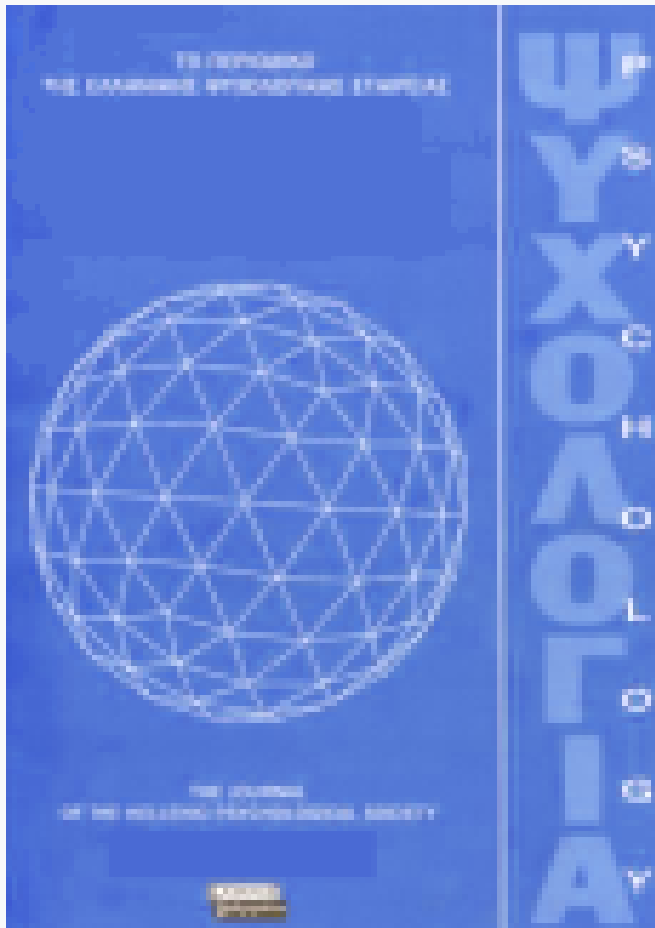


Ψυχολογία: το περιοδικό της Ελληνικής Ψυχολογικής Εταιρείας

Τόμ. 3, Αρ. 1 (1996)



Διαχρονική μελέτη της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας από την παιδική στην εφηβική ηλικία

Γεώργιος Σπανούδης, Ανδρέας Δημητρίου, Μαρία Πλατσίδου, Γρηγόρης Κιοσσέογλου, Κυριακή Σύρμαλη

doi: [10.12681/psy_hps.24192](https://doi.org/10.12681/psy_hps.24192)

Copyright © 2020, Γεώργιος Σπανούδης, Ανδρέας Δημητρίου, Μαρία Πλατσίδου, Γρηγόρης Κιοσσέογλου, Κυριακή Σύρμαλη



Άδεια χρήσης [Creative Commons Αναφορά-Παρόμοια Διανομή 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σπανούδης Γ., Δημητρίου Α., Πλατσίδου Μ., Κιοσσέογλου Γ., & Σύρμαλη Κ. (2020). Διαχρονική μελέτη της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας από την παιδική στην εφηβική ηλικία. *Ψυχολογία: το περιοδικό της Ελληνικής Ψυχολογικής Εταιρείας*, 3(1), 29–70. https://doi.org/10.12681/psy_hps.24192

Διαχρονική μελέτη της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας από την παιδική στην εφηβική ηλικία

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΠΑΝΟΥΔΗΣ¹

ΑΝΔΡΕΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ¹

ΜΑΡΙΑ ΠΛΑΤΣΙΔΟΥ²

ΓΡΗΓΟΡΗΣ ΚΙΟΣΣΕΟΓΛΟΥ¹

ΚΥΡΙΑΚΗ ΣΥΡΜΑΛΗ¹

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της έρευνας ήταν η μελέτη της δομής και ανάπτυξης του συστήματος επεξεργασίας. Για το σκοπό αυτό εξετάστηκαν 113 άτομα ηλικίας από 8 ως 16 ετών μια φορά το χρόνο για τρία χρόνια. Τα άτομα αυτά εξετάστηκαν με έργα τύπου Stroop που απευθύνονταν στην ταχύτητα και τον έλεγχο της επεξεργασίας, σε τρία συμβολικά συστήματα: το λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στις παραμέτρους της ταχύτητας και του ελέγχου της επεξεργασίας, όπως αυτές περιγράφονται στη θεωρία του Εμπειρικού Δομισμού. Η ανάλυση των συγχρονικών και διαχρονικών δεδομένων αποκάλυψε το ίδιο πρότυπο δομής και ανάπτυξης του μηχανισμού επεξεργασίας σε όλα τα συμβολικά συστήματα. Οι χρόνοι αντίδρασης μειώνονται σταθερά από τα 8 έως τα 16 χρόνια σε όλες τις συνθήκες που μελετήθηκαν. Οι αλλαγές στο χρόνο επεξεργασίας ως συνέπεια της προόδου της ηλικίας περιγράφονται καλά από μια εκθετική συνάρτηση. Τα αποτελέσματα αυτά ερμηνεύονται υπό το πρίσμα ενός κεντρικού μηχανισμού επεξεργασίας που μεταβάλλεται με το πέρασμα του χρόνου.

Η αρχιτεκτονική του ανθρώπινου νου

Η διαπίστωση ότι η σχέση ανάμεσα στην ανθρώπινη νόηση και το περιβάλλον του ατόμου συνιστά μια διαρκή ανταλλαγή πληροφοριών, αποτελεί το θεμέλιο όλων των σύγχρονων γνωστικών θεωριών. Το άτομο επιλέγει συγκεκριμένους ερεθισμούς από το

περιβάλλον του και τους ερμηνεύει με πολλαπλούς τρόπους. Το τι θα κατανοηθεί και πώς ακριβώς θα κατανοηθεί, εξαρτάται από το τι έχει επιλέξει να προσέξει σε μια δεδομένη στιγμή, το πώς έχουν οργανωθεί τα στοιχεία της κατάστασης και το πώς κατανοούνται οι σχέσεις μεταξύ του παρόντος συμβάντος και των προηγούμενων εμπειριών του.

Το άρθρο αυτό βασίζεται στη μεταπτυχιακή εργασία που εκπόνησε ο πρώτος συγγραφέας στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος για τη δομή και την ανάπτυξη του συστήματος επεξεργασίας υπό την εποπτεία του δεύτερου συγγραφέα.

Διεύθυνση: Γ. Σπανούδης, Εργαστήριο Ψυχολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 54 006. Α. Δημητρίου, Τμήμα Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Η δυνατότητα πολλαπλών ερμηνειών από τη μεριά της νόησης επιτρέπει στο άτομο να συλλαμβάνει την πολυσχιδία του περιβάλλοντος και να προσαρμόζεται αποτελεσματικά.

