα με τα μεγαλύτερα παιδιά, τα νεαρότερα παιδιά είναι λιγότερο αποτελεσματικά στη συμπεριφορική αναστολή και κατ' επέκταση σ' όλες τις εκτελεστικές λειτουργίες που εξαρτώνται από αυτήν.

Τα ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας, αυξημένος έλεγχος προσοχής και αυξημένη εργαζόμενη μνήμη συνιστούν παράγοντες που ωθούν τις αναπτυξιακές αλλαγές τόσο στη λεκτική όσο και στην πρακτική νοημοσύνη. Η διαφορά είναι

ότι η εργαζόμενη μνήμη ωθεί τις αναπτυξιακές αλλαγές στη λεκτική και στην πρακτική νοημοσύνη άμεσα, ενώ η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας το κάνουν έμμεσα.

Ωστόσο, πρέπει να προσδιοριστούν οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί μέσα από τους οποίους αυτή η γνωστική αναπτυξιακή διαδοχική ακολουθία ανάμεσα στην ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο επεξεργασίας και την εργαζόμενη μνήμη οδηγεί σε αναπτυξιακές αλλαγές στη ρέουσα και στην αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Με άλλα λόγια, απαιτείται να προσδιοριστούν συγκεκριμένοι υποκείμενοι μηχανισμοί μέσα από τους οποίους οι αναπτυξιακές αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας οδηγούν σε αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας, στη συνέχεια οι αναπτυξιακές αλλαγές στον έλεγχο επεξεργασίας οδηγούν σε αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη και ακολούθως οι αναπτυξιακές αλλαγές στην εργαζόμενη μνήμη οδηγούν/καταλήγουν σε αναπτυξιακές αλλαγές στη νοημοσύνη, τόσο τη ρέουσα όσο και την αποκρυσταλλωμένη.

5.5 Περιορισμοί και αδυναμίες της παρούσας έρευνας

Προτού μπορέσει κανείς να μιλήσει για αιτιότητα πρέπει τα αποτελέσματα αυτά να επιβεβαιωθούν και από άλλες έρευνες. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα δείγμα μεγέθους 158 συμμετεχόντων είναι μικρότερο από το ιδανικό δεδομένης της συνθετότητας των μοντέλων που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα. Η ομοιότητα, όμως, κάποιων ευρημάτων της παρούσας έρευνας με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών στο σχετικό χώρο εισηγείται ότι τα αποτελέσματα αυτά χαρακτηρίζονται από αξιοπιστία. Ωστόσο, επειδή η έρευνα αυτή πρωτοτυπεί σε πολλά σημεία και ερευνά ερωτήματα που δεν έχουν διερευνηθεί από τις προηγούμενες έρευνες, προβάλλει ακόμη πιο επιβεβλημένη η ανάγκη διεξαγωγής και άλλων ερευνών, οι οποίες θα καταπιαστούν με τα ίδια ερευνητικά ερωτήματα και θα εξετάσουν στο ίδιο ηλικιακό φάσμα τις σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές που συμπεριέλαβε η παρούσα έρευνα.

Όπως έχει ήδη λεχθεί πιο πάνω, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να υποδείξουν κατά πόσο το συστατικό της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης ή κατά πόσο το συστατικό του κεντρικού εκτελεστή της εργαζόμενης μνήμης, δηλαδή το συστατικό της επεξεργασίας και της εποπτείας, είναι αυτό που ευθύνεται για την τόσο ισχυρή σχέση που

παρουσιάζει η εργαζόμενη μνήμη με τη νοημοσύνη. Επομένως, απαιτείται να διεξαχθούν και άλλες έρευνες, οι οποίες θα επιδιώξουν να απαντήσουν αυτό το ερώτημα.

Εν κατακλείδι η παρούσα έρευνα κάλυψε όλο το ηλικιακό φάσμα της σχολικής ηλικίας από τα 7 μέχρι τα 18 χρόνια. Η πρωτοτυπία της παρούσας έρευνας έγκειται εν μέρει στο ότι συμπεριέλαβε μία περιεκτική και ταυτόχρονη αξιολόγηση και των τριών παραμέτρων του γνωστικού συστήματος, χρησιμοποιώντας ποικίλες μετρήσεις για την καθεμία, έχοντας ως στόχο να αποκαλύψει τη σχέση που παρουσιάζει η κάθε παράμετρος με την ψυχομετρικά οριζόμενη νοημοσύνη, όταν ελέγχονται στατιστικά οι άλλες δύο παράμετροι. Επιπλέον, η έρευνα αυτή χαρακτηρίζεται από πρωτοτυπία, γιατί εξέτασε τη σχέση της κάθε παραμέτρου τόσο με τη γενική νοημοσύνη όσο και με τη ρέουσα/πρακτική και την αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη ξεχωριστά. Επιπρόσθετα, η σχέση της κάθε παραμέτρου με τη λεκτική και την πρακτική νοημοσύνη εξετάστηκε τόσο σε επίπεδο αναπτυξιακών αλλαγών όσο και σε επίπεδο ατομικών διαφορών. Πέρα από αυτά, η παρούσα έρευνα επέκτεινε το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής, για να συμπεριλάβει τον έλεγχο επεξεργασίας/προσοχή και την αποκρυσταλλωμένη νοημοσύνη και εξέτασε το μοντέλο της γνωστικής αναπτυξιακής διαδοχής τόσο αναφορικά με την αποκρυσταλλωμένη/λεκτική νοημοσύνη όσο και αναφορικά με τη ρέουσα/πρακτική νοημοσύνη ξεχωριστά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, *131*, 30-60.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 85-106.
- Altmeyer, M., Schreiner, M., & Schweizer, K. (2009). A process-based account of the speed-ability relationship for the Posner Task. *Psychology Science Quarterly*, *51*(4), 470-482.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, *255*, 556-559.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Vol. 8* (pp.47-89). New York: Academic Press.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions. *Psychological Bulletin*, *121*, 65-94.
- Bedard, A. C., Nichols, S., Barbosa, J. A., Schachar, R., Logan, G. D., & Tannock, R. (2002). The development of selective inhibitory control across the life span. *Developmental Neuropsychology*, *21*(1), 93-111.
- Bentler, P. M. (2006). *EQS 6 Structural Equations Program Manual*. Encino, CA: Multivariate Software Inc.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, *26*(2), 571-593.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- Buehner, M., Krumm, S., Ziegler, M., & Pluecken, T. (2006). Reasoning, crystallized intelligence, working memory components, and sustained attention. *Journal of Individual Differences*, *27*, 57-72.
- Burns, N. R., Nettelbeck, T., & McPherson, J. (2009). Attention and Intelligence. A factor analytic study, *Journal of Individual Differences*, *30*(1), 44-57.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, *97*, 404-431.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, *54*, 1-22.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure and function*. Boston: Houghton Mifflin.
- Chuah, Y. M. L., & Maybery, M. T. (1999). Verbal and spatial short-term memory: common sources of developmental change? *Journal of Experimental Child Psychology*, *73*, 7-44.
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C., & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, *36*, 584-606.
- Colom, R., Abad, F. J., Rebollo, I., & Shih, P. C. (2005). Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, *33*, 623-642.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., Quiroga, M. A., & Privado, J. (2005). Working memory and general intelligence: The role of short-term storage. *Personality and Individual Differences*, *39*, 1005-1014.
- Colom, R., Rebollo, I., Abad, F. J., & Shih, P. C. (2006). Simple span tasks, complex span tasks, and cognitive abilities: A re-analysis of key studies. *Memory & Cognition*, *34*, 158-171.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., & Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, *32*, 277-296.
- Colom, R., & Shih, P. C. (2004). Is working memory fractionated onto different components of intelligence? *Intelligence*, *32*, 431-444.
- Colom, R., Shih, P. C., Flores-Mendoza, C., & Quiroga, M. A. (2006). The real relationship between short-term memory and working memory. *Memory*, *14*, 804-813.
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, *30*, 163-183.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*, 547-552.
- Cornoldi, C. (2006). The contribution of cognitive psychology to the study of human intelligence. *European Journal of Cognitive Psychology*, *18*(1), 1-17.

- Coyle, T. R., Pillow, D. R., Snyder, A. C., & Kochunov, P. (2011). Processing speed mediates the development of general intelligence (g) in adolescence. *Psychological Science*.<http://dx.doi.org/10.1177/0956797611418243>.
- Cowan, N. (1998). Visual and auditory working memory capacity. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(3), 77-78.
- Cowan, N., Wood, N. L., Wood, P. K., Keller, T. A., Nugent, L. D., & Keller, C. V. (1998). Two separate verbal processing rates contributing to short-term memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127, 141-160.
- Crawford, J. D. (1991). The relationship between tests of sustained attention and fluid intelligence. *Personality and Individual Differences*, 12, 599-611.
- Davies, G., Tenesa, A., Payton, A., Yang, J., Harris, S. E., Liewald, D., Ke, X., Le Hellard, S., Christoforou, A., Luciano, M., et al. (2011). Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic. *Molecular Psychiatry*, 16, 996-1005.
- De Jong, P. F., & Das-Smaal, E. A. (1995). Attention and intelligence: the validity of the star counting test. *Journal of Educational Psychology*, 87, 80-92.
- De Ribaupierre, A., & Lecerf, T. (2006). Relationships between working memory and intelligence from a developmental perspective: Convergent evidence from a neo-Piagetian and a psychometric approach. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18(1), 109-137.
- Deary, I. J. (2001). *Intelligence: A very short introduction*. New York: Oxford University Press.
- Deary, I. J. (2012). Intelligence. *Annual Review of Psychology*, 63, 453-482.
- Deary, I. J., & Caryl, P., G. (1997). Neuroscience and human intelligence differences. *Trends in Neurosciences*, 20(8), 365-371.
- Demetriou, A., Christou, C., Spanoudis, G., & Platsidou, M. (2002). The development of mental processing: Efficiency, working memory, and thinking. *Monographs of the Society of Research in Child Development*, 67, Serial Number 268.
- Demetriou, A., Mouyi, A., & Spanoudis, G. (2008). Modelling the structure and development of g. *Intelligence*, 36, 437-454.
- Demetriou, A., Spanoudis, G., Shayer, M., Mouyi, A., Kazi, S., & Platsidou, M. (2013). Cycles in speed-working memory-G relations: Towards a developmental-differential theory of the mind. *Intelligence*, 41, 34-50.