Στις σύγχρονες γνωστικές θεωρίες είναι καθολικά αποδεκτό ότι η δυνατότητα του ανθρώπου να αναπαριστά το περιβάλλον, να λύνει προβλήματα και να κατανοεί τον εαυτό του και τους άλλους ανθρώπους είναι πεπερασμένη. Παλιότερα, τούτο αποδόθηκε στο γεγονός ότι το εύρος και η πολυπλοκότητα των πληροφοριών που μπορεί να αναπαριστά κάποιος σε μια δεδομένη στιγμή έχουν τα όριά τους. Ο μαγικός αριθμός 7 ± 2 του G. Miller (1956) είναι ο πιο γνωστός προσδιορισμός των περιορισμών του ανθρώπου να αναπαριστά και να χειρίζεται πληροφορίες. Κατά το Miller, το βραχύχρονο μνημονικό πεδίο των ανθρώπων χωράει μέχρι 7 περίπου μονάδες πληροφορίας (γράμματα, αριθμούς, λέξεις κ.λ.π.). Αν οι μονάδες είναι πολύ περισσότερες τότε πρέπει να οργανωθούν με κατάλληλο τρόπο, ώστε να συνιστούν λιγότερες μονάδες πληροφορίας από το όριο 7, προκειμένου να είναι δυνατή η αναπαράσταση και ο χειρισμός τους.

Άλλοι ερευνητές επιχείρησαν να εξηγήσουν τους περιορισμούς του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών με αναφορά σε πιο δυναμικές του ιδιότητες. Μια από τις ιδιότητες αυτές είναι η ταχύτητα με την οποία το άτομο μπορεί να ολοκληρώσει την επεξεργασία μιας δεδομένης μονάδας πληροφορίας (Salthouse & Kail, 1983). Η υπόθεση των ερευνητών αυτών είναι ότι όσο πιο γρήγορος είναι κανείς τόσο πιο αποτελεσματικός γίνεται, διότι προλαβαίνει να επεξεργαστεί τις πληροφορίες, προτού αυτές εξασθενίσουν για ποικίλους λόγους. Ένας από τους παράγοντες που είναι υπεύθυνοι

για την εξασθένηση της αναπαράστασης των πληροφοριών από το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα είναι η παρεμβολή άλλων πληροφοριών που είναι άσχετες με το στόχο της επεξεργασίας ο οποίος οδηγεί το άτομο σε μια ορισμένη στιγμή. Ενώ, δηλαδή, το άτομο πρέπει να εργαστεί πάνω σε κάποιες πληροφορίες σε μια δεδομένη στιγμή, άλλες πληροφορίες, άσχετες με τις πληροφορίες που πρέπει να κατανοηθούν, ενεργοποιούνται παρά τη θέληση του ατόμου. Η ενεργοποίηση των πληροφοριών αυτών εκτοπίζει ή εξασθενίζει τις σχετικές προς το στόχο πληροφορίες. Έτσι, οι δυνατότητες αναπαράστασης και λύσης προβλημάτων περιορίζονται. Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, η δυνατότητα του ατόμου να θέσει υπό τον έλεγχό του την παρεμβολή άσχετων πληροφοριών, αποτελεί πολύ σημαντική παράμετρο της λειτουργίας του γνωστικού συστήματος (Dempster & Brainerd, 1995).

Οι ιδέες αυτές περί του ανθρώπινου συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών με πεπερασμένες δυνατότητες υιοθετήθηκαν από πολλούς ερευνητές της γνωστικής ανάπτυξης (Demetriou, Efklides, & Platsidou, 1993. Pascual-Leone, 1988. Case, 1985. Halford, 1993). Ήδη, από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, επιχειρείται συστηματικά να συνδυαστεί η θεωρία του Piaget για τη γνωστική ανάπτυξη με τις θεωρίες της επεξεργασίας πληροφοριών. Θεμελιώδες χαρακτηριστικό της διαρκούς ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ αδιαίρετης νόησης και περιβάλλοντος είναι η διαρκής δραστηριότητα της νόησης. Αυτό το αλληλεπιδραστικό μοντέλο σχέσεων μεταξύ νόησης και περιβάλλοντος υποστηρίχθηκε θεωρητικά και εμπειρικά από τον Piaget.

Η ενεργητική αλληλεπίδραση της ανθρώπινης νόησης με το περιβάλλον της είναι

ο θεμέλιος λίθος της πιαζετιανής θεωρίας. Είναι γνωστό ότι, κατά τον Piaget, ο άνθρωπος νους διέρχεται από μια σειρά σταδίων τα οποία χαρακτηρίζονται από μια επέκταση της δυνατότητας για λογικό συλλογισμό. Επιπλέον, η μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο επιτρέπει στο άτομο να αναπαριστά όλο και πιο σύνθετες και αφηρημένες πληροφορίες.

Οι νεοπιαζετιανές θεωρίες διατήρησαν τις θεμελιώδεις αρχές της πιαζετιανής θεωρίας και επιχείρησαν να δώσουν πειστικές απαντήσεις σε ερωτήματα στα οποία η νεότερη εμπειρική έρευνα έδειξε ότι η πιαζετιανή θεωρία έσφαλε. Τα νεοπιαζετιανά μοντέλα γνωστικής ανάπτυξης μοιράζονται έναν αριθμό κοινών υποθέσεων (Case, 1992). Το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών αποτελεί έννοια αποδεκτή από όλες τις νεοπιαζετιανές θεωρίες. Επιπροσθέτως, θεωρείται ότι οι πόροι αυτού του υποθετικού συστήματος παίζουν έναν ισχυρό ρόλο στον καθορισμό της έννοιας του γενικού σταδίου και των δυνατοτήτων που απορρέουν από το στάδιο αυτό. Θεωρείται, δηλαδή, ότι το παιδί μιας δεδομένης ηλικίας ή ενός ορισμένου γνωστικού επιπέδου λειτουργεί μέσα στα όρια που καθορίζονται από το εκάστοτε δυναμικό του συστήματος επεξεργασίας. Η έννοια του δυναμικού επεξεργασίας παίζει έναν ισχυρό ρόλο στον καθορισμό της γνωστικής επίδοσης του ατόμου (Case, 1985. Chapman, & Lindenberger, 1989. Halford, 1993. Pascual-Leone, 1970, 1988. Demetriou, Efklides, & Platsidou, 1993). Πρώτος ο Pascual-Leone (1970) υποστήριξε ότι η μετάβαση από το ένα πιαζετιανό στάδιο στο επόμενο οφείλεται στην αύξηση της χωρητικότητας του δυναμικού επεξεργασίας ή, με δικούς του όρους, της νοητικής ρώμης. Ειδικότερα, ο Pascual-Leone υποστήριξε ότι με

το πέρασμα της ηλικίας αυξάνεται συστηματικά ο αριθμός των μονάδων πληροφορίας που το άτομο μπορεί να κρατήσει στη μνήμη του. Υποστήριξε, παραπέρα, ότι καθένα από τα διαδοχικά στάδια του Piaget αντιστοιχούν με ένα συγκεκριμένο εύρος νοητικής ρώμης. Ο Pascual-Leone μεταχειρίζεται την έννοια της νοητικής ρώμης ως παράγοντα καθορισμού της δυναμικής γνωστικής επίδοσης ανά εξελικτικό στάδιο, έτσι που ένα συγκεκριμένο επίπεδο νοητικής ρώμης να είναι αναγκαίο αλλά όχι επαρκές για ένα δεδομένο επίπεδο διαλογιστικής ικανότητας. Η ανάπτυξη της νοητικής ρώμης και του συνακόλουθου τελεστή διακοπής, κατά τον Pascual-Leone, αποτελεί έναν ισχυρό αιτιώδη παράγοντα που κατευθύνει τη γνωστική ανάπτυξη.

Ο Case (1985) συσχέτισε τις αλλαγές στη χωρητικότητα του δυναμικού επεξεργασίας με αλλαγές στην ταχύτητα επεξεργασίας. Ειδικότερα, υποστήριξε ότι το συνολικό δυναμικό επεξεργασίας παρέμενε σταθερό καθόλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Ο Case, με άλλα λόγια, διαφωνεί με την ιδέα ότι αυξάνεται η χωρητικότητα του δυναμικού επεξεργασίας, καθώς μεγαλώνει το παιδί και υιοθετεί την άποψη της αποτελεσματικότερης χρήσης του αμετάβλητου στο πέρασμα του χρόνου δυναμικού επεξεργασίας. Ο Case υποθέτει ότι ο έφηβος επεξεργάζεται αποτελεσματικότερα τις πληροφορίες από ό,τι ένα παιδί, διότι χειρίζεται πιο αποτελεσματικά τις πληροφορίες που αναπαριστά. Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εφήβου γίνεται φανερή μέσα από την αύξηση της ταχύτητας με την οποία ο έφηβος μπορεί να εκτελεί νοητικά έργα. Με τη βελτίωση απευλευθερώνεται δυναμικό το οποίο μπορεί να διατεθεί για την αναπαράσταση πρόσθετων μονάδων πληροφορίας. Ο Kail

(1986,1988) έδειξε ότι όντως η ταχύτητα επεξεργασίας μειώνεται συστηματικά σε συνάρτηση με την ηλικία.

Στη δική μας θεωρία (Demetriou, Efklides, & Platsidou, 1993. Πλατσιδου, 1994) εισήχθη και ο έλεγχος της επεξεργασίας ως θεμελιώδης παράμετρος του δυναμικού επεξεργασίας. Ειδικότερα, υποστηρίξαμε ότι η ταχύτητα της επεξεργασίας μπορεί να βελτιώνεται, όταν βελτιώνεται η ικανότητα του ατόμου, αφενός, να συγκρατεί την προσοχή του σκόπιμα και συστηματικά στο στόχο επεξεργασίας και, αφετέρου, να κρατάει έξω από το πεδίο της επεξεργασίας πληροφορίες και αναπαραστάσεις που, μολοντί άσχετες, τείνουν να παρεισφύουν σε αυτό. Με άλλα λόγια, εμείς προτείναμε ότι, οι όποιες βελτιώσεις στη βραχύχρονη μνήμη οφείλονται σε βελτιώσεις στην αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας και αυτές, με τη σειρά τους, οφείλονται σε βελτιώσεις στον έλεγχο που το άτομο μπορεί να ασκήσει στη ροή της επεξεργασίας. Έτσι, στη θεωρία μας το σύστημα επεξεργασίας είναι ένα τρισδιάστατο σύστημα που ορίζεται από την ταχύτητα επεξεργασίας, τον έλεγχο της επεξεργασίας και την αποθήκευση.

Έτσι, εμείς υποθέτουμε την ύπαρξη ενός συστήματος επεξεργασίας που δέχεται πληροφορίες από το εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον τις οποίες επεξεργάζεται και νοηματοδοτεί. Πρόκειται, δηλαδή, για το χώρο όπου αναπαρίστανται τα προβλήματα και τυγχάνουν επεξεργασίας. Σύμφωνα με τη θεωρία μας το σύστημα επεξεργασίας είναι μια τρισδιάστατη δομή. Περιλαμβάνει ένα μηχανισμό ταχύτητας (ο ρυθμός επεξεργασίας των εισιόντων), ένα μηχανισμό ελέγχου (μηχανισμοί παρεμβολής που δεν επιτρέπουν την εισβολή άσχετων πληροφοριών στον ρου της επεξεργασίας, ενώ ταυτόχρονα

κατευθύνουν το διάνυσμα της επεξεργασίας προς τον επιδιωκόμενο στόχο επιτέλεσης) και έναν χώρο αποθήκευσης (ο μέγιστος αριθμός μονάδων πληροφορίας και νοητικών ενεργειών που μπορεί ο νους να ενεργοποιήσει και να επεξεργαστεί ταυτόχρονα). Το ότι οι τρεις αυτοί μηχανισμοί συλλειτουργούν και αλληλεπιδρούν φαίνεται στις πιο απλές καθημερινές μας ασχολίες. Έτσι, για παράδειγμα, όταν επιχειρούμε να απομνημονεύσουμε μεγάλο όγκο πληροφοριών, από τη μια, ο ρυθμός επεξεργασίας των μονάδων πληροφορίας πέφτει και από την άλλη, οι μηχανισμοί ελέγχου, επανάληψης και συνειρμού των πληροφοριών κατευθύνουν πλήρως το σύστημα επεξεργασίας. Το ίδιο συμβαίνει, όταν ανακαλούμε και επεξεργάζομαστε αυτόν τον όγκο πληροφοριών. Όταν, όμως, επιχειρούμε να αποθηκεύσουμε, ανακαλέσουμε ή επεξεργαστούμε έναν περιορισμένο αριθμό μονάδων πληροφορίας, η αποτελεσματικότητα της δράσης μας δεν εξαρτάται απόλυτα από την ταχύτητα επεξεργασίας του υπό αποθήκευση υλικού ή του υπό ανάκληση και επεξεργασία υλικού. Σε αυτήν την περίπτωση ο ρυθμός επεξεργασίας μπορεί να είναι ταχύς, χωρίς αυτό να επηρεάζει απαραίτητα την αποτελεσματικότητα της γνωστικής διεργασίας. Εν κατακλείδι, ο ανθρώπινος επεξεργαστής λειτουργεί με ένα ρυθμό επεξεργασίας, διαθέτει μηχανισμούς ελέγχου της ροής, ώστε να επιτυγχάνει στο μικρότερο δυνατό χρόνο την αποτελεσματικότερη δυνατή επεξεργασία, και είναι περιορισμένης χωρητικότητας ως προς τον αριθμό των στοιχείων που είναι σε θέση να επεξεργάζεται ταυτόχρονα.

Στα πλαίσια της θεωρίας μας, όμως, το σύστημα επεξεργασίας είναι ένα μόνο από τα τρία επίπεδα της αρχιτεκτονικής του ανθρώπινου νου. Το δεύτερο επίπεδο της αρχι-

τεκτονικής αυτής περιλαμβάνει μια σειρά δομών που εξειδικεύονται στην αναπαράσταση και την επεξεργασία διαφορετικών απόψεων του περιβάλλοντος. Μέχρι σήμερα έχουν περιγραφεί δομές που εξειδικεύονται στην αναπαράσταση κατηγορικών, χωρικών, ποσοτικών, αιτιωδών και προτασιακών σχέσεων. Το τρίτο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του ανθρώπινου νου περιλαμβάνει διαδικασίες που επιτρέπουν την αυτογνωσία και τον αυτοέλεγχο.