- Dempster, F. N. (1981). Memory span: sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin*, 89, 63-100.
- Dempster, F. N. (1991). Inhibitory processes: A neglected dimension of intelligence. *Intelligence*, 15, 157-173.
- Engel de Abreu, P. M. J., Conway, A. R. A., & Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence*, 38, 552-561.
- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309-331.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2001). Imaging attentional networks. *Society for Neuroscience Abstracts*.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Flombaum, J. I., Thomas, K. M., & Posner, M. I. (2003). Cognitive and brain consequences of conflict. *Neuroimage*, 18, 42-57.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, M., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 340-347.
- Fink, A., & Neubauer, A. C. (2005). Individual differences in time estimation related to cognitive ability, speed of information processing and working memory. *Intelligence*, 33, 5-26.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172-179.
- Fry, A. F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science*, 7(4), 237-241.
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, 54, 1-34.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove, UK: Erlbaum.
- Gottfredson, L. S. (1998). The General Intelligence Factor. *Scientific American Presents*, 9(4), 24-29.

- Gregory, T., Nettelbeck, T., Howard, S., & Wilson, C. (2009). A test of the cascade model in the elderly. *Personality and Individual Differences, 46*, 71-73.
- Grudnik, J. L., & Kranzler, J. H. (2001). Meta-analysis of the relationship between intelligence and inspection time. *Intelligence, 29*, 523-535.
- Hale, S. (1990). A global developmental trend in cognitive processing speed. *Child Development, 61*, 653-663.
- Hale, S., & Jansen, J. (1994). Global processing-time coefficients characterize individual and group differences in cognitive speed. *Psychological Science, 5*, 384-389.
- Heitz, R. P., Unsworth, N., & Engle, R. W. (2005). Working memory capacity, attentional control, and fluid intelligence. In O. Wilhelm & R. W. Engle (Eds.), *Handbook of Understanding and Measuring Intelligence* (pp. 61-78). London: Sage Publications.
- Horn, J. L., & Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized intelligence. *Journal of Educational Psychology, 57*, 253-270.
- Horn, J. L. (1994). Theory of fluid and crystallized intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Encyclopedia of human intelligence* (pp. 443-451). New York: Macmillan.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*, 1-55.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia, 44*, 2017-2036.
- Jarvis, H. L., & Gathercole, S. E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievements on National Curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology, 20*, 123-140.
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. Westport, CT: Praeger.
- Jensen, A. R. (2006). *Clocking the mind: Mental chronometry and individual differences*. Amsterdam: Elsevier.
- Jensen, A. R. (2011). The theory of intelligence and its measurement. *Intelligence, 39*, 171-177.
- Johnson, W., Nijenhuis, J., & Bouchard, T. J. (2008). Still just 1 g: consistent results from five test batteries. *Intelligence, 36*, 81-95.
- Kail, R. (1991a). Developmental change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin, 109*, 490-501.

- Kail, R. (1991b). Development of processing speed in childhood and adolescence. *Advances in Child Development and Behavior*, 23, 151-185.
- Kail, R. (1992). Processing speed, speech rate, and memory. *Developmental Psychology*, 28, 899-904.
- Kail, R. (2000). Speed of information processing: Developmental change and links to intelligence. *Journal of School Psychology*, 38(1), 51-61.
- Kail, R. (2007). Longitudinal evidence that increases in processing speed and working memory enhance children's reasoning. *Psychological Science*, 18(4), 312-313.
- Kail, R., & Park, Y. S. (1994). Processing time, articulation time, and memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 57, 281-291.
- Kail, R., & Salthouse, T. A. (1994). Processing speed as a mental capacity. *Acta Psychologica*, 86, 199-225.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: A latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology-General*, 133, 189-217.
- Kaufman, A. S. (2000). Tests of intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (pp. 445-476). New York: Cambridge University Press.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York: The Guilford Press.
- Kyllonen, P. C. (1996). Is working memory capacity Spearman's g? In I. Dennis, & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: their nature and measurement* (pp. 49-75). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kyllonen, P. C. (2002). Knowledge, speed strategies, or working memory capacity? A systems perspective. In R. J. Sternberg, & E. L. Grigorenko (Eds.), *The general factor of intelligence. How general is it?* (pp. 415-465). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence*, 14, 389-433.
- Larson, G. E., & Saccuzzo, D. P. (1989). Cognitive correlates of general intelligence: Toward a process theory of g. *Intelligence*, 13, 5-31.

- Leek, M. (2001). Adaptive procedures in psychophysical research. *Perception & Psychophysics*, 63 (8), 1279-1292.
- Leth-Steensen, C., & Marley, A. A. J. (2000). A model of response time effects in symbolic comparison. *Psychological Review*, 107, 62-100.
- Lezak, M. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Logie, R. H., Gilhooly, K. J., & Wynn, V. (1994). Counting on working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 22, 295-410.
- Lohman, D. F. (2000). Complex information processing and intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (pp. 285-340). New York: Cambridge University Press.
- Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents. *Child Development*, 76(3), 697-712.
- Luciano, M., Posthuma, D., Wright, M. J., de Geus, E. J., Smith, G. A., Geffen, G. M., Boomsma, D. I., & Martin, N. G. (2005). Perceptual speed does not cause intelligence, and intelligence does not cause perceptual speed. *Biological Psychology*, 70, 1-8.
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357-1372.
- Mackintosh, N. J. (1998). *IQ and Human Intelligence*. New York: Oxford University Press.
- Matarazzo, J. D. (1972). *Wechsler's measurement and appraisal of adult intelligence* (5th and enlarged ed.). New York: Oxford University Press.
- McAuley, T. & White, D. A. (2011). A latent variables examination of processing speed, response inhibition, and working memory during typical development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 453-468.
- Meyers, L. S., Gamst, G., & Guarino, A. J. (2006). *Applied multivariate research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Miller, E. M. (1994). Intelligence and brain myelination: A hypothesis. *Personality and Individual Differences*, 17, 803-832.
- Miller, L. T., & Vernon, P. A. (1996). Intelligence, reaction time and working memory in 4- to 6-year-old children. *Intelligence*, 22, 155-190.
- Nettelbeck, T., & Burns, N. R. (2010). Processing speed, working memory and reasoning ability from childhood to old age. *Personality and Individual Differences*, 48, 379-384.

- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, Th. J., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, St., Halpern, D. F., Loehlin, J. C., Perloff, R., Sternberg, R., & Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and Unknowns. *American Psychologist*, *51*(2), 77-101.
- Neuhaus, A. H., Urbanek, C., Opgen-Rhein, C., Hahn, E., Ta, T. M. T., Koehler, S., Gross, M., & Dettling M. (2010). Event-related potentials associated with Attention Network Test. *International Journal of Psychophysiology*, *76*, 72-79.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O., & Suess, H. M. (2005). Working memory and intelligence – their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, *131*(1), 61-65.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, *32*, 301-345.
- Pavese, A., & Umlita, C. (1998). Symbolic distance between numerosity and identity modulates Stroop-like interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *24*, 1535-1545.
- Pavese, A., & Umlita, C. (1999). Further evidence on the effects of symbolic distance on Stroop-like interference. *Psychological Res*, *62*, 62-71.
- Posner, M. I., Boies, S. J., Eichelman, W. H., & Taylor, R. L. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, *79*, 1-16.
- Posner, M. I., & Fan, J. (in press). Attention as an organ system. In J. Pomerantz (Ed.), *Neurobiology of perception and communication: from Synapse to Society the IVth De Lange Conference*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Posner, M. I., & Mitchell, R. F. (1967). Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, *74*(5), 392-409.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, *13*, 25-42.
- Preacher, K. J., Cai, L., & MacCallum, R.C. (2007). Alternatives to traditional model comparison strategies for covariance structure models. In T. D. Little, J. A. Bovaird, & N. A. Card (Eds.), *Modeling contextual effects in longitudinal studies* (pp. 33-62). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ridderinkhof, K. R., van der Molen, M. W., Band, P. H., & Bashore, T. R. (1997). Sources of interference from irrelevant information: A developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *65*, 315-341.

- Ridderinkhof, K. R., & van der Stelt, O. (2000). Attention and selection in the growing child: Views from developmental psychophysiology. *Biological Psychology*, *54*, 55-106.
- Ridderinkhof, K. R., van den Wildenberg, W. P. M., Wijnen, J., & Burle, B. (in press). Response inhibition in conflict tasks is revealed in delta plots. In M. Posner (Ed.), *Attention*. New York: Guilford Press.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., & Posner, M. I. (2004a). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, *42*, 1029-1040.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Davis-Stober, C. P. (2004b). Development of the time course for processing conflict: an event-related potentials study with 4 year olds and adults. *BMC Neuroscience*, *5*, 39-51.
- Schweizer, K. (2005). An Overview of Research into the Cognitive Basis of Intelligence. *Journal of Individual Differences*, *26*(1), 43-51.
- Schweizer, K., & Koch, W. (2003). Perceptual processes and cognitive ability. *Intelligence*, *31*, 211-235.
- Schweizer, K., & Moosbrugger, H. (2004). Attention and working memory as predictors of intelligence. *Intelligence*, *32*, 329-347.
- Schweizer, K., Moosbrugger, H., & Goldhammer, F. (2005). The structure of the relationship between attention and intelligence. *Intelligence*, *33*, 589-611.
- Schweizer, K., Zimmermann, P., & Koch, W. (2000). Sustained attention, intelligence, and the crucial role of perceptual processes. *Learning and Individual Differences*, *12*, 271-286.
- Siegel, L. S. (1994). Working memory and reading: a life-span perspective. *International Journal of Behavior Development*, *17*, 109-124.
- Simon, J. R. (1969). Reactions towards the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 174-176.
- Simon, J. R. (1990). The effect of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. Proctor & T. Reeve (Eds.), *Stimulus-Response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31-88). Amsterdam: North-Holland.
- Simon, J. R. & Rudell, A. P. (1967). Auditory S-R compatibility: the effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, *51*, 300-304.
- Spanoudis, G. & Tourva, A. (2012). Greek-Cypriot Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI). Nicosia, Cyprus: Department of Psychology, University of Cyprus.
- Sternberg, R. J. (1999). *Cognitive Psychology*. USA: Holt, Rinehart and Winston.

- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, *153*, 652–654.
- Sternberg, S. (1975). Memory scanning: New findings and current controversies. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *27*(1), 1–32.
- Stroop, J. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662.
- Swanson, H. L. (2008). Working memory and intelligence in children: What develops? *Journal of Educational Psychology*, *100*(3), 581-602.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). New York: Allyn and Bacon.
- Taylor, M., & Creelman, T. (1967). PEST: Efficient estimate on probability function. *Journal of the Acoustical Society of America*, *41*, 782-787.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tillman, C. M., Nyberg, L., & Bohlin, G. (2008). Working memory components and intelligence in children. *Intelligence*, *36*, 394-402.
- Tillman, C. M., Bohlin, G., Sorensen, L., & Lundervold, A. J. (2009). Intelligence and specific cognitive abilities in children. *Journal of Individual Differences*, *30*(4), 209-219.
- Unsworth, N., & Engle, R. W. (2007). On the division of short-term memory and working memory: An examination of simple and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, *133*, 1038-1066.
- van Leeuwen, M., van den Berg, S. M., Hoekstra, R. A., & Boomsma, D. I. (2007). Endophenotypes for intelligence in children and adolescents, *Intelligence*, *35*, 369-380.
- Verguts, T., & de Boeck, P. (2001). On the correlation between working memory capacity and performance on intelligence tests. *Learning and Individual Differences*, *13*, 37-56.
- Vickers, D., & McDowell, A. (1996). Accuracy in the frequency accrual speed test (FAST), inspection time and psychometric intelligence in a sample of primary school children. *Personality and Individual Differences*, *20*, 463-469.
- Vickers, D., Nettelbeck, T., & Willson, R. J. (1972). Perceptual indices of performance: The measurement of “inspection time” and “noise” in the visual system. *Perception*, *1*, 263-295.
- Walhovd, K. B., Fjell, A. M., Reinvang, I., Lundervold, A., Fischl, B., Salat, D., Quinn, B. T., Makris, N., & Dale, A. M. (2005). Cortical volume and speed-of-processing are complementary in prediction of performance intelligence. *Neuropsychologia*, *43*, 704-713.

- Wechsler, D. (1991). *Wechsler intelligence scales for children* (3rd ed.). New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1999). *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence*. New York: Psychological Corporation.
- Williams, B. R., Ponesse, J. S., Schachar, R. J., Logan, G. D., & Tannock, R. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35(1), 205-213.

Άλφα Τούρβα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Άννα Τούρβα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Πίνακας 1Α. Μήτρα συσχετίσεων ανάμεσα σ' όλες τις μεταβλητές

	Ηλικία	TE1	TE2	TE3	TE4	EE1	EE2	EE3	EE4	EE5	EE6	EE7	EM1	EM2	EM3	EM4	EM5	AN1	AN2	PN1	PN2
TE1	-.72*	1	.53*	.25*	.60*	.13	.03	.18+	.14	.58*	.39*	.15	-.22*	-.25*	-.16	-.17+	-.21*	-.10	-.13	-.26*	-.19+
TE2	-.65*	.75*	1	.25*	.48*	.17+	.09	.28*	.26*	.48*	.49*	.05	-.27*	-.20+	-.17+	-.21*	-.20+	-.18+	-.14	-.21*	-.23*
TE3	-.47*	.49*	.48*	1	.17+	.00	-.15	.07	-.04	.17+	.13	.13	-.09	-.11	-.01	.03	-.04	-.02	.00	-.06	.01
TE4	-.66*	.79*	.71*	.43*	1	.20+	.16	.21*	.20+	.89*	.47*	.09	-.14	-.22*	-.07	-.13	-.13	-.04	.02	-.15	-.18+
EE1	-.31*	.31*	.32*	.14	.34*	1	.12	.26*	-.01	.24*	.13	-.14	-.08	-.07	-.06	-.04	-.16+	.03	.09	-.07	-.02
EE2	-.22*	.17+	.21*	-.02	.26*	.18+	1	.10	.08	.07	.02	-.12	.03	-.01	-.01	-.02	-.03	-.03	.04	.00	-.06
EE3	-.34*	.36*	.42*	.22*	.38*	.33*	.17+	1	.21*	.23*	.35*	-.03	-.30*	-.26*	-.18+	-.33*	-.17+	-.22*	-.21*	-.30*	-.27*
EE4	-.24*	.27*	.35*	.08	.31*	.07	.13	.28*	1	.16+	.26*	-.06	-.17+	-.08	-.06	-.06	-.05	.01	.05	-.10	-.07
EE5	-.67*	.78*	.71*	.43*	.94*	.38*	.20+	.39*	.28*	1	.50*	-.01	-.14	-.29*	-.14	-.20+	-.18+	-.10	-.05	-.19+	-.21*
EE6	-.61*	.66*	.69*	.38*	.68*	.28*	.15	.47*	.35*	.70*	1	-.13	-.31*	-.45*	-.31*	-.28*	-.25*	-.34*	-.29*	-.32*	-.38*
EE7	.08	.04	-.01	.08	.01	-.16+	-.13	-.06	-.08	-.06	-.16	1	.10	.21*	.16+	.20+	.17+	.21*	.30*	.08	.15
EM1	.56*	-.53*	-.53*	-.33*	-.46*	-.23*	-.10	-.42*	-.27*	-.46*	-.54*	.12	1	.28*	.38*	.33*	.40*	.39*	.35*	.38*	.36*
EM2	.44*	-.47*	-.42*	-.30*	-.43*	-.20+	-.11	-.37*	-.18+	-.49*	-.59*	.22*	.46*	1	.39*	.35*	.40*	.36*	.34*	.43*	.48*
EM3	.50*	-.46*	-.44*	-.24*	-.38*	-.20+	-.12	-.31*	-.18+	-.42*	-.52*	.18+	.56*	.53*	1	.31*	.33*	.39*	.40*	.29*	.33*
EM4	.37*	-.38*	-.39*	-.16	-.33*	-.15	-.10	-.42*	-.15	-.39*	-.44*	.22*	.46*	.46*	.43*	1	.31*	.41*	.36*	.38*	.34*
EM5	.53*	-.51*	-.47*	-.28*	-.43*	-.29*	-.14	-.31*	-.17+	-.47*	-.49*	.19+	.58*	.54*	.50*	.44*	1	.51*	.46*	.36*	.35*
AN1	.76*	-.59*	-.58*	-.37*	-.52*	-.21*	-.19+	-.40*	-.18+	-.55*	-.64*	.20+	.63*	.54*	.60*	.53*	.68*	1	.76*	.47*	.54*
AN2	.70*	-.57*	-.53*	-.33*	-.45*	-.16+	-.13	-.38*	-.14	-.49*	-.59*	.27*	.60*	.52*	.60*	.50*	.65*	.88*	1	.50*	.53*
PN1	.65*	-.60*	-.54*	-.35*	-.52*	-.25*	-.14	-.44*	-.23*	-.54*	-.59*	.12	.60*	.57*	.52*	.51*	.58*	.72*	.72*	1	.56*
PN2	.55*	-.51*	-.50*	-.25*	-.47*	-.18+	-.17+	-.40*	-.19+	-.50*	-.59*	.17+	.56*	.60*	.52*	.47*	.54*	.71*	.70*	.71*	1