Η πιο πάνω περιγραφή της γνωστικής αρχιτεκτονικής η οποία προτείνεται από τη θεωρία μας -μολονότι πολύ συνοπτική- δείχνει ότι θεωρούμε τον ανθρώπινο νου ως ένα πολυεπίπεδο, πολυ-δομικό, πολυ-διάστατο οικοδόμημα. Με άλλα λόγια, τον θεωρούμε ως ένα οικοδόμημα που περιλαμβάνει ποικίλες δομές που εξειδικεύονται στην επεξεργασία διαφορετικών απόψεων του περιβάλλοντος. Οι δομές αυτές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς ποικίλα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα τους μηχανισμούς επεξεργασίας και τα συμβολικά μέσα δια των οποίων επιτυγχάνουν τους στόχους τους. Η πολλαπλότητα αυτή οδηγεί σε ένα κρίσιμο ερώτημα. Πώς οι δομές αυτές σχετίζονται με το σύστημα της επεξεργασίας; Μήπως καθεμιά τους έχει ένα δικό της σύστημα επεξεργασίας ή όλες κάνουν χρήση ενός κοινού συστήματος επεξεργασίας, όπως αυτό που περιγράψαμε στην αρχή αυτής της εισαγωγής; Το ερώτημα αυτό είναι κρίσιμο από πολλές απόψεις. Άλλο είδος ευφυίας, δυνατοτήτων μάθησης αλλά και ανάπτυξης πρέπει να υποθέσει κανείς για έναν οργανισμό που έχει ένα ενιαίο σύστημα επεξεργασίας το οποίο επιμερίζεται και εξειδικεύεται στην επεξεργασία διαφορετικών απόψεων του περιβάλλοντος και άλλο για έναν οργανισμό που έχει για κάθε διαφορετικό τύπο σχέσεων στο πε-

ριβάλλον ένα ξεχωριστό σύστημα επεξεργασίας.

Απάντηση στο ερώτημα αυτό δεν έχει δοθεί ακόμη. Υπάρχουν θεωρητικοί (Case, 1985. Halford, 1993. Pascual-Leone, 1988. Kail, 1988. Hale, 1990) που υποστηρίζουν ότι το σύστημα επεξεργασίας είναι ένα και ενιαίο. Άλλοι θεωρητικοί (Chi, 1977. Gardner, 1983) υποστηρίζουν ότι οι ποικίλες γνωστικές ικανότητες ή ευφυίες είναι διαμερισματοποιημένες και η κάθε μια από αυτές έχει δικούς της μηχανισμούς επεξεργασίας που τη διαφοροποιούν από τις άλλες. Τέλος, άλλοι θεωρητικοί, μεταξύ των οποίων και εμείς, θεωρούμε ότι ο ανθρώπινος νους περιλαμβάνει κοινούς μηχανισμούς επεξεργασίας αλλά και μηχανισμούς που χαρακτηρίζουν τις διάφορες εξειδικευμένες προς το περιβάλλον δομές. Η εργασία αυτή σχεδιάστηκε για να δώσει μια πιο ισχυρή απάντηση στο ερώτημα αυτό από τις απαντήσεις που δόθηκαν ως τώρα. Ειδικότερα, εδώ θα αναλύσουμε τις παραμέτρους της ταχύτητας και του ελέγχου επεξεργασίας και την αλληλεπίδρασή τους με τρία συμβολικά συστήματα.

Στόχος της παρούσας έρευνας

Ο Εμπειρικός Δομισμός υποθέτει ότι το σύστημα επεξεργασίας "υποβαστάζει" το υπεργνωστικό σύστημα και ένα δίκτυο σφαιρών εξειδικευμένων ικανοτήτων. Πρωταρχικός στόχος αυτής της έρευνας είναι η διακρίβωση της ύπαρξης ενός γενικού συστήματος επεξεργασίας το οποίο ευθύνεται για την επεξεργασία των διαφορετικών όψεων της πραγματικότητας που μας περιβάλλει. Ειδικότερα, αναζητήθηκε απάντηση στο ερώτημα, αν όλες οι γνωστικές διεργασίες

κατευθύνονται από ένα ενιαίο σύστημα επεξεργασίας του οποίου τα συστατικά στοιχεία εξελίσσονται εν συγχорδία, δηλαδή με όμοιους ρυθμούς. Οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας που μελετήθηκαν, ώστε να δοθεί απάντηση στο παραπάνω ερώτημα, είναι η ταχύτητα και ο έλεγχος της επεξεργασίας. Η παρούσα μελέτη θα επικεντρωθεί στην πρώτη παράμετρο και θα συζητήσει μερικώς τη δεύτερη. Παράλληλα θα είναι δυνατό να εξεταστούν οι εναλλακτικές υποθέσεις προς την ύπαρξη ενός ενιαίου, γενικού μηχανισμού ο οποίος εξελίσσεται ομοιογενώς. Η πρώτη εναλλακτική υπόθεση είναι αυτή των γνωστικών στρατηγικών (Chi, 1977), κατά την οποία οι εξελικτικές διαφορές μεταξύ μικρών παιδιών και εφήβων στο χρόνο αντίδρασης οφείλονται σε ποιοτικές διαφοροποιήσεις των γνωστικών στρατηγικών που χρησιμοποιούνται. Οι θεωρητικοί που υποστηρίζουν αυτήν την υπόθεση αποδέχονται την ύπαρξη πολλαπλών εξειδικευμένων ικανοτήτων επεξεργασίας (Navon & Gopher, 1979). Η δεύτερη εναλλακτική είναι η "τοπική" υπόθεση (Bisanz, Danner, & Resnick, 1979), κατά την οποία ο άνθρωπος διαθέτει, από τη μια, ένα ενιαίο σύστημα επεξεργασίας, από την άλλη, όμως, τα διάφορα συστατικά αυτού του γενικού συστήματος επεξεργασίας εξελίσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς το καθένα.

Το ερώτημα που αφορά τη μορφή του συστήματος επεξεργασίας θα εξεταστεί τόσο από τη γνωστική όσο και από την εξελικτική πλευρά του. Ο δεύτερος στόχος έχει εξελικτική χροιά. Αφορά το πώς τα συστατικά στοιχεία, ταχύτητα και έλεγχος, του συστήματος επεξεργασίας αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου και τι είδους σχέσεις τα συνδέουν. Με άλλα λόγια, η δομή του συστήματος επεξεργασίας παραμένει αμετά-

βλητη με την πάροδο του χρόνου, κι αν όχι, τι είδους αλλαγές συμβαίνουν σε κάθε εξελικτική φάση; Με τον πρώτο στόχο της έρευνας επιχειρείται να δοθεί απάντηση στο τι είναι το σύστημα επεξεργασίας (περιγραφή του), -ή τι δεν είναι- ενώ με το δεύτερο στο ποιες σχέσεις υφίστανται μεταξύ των συστατικών στοιχείων αυτού του υποθετικού συστήματος και πώς αναπτύσσονται αυτά.

Μέθοδος

Υποκείμενα

Στην έρευνα αυτή εξετάστηκαν συνολικά 113 υποκείμενα. Αυτά ήταν κατανεμημένα σε τέσσερις ομάδες διαφορετικής ηλικίας οι οποίες εξετάστηκαν επί τρία συνεχή έτη. Κατά την εναρκτήρια χρονιά εξέτασης τα παιδιά κάθε ομάδας ήταν: 8 ετών (Μ.Ο.=8.2 και εύρος 7.5-8.6), 10 ετών (Μ.Ο.=10.1 και εύρος 9.6-10.4), 12 ετών (Μ.Ο.=12.1 και εύρος 11.5-12.4) και 14 ετών (Μ.Ο.=14.1 και εύρος 13.5-14.6). Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 13 κορίτσια και 15 αγόρια, η δεύτερη από 14 κορίτσια και 16 αγόρια, η τρίτη από 15 κορίτσια και 14 αγόρια και η τέταρτη από 13 κορίτσια και 13 αγόρια. Τα υποκείμενα κατά την πρώτη χρονιά εξέτασης φοιτούσαν αντιστοίχως στη Γ' και Ε' τάξη του Δημοτικού και στην Α' και Γ' τάξη του Γυμνασίου. Ήταν όλα μαθητές του Πειραματικού Σχολείου Θεσσαλονίκης και συμμετείχαν στην έρευνα εθελοντικά. Όλα τα παιδιά προέρχονταν από οικογένειες μέσου και ανώτερου κοινωνικού-οικονομικού επιπέδου. Τα δύο φύλα αντιπροσωπεύονταν εξίσου στο ερευνητικό δείγμα (55 κορίτσια και 58 αγόρια).

Στον Πίνακα 1 φαίνεται το σχέδιο δειγ-

ματοληψίας της έρευνας. Επιλέχθηκε αυτό το σχέδιο, διότι αποτελεί συνδυασμό συγχρονικής και διαχρονικής έρευνας. Έτσι, οι αδυναμίες της συγχρονικής και διαχρονικής έρευνας αμβλύνονται. Με αυτό το σχέδιο δειγματοληψίας είναι δυνατόν να κάνουμε συγχρονικές συγκρίσεις των επιδόσεων των κλάσεων, συγκρίσεις της διαχρονικής εξέλιξης των επιδόσεων της κάθε κλάσης χωριστά και συγκρίσεις των επιδόσεων μεταξύ κλάσεων, όταν φτάνουν σε μια ορισμένη ηλικία. Επίσης μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε εξελικτικά δεδομένα για μεγαλύτερη περίοδο, καθώς ο συνδυασμός τριών διαδοχικών συγχρονικών ερευνών καλύπτει το φάσμα των ηλικιών από 8 έως 16 ετών (Achenbach, 1978).

Έργα

Χρησιμοποιήθηκαν τρεις συστοιχίες έργων τύπου Stroop που αφορούσαν την ταχύτητα και τον έλεγχο του συστήματος επεξεργασίας. Ειδικότερα, η ταχύτητα και ο έλεγχος επεξεργασίας εξετάστηκαν με έργα που

απευθύνονταν σε τρία είδη συμβολικών αναπαραστάσεων: λεκτικές, αριθμητικές και εικονικές. Επιλέχθηκαν αυτά τα τρία είδη αναπαραστάσεων, ώστε να έχουμε πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο σχετίζεται το σύστημα επεξεργασίας με τα εξειδικευμένα δομικά συστήματα, έτσι όπως αυτά περιγράφονται από τον Εμπειρικό Δορισμό. Η κινητοποίηση του λεκτικού, του αριθμητικού και του εικονικού συμβολικού συστήματος προσφέρει πληροφορίες σχετικές με τη διαπλοκή του συστήματος επεξεργασίας με το λεκτικό-προτασιακό, το ποσοτικό-συσχετικό και το εικονικό-χωροταξικό ΕΔΟΣ, αντίστοιχα. Ακόμη, για τον έλεγχο των υποθέσεων της έρευνας, μας ενδιέφερε οι ερεθισμοί να μας επιτρέπουν να ελέγξουμε, αφενός, το ρυθμό επεξεργασίας του συστήματος επεξεργασίας και, αφετέρου, να ελέγξουμε τους μηχανισμούς παρεμβολής και ελέγχου που ενεργοποιούνται από τους ίδιους ερεθισμούς.

Προκειμένου να μετρήσουμε την ταχύτητα και τον έλεγχο της επεξεργασίας χρησιμοποιήσαμε το φαινόμενο Stroop. Το φαινόμενο Stroop απασχόλησε και απασχολεί τους

Πίνακας 1

Το σχέδιο δειγματοληψίας της έρευνας. Τα έτη που φαίνονται στα κελιά του Πίνακα είναι οι χρονιές που πρέπει να εξεταστεί η κάθε κλάση, προκειμένου να έχει τη μελετώμενη ηλικία.

Κλάσεις

1978	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	██████	1994
1980	1988	1989	1990	1991	1992	██████	1994	1995	1996
1982	1990	1991	1992	██████	1994	1995	1996	1997	1998
1984	1992	██████	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000

Μελετώ-

μενη ηλ. 8 χρ.	9 χρ.	10 χρ.	11 χρ.	12 χρ.	13 χρ.	14 χρ.	15 χρ.	16 χρ.
----------------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

ψυχολόγους για εξήντα και πλέον χρόνια. Ο λόγος που το κάνει τόσο ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι σχετίζεται με τις πρωταρχικές λειτουργίες του γινώσκειν, ειδικότερα με τις θεμελιώδεις διεργασίες της προσοχής (MacLeod, 1991). Το φαινόμενο Stroop παρατηρείται σε μια ποικιλία συνθηκών. Παρουσιάζεται όταν ζητείται από τα υποκείμενα να αντιδράσουν σε ερεθισμούς που διαφέρουν σε δύο άποψεις τους, μία από τις οποίες πρέπει να αγνοηθεί. Η παρεμβολή της μιας άποψης στην άλλη και η καθυστερημένη επεξεργασία αποτελούν δείκτες της ικανότητας ελέγχου των εισιόντων από το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα. Στην κλασική έκδοση του έργου Stroop ζητείται από τα υποκείμενα να διαβάσουν ονόματα χρωμάτων γραμμένα με μελάνη του ίδιου ή διαφορετικού χρώματος όσο πιο γρήγορα μπορούν. Βρέθηκε ότι την ταχύτερη αντίδραση την έχουμε στη συνθήκη ανάγνωσης του ονόματος του χρώματος, που είναι γραμμένο με μελάνη του ίδιου χρώματος, π.χ., το όνομα μπλε γραμμένο με μπλε μελάνη. Τη βραδύτερη αντίδραση την έχουμε στη συνθήκη ονομάτισης του χρώματος της μελάνης με την οποία είναι γραμμένη ένα όνομα διαφορετικού χρώματος, π.χ., κόκκινο με μπλε μελάνη.

Για να εξεταστεί η διαπλοκή των δύο παραμέτρων (ταχύτητα, έλεγχος) του συστήματος επεξεργασίας με τα ΕΔΟΣ, κατασκευάστηκαν τρεις συστοιχίες έργων που αποτελούσαν παραλλαγές του φαινομένου Stroop (Πλατσίδου, 1994). Στην πρώτη συστοιχία χρησιμοποιήθηκαν ως ερεθισμοί λέξεις, αριθμοί και σχήματα, στη δεύτερη συστοιχία αριθμοί και λέξεις και στην τρίτη, που περιλάμβανε έργα προειδοποίησης, ερεθισμοί όμοιοι με την πρώτη συστοιχία.