Σημείωση: + $p < .05$, * $p < .01$

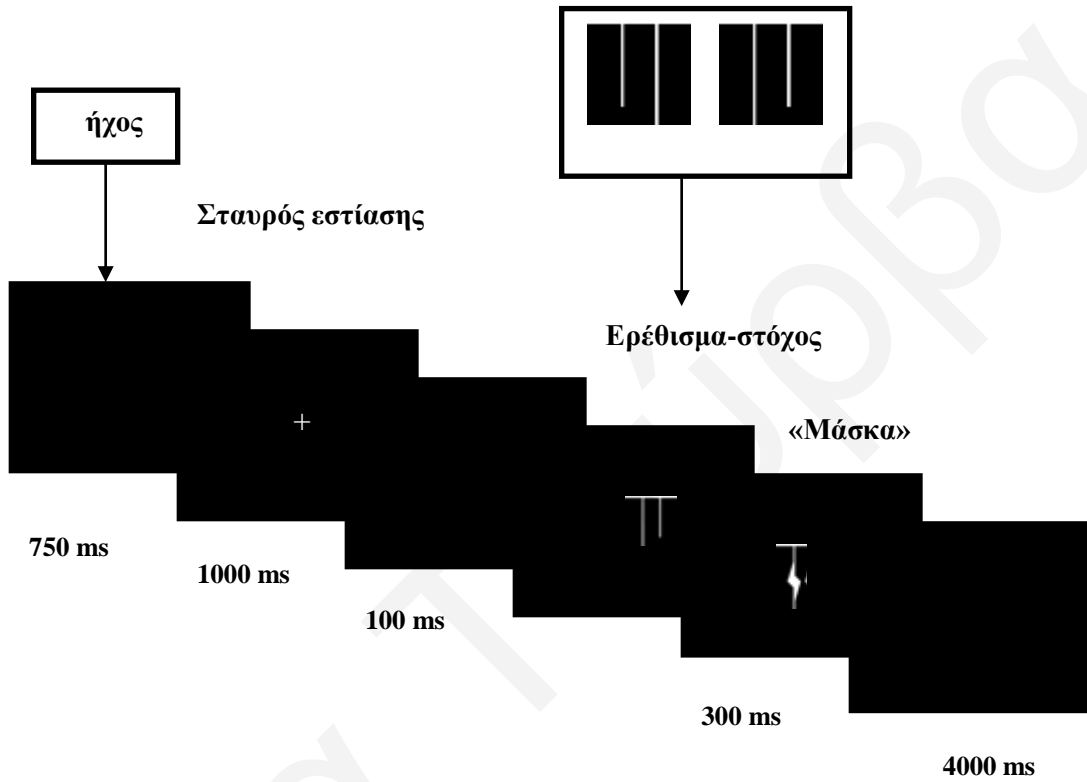
Στο κάτω μέρος της διαγωνίου παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης (Pearson) και στο πάνω μέρος οι μερικές συσχετίσεις (partial correlations) ελέγχοντας ως προς την ηλικία. TE1 = ταχύτητα αντίδρασης στο έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις, TE2 = ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Posner, TE3 = χρόνος επιθεώρησης, TE4 = ταχύτητα αντίδρασης στη συμβατή συνθήκη του έργου Simon effect, EE1 = εγρήγορση από το έργο Ελέγχου Δικτύων Προσοχής (ΕΔΠ), EE2 = προσανατολισμός της προσοχής από το έργο ΕΔΠ, EE3 = εκτελεστικός έλεγχος (εποπτεία και επίλυση σύγκρουσης) από το έργο ΕΔΠ, EE4 = διαφορά ανάμεσα στους χρόνους αντίδρασης στις δύο συνθήκες αριθμών του έργου Επίδρασης της Συμβολικής Απόστασης (ΕΣΑ), EE5 = ταχύτητα αντίδρασης στην ασύμβατη συνθήκη του έργου Simon effect, EE6 = ταχύτητα αντίδρασης στις τρεις κατηγορίες σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες από το έργο ΕΣΑ, EE7 = ικανότητα αναχαίτισης της τάσης για αντίδραση από το έργο Προχώρα/Μην προχωρήσεις, EM1 = πεδίο βραχύχρονης διατήρησης λεκτικών πληροφοριών, EM2 = επίδοση στο έργο βραχύχρονης διατήρησης οπτικο-χωρικών πληροφοριών, EM3 = πεδίο της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης από το έργο Sternberg, EM4 = ευφράδεια στην ανάκληση εννοιών που ανήκουν σε υπερκείμενες εννοιολογικές κατηγορίες, EM5 = ευφράδεια στην εναλλαξ ανάκληση στοιχείων από δύο κατηγορίες, AN1 = αρχική επίδοση στην υποκλίμακα του λεξιλογίου, AN2 = αρχική επίδοση στην υποκλίμακα των ομοιοτήτων, PN1 = αρχική επίδοση στην υποκλίμακα της κατασκευής σχεδίων με κύβους, PN2 = αρχική επίδοση στην υποκλίμακα των μήτρων συλλογισμού.