Χρησιμοποιήθηκαν λευκές κάρτες από σκληρό χαρτόνι (21 x 15 εκ.) πάνω στις οποί-

ες είχαν γραφεί στο κέντρο τους οι ερεθισμοί-στόχοι. Η πρώτη συστοιχία αποτελούνταν από 3 έργα, που το καθένα περιλάμβανε 16 κάρτες. Σε κάθε έργο, οι 4 κάρτες χρησιμοποιήθηκαν για εξάσκηση και οι υπόλοιπες 12 στην κύρια εξέταση. Η δεύτερη συστοιχία αποτελούνταν από 30 κάρτες. Οι 6 κάρτες χρησιμοποιήθηκαν για εξάσκηση και οι υπόλοιπες 24 για την κύρια εξέταση. Η τρίτη συστοιχία περιλάμβανε 3 έργα που το καθένα είχε 16 κάρτες. Από αυτές οι 4 κάρτες ήταν κάρτες εξάσκησης και οι υπόλοιπες 12 κάρτες εξέτασης. Σε όλες τις συστοιχίες είχαμε δύο συνθήκες: μια συμβατή συνθήκη κατά την οποία ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει τη μια άποψη του ερεθισμού-στόχου τη στιγμή που η άλλη άποψή του διεφέρε (π.χ., η λέξη “κόκκινο” γραμμένη με κόκκινη μελάνη) και μια ασύμβατη κατά την οποία έπρεπε να αναφέρει τη μια άποψη του ερεθισμού τη στιγμή που η άλλη άποψη ήταν διαφορετική (π.χ., η λέξη “κόκκινο” γραμμένη με πράσινη μελάνη). Επίσης, από εδώ και στο εξής, για να διευκολυνθεί η κατανόηση των αποτελεσμάτων η πρώτη συστοιχία θα αποκαλείται ομοειδής συστοιχία, διότι αποτελείται από τρία έργα με κοινή δομή, η δεύτερη θα αποκαλείται μικτή ή ετεροειδής συστοιχία, διότι περιλάμβανε ετεροειδείς ερεθισμούς και τέλος, η τρίτη συστοιχία θα αποκαλείται συστοιχία προειδοποίησης, διότι αποτελείται από έργα προειδοποίησης.

Ομοειδής συστοιχία

Την ομοειδή συστοιχία συνέθεταν ένα λεκτικό, ένα αριθμητικό και ένα εικονικό έργο τα οποία απευθύνονταν στο λεκτικό-προτασιακό, το ποσοτικό-συσχετικό και το εικονικό-χωροταξικό ΕΔΟΣ αντίστοιχα.

Στην ομοειδή συστοιχία οι 12 κάρτες του πρώτου έργου αφορούσαν το λεκτικό σύστημα και πάνω τους ήταν γραμμένα ονόματα χρωμάτων. Οι 6 κάρτες αφορούσαν τη συμβατή συνθήκη. Ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει το χρώμα της μελάνης ή τη λέξη που ήταν γραμμένη πάνω στην κάρτα, λέξη που ήταν γραμμένη με μελάνη του ίδιου χρώματος (π.χ., η λέξη “πράσινο” γραμμένη με πράσινη μελάνη). Στις 3 κάρτες το υποκείμενο αντιδρούσε στην εντολή αναγνώρισης “λέξη” και στις άλλες 3 στην εντολή “χρώμα”. Οι άλλες 6 κάρτες αφορούσαν την ασύμβατη συνθήκη. Ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει το όνομα του χρώματος της μελάνης με την οποία ήταν γραμμένη η λέξη ή την ίδια τη λέξη, την ώρα που οι δύο απόψεις του ερεθισμού (όνομα χρώματος και σημασία της λέξης) ήταν διαφορετικές (π.χ., η λέξη “πράσινο” γραμμένη με κόκκινη μελάνη). Στις 3 κάρτες το υποκείμενο αντιδρούσε στην εντολή “λέξη” και στις άλλες 3 στην εντολή “χρώμα”. Ως λέξεις-ερεθισμοί χρησιμοποιήθηκαν τρία ονόματα χρωμάτων: κόκκινο, πράσινο και κίτρινο. Επιλέχτηκαν με κριτήριο το γεγονός ότι είναι βασικά χρώματα και έχουν ίδιο αριθμό γραμμάτων, δηλαδή επτά.

Το ίδιο πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε για το λεκτικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε και για το αριθμητικό σύστημα που εξετάζει το δεύτερο έργο αυτής της συστοιχίας. Όπως και στο προηγούμενο έργο, υπήρχαν 12 κάρτες εξέτασης. Στις 6 κάρτες που αφορούσαν τη συμβατή συνθήκη ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει τον αριθμό που ήταν γραμμένος πάνω στην κάρτα τη στιγμή που ο αριθμός αυτός σχηματιζόταν από τον εαυτό του (π.χ., ο αριθμός 9 που σχηματιζόταν από μικρά 9). Στις 6 κάρτες που αφορούσαν την ασύμβατη συνθήκη

οι δύο απόψεις του ερεθισμού (ολική-μερική) συγκρούονταν (π.χ., ο αριθμός 9 σχηματιζόταν από μικρά 7). Η ολική άποψη του ερεθισμού είναι το ψηφίο που σχηματίζεται από μικρότερα ψηφία, ενώ η μερική άποψη είναι τα μικρότερα ψηφία που σχηματίζουν ένα μεγαλύτερο ψηφίο. Στις 3 κάρτες κάθε συνθήκης το υποκείμενο αντιδρούσε στην εντολή “μεγάλο” (αναγνώριση ολικής άποψης του ερεθισμού) και στις υπόλοιπες στην εντολή “μικρό” (αναγνώριση μερικής άποψης του ερεθισμού). Ως αριθμοί-στόχοι χρησιμοποιήθηκαν τρεις μονοψήφιοι αριθμοί: το επτά (7), το εννιά (9) και το τέσσερα (4).

Το τρίτο έργο αφορούσε το εικονικό σύστημα και ακολουθήθηκαν κι εδώ οι ίδιες αρχές με τα δύο προηγούμενα έργα. Έτσι, από τις 12 κάρτες οι 6 αφορούσαν τη συμβατή και οι άλλες 6 την ασύμβατη συνθήκη. Όπως και στο αριθμητικό έργο στη συμβατή συνθήκη ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει το σχήμα που έβλεπε στην κάρτα τη στιγμή που το σχήμα σχηματιζόταν από μικρά σχήματα όμοια με αυτό (π.χ., ένα τρίγωνο σχηματισμένο από μικρά τρίγωνα). Στην ασύμβατη συνθήκη οι δύο απόψεις του ερεθισμού συγκρούονταν, δηλαδή το σχήμα-στόχος σχηματιζόταν από μικρά σχήματα που δεν ήταν όμοια με αυτό (π.χ., ένα τρίγωνο σχηματισμένο από μικρά τετράγωνα). Στις 3 κάρτες κάθε συνθήκης το υποκείμενο αντιδρούσε στην εντολή “μεγάλο” (αναγνώριση ολικής άποψης του ερεθισμού) και στις άλλες 3 κάρτες στην εντολή “μικρό” (αναγνώριση μερικής άποψης). Ως ερεθισμοί χρησιμοποιήθηκαν τρία σχήματα: το τετράγωνο, ο κύκλος και το ισοσκελές τρίγωνο.

Μικτή συστοιχία

Η μικτή συστοιχία έργων απαρτιζόταν από δύο έργα: το ένα απευθυνόταν στο αριθμητικό σύστημα και το άλλο στο λεκτικό αναπαραστατικό σύστημα. Υπήρχαν 6 κάρτες εξάσκησης και 12 κάρτες εξέτασης για κάθε έργο. Από τις 12 κάρτες του αριθμητικού έργου οι 8 αφορούσαν την ασύμβατη και οι 4 τη συμβατή συνθήκη. Στη συμβατή συνθήκη ζητιόταν από το υποκείμενο να αναφέρει τον αριθμό που ήταν γραμμένος στην κάρτα. Ο αριθμός σχηματιζόταν από τον εαυτό του (π.χ., ο αριθμός 4 σχηματιζόταν από μικρά 4). Στις 2 κάρτες η εντολή αναγνώρισης προς την οποία αντιδρούσε το υποκείμενο ήταν “μεγάλο” και στις άλλες 2 “μικρό”. Οι 8 κάρτες της ασύμβατης συνθήκης αποτελούνταν από 4 κάρτες στις οποίες ο αριθμός-στόχος σχηματιζόταν από διαφορετικό αριθμό (π.χ., ο αριθμός 4 σχηματιζόταν από μικρά 6) και 4 κάρτες στις οποίες ο αριθμός-στόχος σχηματιζόταν από κάποιο γράμμα (π.χ., ο αριθμός 4 σχηματιζόταν από μικρά Κ). Κι εδώ στις 4 κάρτες το υποκείμενο έπρεπε να αντιδράσει στην εντολή “μεγάλο” και στις άλλες 4 στην εντολή “μικρό”. Στο λεκτικό έργο τηρήθηκαν οι ίδιοι κανόνες με το αριθμητικό. Τέσσερις κάρτες, δηλαδή, αφορούσαν τη συμβατή συνθήκη και οκτώ την ασύμβατη. Στη συμβατή συνθήκη, στις 2 κάρτες το υποκείμενο αντιδρούσε στην εντολή “μεγάλο” (αναγνώριση ολικής άποψης) και στις άλλες 2 στην εντολή “μικρό” (αναγνώριση μερικής άποψης). Οι 4 κάρτες της ασύμβατης συνθήκης αφορούσαν ομοειδείς απόψεις του ερεθισμού (και οι δύο απόψεις ήταν γράμματα, π.χ., το γράμμα Κ σχηματιζόταν από μικρά Σ), ενώ οι άλλες 4 αφορούσαν ετεροειδείς απόψεις (η μία άποψη γράμμα και η άλλη αριθμό, π.χ., το

γράμμα Κ σχηματιζόταν από μικρά 5). Ως ερεθισμοί χρησιμοποιήθηκαν οι αριθμοί 4, 5, 6 και τα γράμματα Β, Κ και Σ. Η συστοιχία αυτή, η οποία είναι φανερά πολυπλοκότερη από την προηγούμενη, είχε στόχο να συγκρίνει το βαθμό της παρεμβολής που παρουσιάζεται, όταν οι δύο απόψεις ενός ερεθισμού ανήκουν σε διαφορετικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης.

Συστοιχία προειδοποίησης

Η συστοιχία προειδοποίησης περιλάμβανε τρία έργα. Και στα τρία έργα το υποκείμενο προειδοποιούνταν από την αρχή για το τι έπρεπε να αναγνώρισει. Άκουγε, δηλαδή, στην αρχή κάθε ομάδας ερεθισμών την εντολή αναγνώρισης κι όχι πριν από κάθε ερεθισμό. Υπήρχαν ένα λεκτικό, ένα αριθμητικό και ένα εικονικό έργο, όπως και στην πρώτη συστοιχία, τα οποία απευθύνονταν στο λεκτικό-προτασιακό, το ποσοτικό-συσχετικό και το εικονικό-χωροταξικό ΕΔΟΣ, αντίστοιχα.

Στο λεκτικό έργο οι ερεθισμοί που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ονόματα των εξής χρωμάτων: κίτρινο, πράσινο και κόκκινο. Υπήρχαν συνολικά 12 κάρτες. Σε 6 κάρτες το υποκείμενο “προειδοποιούνταν” ότι θα έπρεπε να αναγνωρίσει τη λέξη η οποία ήταν γραμμένη στις κάρτες, που θα του επιδεικνυόταν, με την εντολή “λέξη”. Στις άλλες 6 κάρτες “προειδοποιούνταν” με την εντολή “χρώμα” ότι θα έπρεπε να αναγνωρίσει το χρώμα της μελάνης με την οποία ήταν γραμμένες οι λέξεις πάνω στις κάρτες. Οι 3 κάρτες και στις δύο περιπτώσεις προειδοποίησης αφορούσαν συμβατή συνθήκη (οι δύο απόψεις του ερεθισμού ήταν ίδιες) και 3 κάρτες αφορούσαν ασύμβατη συνθήκη (οι δύο απόψεις του ερεθισμού διέφεραν).

Στο αριθμητικό έργο οι ερεθισμοί που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι αριθμοί 7, 9 και 4. Κι εδώ είχαμε 12 κάρτες εξέτασης. Στις 6 κάρτες το υποκείμενο άκουγε κατά την έναρξη της επίδειξης την προειδοποιητική εντολή αναγνώρισης “μεγάλο” και καλούσαν έτσι να αναγνωρίσει την ολική άποψη του αριθμού-στόχου που παρουσιαζόταν στις κάρτες. Στις άλλες 6 κάρτες άκουγε προειδοποιητικά την εντολή “μικρό”, προκειμένου να αναγνωρίσει τη μερική άποψη του αριθμού-στόχου που παρουσιαζόταν στις κάρτες. Κι εδώ είχαμε 3 κάρτες ανά εντολή αναγνώρισης που αφορούσαν τη συμβατή και 3 κάρτες ανά εντολή που αφορούσαν την ασύμβατη συνθήκη.

Τέλος, στο εικονικό έργο οι ερεθισμοί που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα σχήματα ισοπλευρο τρίγωνο, κύκλος και τετράγωνο, ως τα πιο συνηθισμένα σχήματα που επεξεργάζεται ο ανθρώπινος νους. Υπήρχαν 6 κάρτες επίδειξης και 12 κάρτες εξέτασης. Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με το αριθμητικό έργο. Το υποκείμενο, δηλαδή, προειδοποιούνταν με την εντολή “μεγάλο” στις μισές κάρτες και με την εντολή “μικρό” στις υπόλοιπες κάρτες, ώστε να αναγνωρίσει την ανάλογη άποψη του σχήματος-στόχου. Οι 3 κάρτες κάθε εντολής αφορούσαν τη συμβατή συνθήκη (οι δύο απόψεις του σχήματος-στόχου ήταν όμοιες) και οι άλλες 3 κάρτες την ασύμβατη συνθήκη (οι δύο απόψεις του σχήματος-στόχου ήταν διαφορετικές).