Πίνακας 2Α. Μέσοι όροι (Μ.Ο.) και τυπικές αποκλίσεις (Τ.Α.) για όλες τις μεταβλητές ανά ηλικιακή ομάδα και στο σύνολο του δείγματος

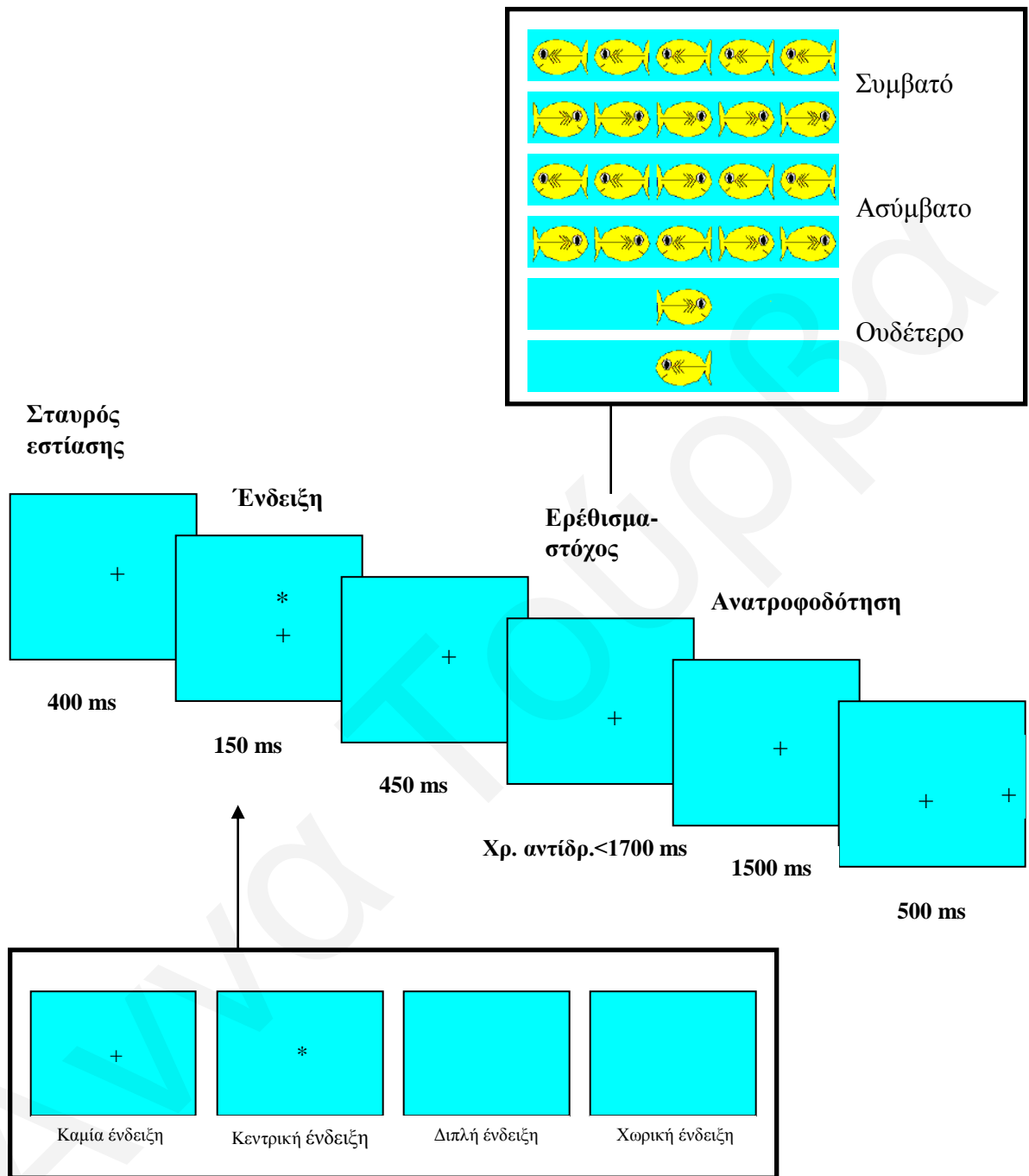
Ηλικιακή ομάδα Έργα	7-9 χρονών		9-11 χρονών		11-13 χρονών		13-15 χρονών		15-18 χρονών		Σύνολο (7-18 χρονών)	
	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.
ΤΕ1	634.58	64.56	580.37	53.44	536.07	43.43	508.92	45.03	482.92	44.55	540.17	72.76
ΤΕ2	987.23	192.51	788.98	168.16	678.09	108.16	632.62	143.48	605.69	95.49	719.82	193.28
ΤΕ3	197.73	84.95	174.88	79.76	134.61	50.94	116.71	35.05	114.65	36.46	143.18	66.04
ΤΕ4	571.45	88.53	493.63	72.99	443.16	48.75	422.67	43.35	404.44	42.13	458.54	82.94
ΕΕ1	87.22	45.96	73.90	42.77	63.73	34.38	56.21	28.39	53.53	31.27	65.13	37.87
ΕΕ2	76.96	55.79	54.17	38.54	48.83	30.20	39.93	21.72	46.76	28.25	52.14	36.97
ΕΕ3	95.70	56.43	72.33	34.97	72.41	45.30	55.53	23.61	55.67	30.56	68.36	40.76
ΕΕ4	99.90	67.22	80.80	43.62	65.96	32.97	69.45	48.61	64.97	32.77	74.56	46.22
ΕΕ5	620.48	95.42	536.17	88.39	496.32	51.80	463.48	52.63	442.02	43.38	502.46	90.26
ΕΕ6	1244.06	304.84	953.04	222.36	809.14	117.82	791.36	216.57	727.44	141.13	880.08	268.08
ΕΕ7	.83	.12	.87	.09	.86	.08	.83	.11	.87	.11	.85	.10
ΕΜ1	4.27	.79	4.93	.91	5.55	.96	5.98	.91	6.06	.96	5.45	1.12
ΕΜ2	15.96	2.41	16.68	2.45	17.90	1.83	18.27	1.51	18.55	1.73	17.61	2.18
ΕΜ3	7.00	.86	7.16	.97	7.72	.91	8.23	.98	8.28	.72	7.75	1.01
ΕΜ4	15.26	3.51	16.29	3.84	17.80	3.78	18.83	5.08	19.50	4.14	17.78	4.37
ΕΜ5	7.24	2.74	9.20	4.05	12.28	4.04	14.07	5.41	14.83	5.94	11.95	5.51
ΑΝ1	30.69	6.18	36.82	6.86	43.97	4.06	46.97	8.35	52.64	8.22	43.50	10.46
ΑΝ2	22.15	4.70	25.43	5.43	29.43	4.96	33.57	6.06	35.75	5.31	30.07	7.30
ΠΝ1	14.38	8.65	23.79	12.17	30.60	12.72	41.50	13.92	45.16	15.37	32.85	17.22
ΠΝ2	19.27	5.29	24.29	3.94	25.77	2.70	26.57	4.12	27.68	3.72	25.12	4.85

Σημείωση: Για τα ονόματα των μεταβλητών βλέπε Πίνακα 1Α.

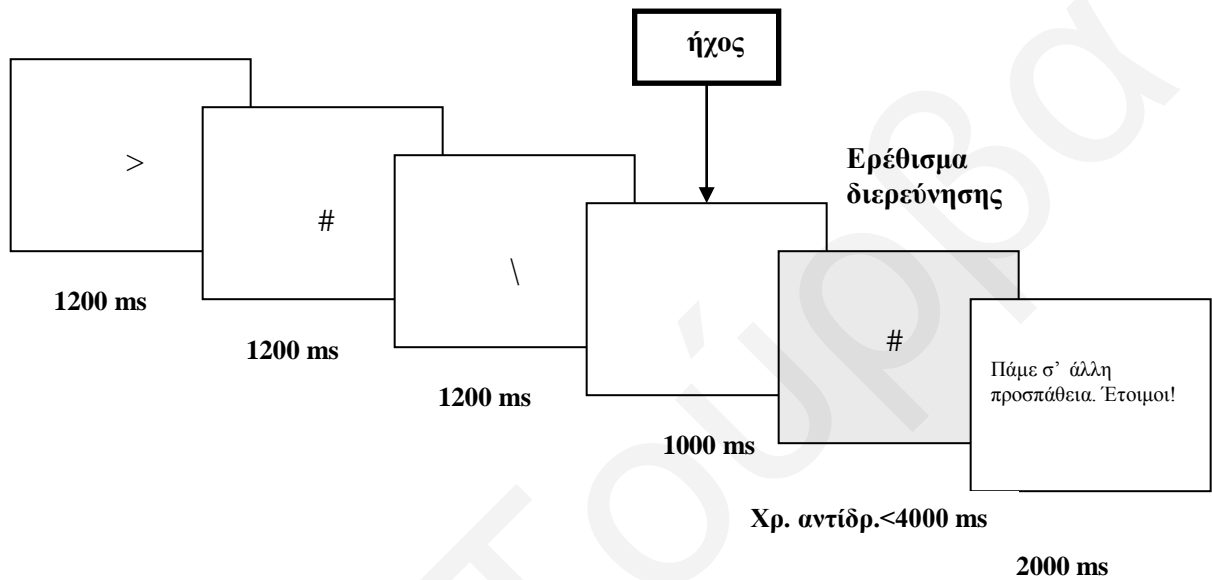
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΣΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ



Σχήμα 1Α. Σχηματική παρουσίαση του έργου Χρόνου Επιθεώρησης



Σχήμα 2Α. Σχηματική παρουσίαση του έργου Ελέγχου Δικτύων Προσοχής



Σχήμα 3Α. Σχηματική παρουσίαση του έργου διερεύνησης της μνήμης. Παράδειγμα δοκιμής όπου παρουσιάζονται τρία σύμβολα και το ερέθισμα διερεύνησης περιλαμβάνεται μέσα σ' αυτά.

Άλνα Τούρβα