Εξέταση και μετρήσεις των έργων

Η εξέταση των υποκειμένων ήταν ατομική. Το υποκείμενο καθόταν απέναντι από τον πειραματιστή σε απόσταση που του επέτρεπε να διακρίνει καθαρά τις κάρτες. Ως

χώρος εξέτασης επιλέχθηκε ένα απόμερο γραφείου του σχολείου, ώστε η εξέταση των υποκειμένων να γίνεται χωρίς περισπασμούς και τα άτομα να νοιώθουν άνετα. Ο πειραματιστής επιδείκνυε την κάρτα και ταυτόχρονα εκφωνούσε την εντολή αναγνώρισης. Από τα υποκείμενα ζητήθηκε να απαντούν με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα και ακρίβεια, ανεξάρτητα από το έργο, τη συνθήκη ή την εντολή αναγνώρισης που εκτελούσαν. Η εντολή αναγνώρισης και η απάντηση του υποκειμένου ηχογραφούνταν με ένα μαγνητόφωνο υψηλής πιστότητας. Η μέτρηση του χρόνου αντίδρασης επιτεύχθηκε με τη βοήθεια ενός υπολογιστή (συμβατός IBM) που ήταν εφοδιασμένος με ειδική κάρτα ήχου (Sound Blaster). Ο πειραματιστής με τη βοήθεια του υπολογιστή είχε τη δυνατότητα να δει τις μορφές των ηχητικών κυμάτων τόσο της φωνής του (εντολή αναγνώρισης) όσο και της φωνής του υποκειμένου (αντίδραση) και να υπολογίσει το ενδιάμεσο χρονικό διάστημα. Ο χρόνος αντίδρασης σε κάθε ερεθισμό υπολογιζόταν από τη στιγμή που ο πειραματιστής άρχιζε να εκφωνεί την εντολή, μέχρι την έναρξη της απάντησης του υποκειμένου (Pachella, 1974). Η σειρά παρουσίασης των ερεθισμών διαμορφώθηκε σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Neill (1977), ώστε να μην προκαλείται παρεμβολή που οφείλεται στην επίδραση των προηγούμενων ερεθισμών. Ειδικότερα, αποφεύχθηκε η διαδοχική εξέταση ερεθισμών, όπου η αντίδραση που θα έπρεπε να αγνοηθεί στον πρώτο ερεθισμό να είναι η αντίδραση που απαιτούνταν να εκδηλωθεί στο δεύτερο ερεθισμό (Πλατισίδου, 1994). Η σειρά εκτέλεσης των τριών συστοιχιών από τα υποκείμενα ήταν τυχαία. Πριν από την κύρια εξέταση σε κάθε έργο και των τριών συστοιχιών έγινε η εξοικείωση των ατόμων

με τους συγκεκριμένους ερεθισμούς με τη βοήθεια των καρτών εξάσκησης, ώστε να κατανηθεί το έργο και να μειωθεί το πιθανό άγχος των υποκειμένων. Υπήρχαν 2 κάρτες επίδειξης και 4 κάρτες εξάσκησης για κάθε έργο με εξαίρεση τη μικτή συστοιχία, όπου υπήρχαν 4 κάρτες επίδειξης και 6 κάρτες εξάσκησης. Οι κάρτες επίδειξης και εξάσκησης περιείχαν ερεθισμούς σε συμβατές και ασύμβατες συνθήκες, διαφορετικούς όμως από τους ερεθισμούς των καρτών της κύριας εξέτασης. Αυτό έγινε για να κατανοήσουν τα υποκείμενα τις διαδικασίες εκτέλεσης των έργων.

Αν το υποκείμενο έδινε λάθος απάντηση την οποία διόρθωνε χρονικά άμεσα, ο χρόνος αντίδρασης υπολογιζόταν από την έναρξη της εκφώνησης της εντολής αναγνώρισης έως την έναρξη προφοράς της ορθής απάντησης. Τα λάθη που έκαναν τα υποκείμενα σε όλα τα έργα και των τριών συστοιχιών καταγράφηκαν. Σε παρόμοιες έρευνες τα λάθη αποτελούν δείκτη των απαιτήσεων που θέτουν τα έργα στο γνωστικό σύστημα (Biederman & Tsao, 1979).

Η απομαγνητοφώνηση όλων των αντιδράσεων απέφερε 12 (ερεθισμούς) x 3 (έργα) μετρήσεις στην πρώτη συστοιχία, 12 (ερεθισμούς) x 2 (έργα) στη δεύτερη και 12 (ερεθισμούς) x 3 (έργα) στην τρίτη. Είδαμε ότι στο λεκτικό έργο της ομοειδούς συστοιχίας είχαμε δύο ειδών συνθήκες, μια συμβατή και μια ασύμβατη. Επίσης, σε κάθε συνθήκη είχαμε δύο ειδών εντολές αναγνώρισης, την εντολή “λέξη” και την εντολή “χρώμα”. Ο συνδυασμός συνθήκης και εντολής αναγνώρισης μας δίνει τέσσερα είδη ερεθισμών: συμβατή - λέξη, συμβατή - χρώμα, ασύμβατη - λέξη, ασύμβατη - χρώμα. Σε κάθε είδος ερεθισμού όλα τα υποκείμενα αντέδρασαν 3 φορές. Από αυτές τις τρεις αντιδράσεις επιλέχθηκε η τα-

χύτερη και θεωρήθηκε η αντιπροσωπευτική επίδοση του υποκειμένου.

Οι έρευνες που αφορούν στο φαινόμενο Stroop έχουν δείξει ότι κατά την επεξεργασία των συμβατών και ασύμβατων συνθηκών ενεργοποιούνται διαφορετικές διεργασίες. Από πολλούς ερευνητές, η αναγνώριση της λέξης στη συμβατή συνθήκη θεωρείται καλός δείκτης μέτρησης της ταχύτητας του μηχανισμού επεξεργασίας, ενώ η αναγνώριση του χρώματος στην ασύμβατη συνθήκη θεωρείται καλός δείκτης μέτρησης του μηχανισμού ελέγχου του συστήματος επεξεργασίας (MacLeod, 1991. Demetriou et al., 1993. Schneider & Shiffrin, 1977. Πλασιόδου, 1994).

Στο αριθμητικό και εικονικό έργο τα τέσσερα είδη ερεθισμών από το συνδυασμό συνθήκης και εντολής αναγνώρισης ήταν συμβατή - μεγάλο, συμβατή - μικρό, ασύμβατη - μεγάλο και ασύμβατη - μικρό. Όπως στο λεκτικό έργο, έτσι και στα δύο αυτά έργα όλα τα υποκείμενα αντέδρασαν 3 φορές σε κάθε είδος ερεθισμού. Από αυτές τις τρεις αντιδράσεις επιλέχθηκε η ταχύτερη και θεωρήθηκε η αντιπροσωπευτική επίδοση του υποκειμένου. Στα δύο αυτά έργα ο χρόνος αντίδρασης στον ερεθισμό συμβατή - μεγάλο θεωρήθηκε καλός δείκτης μέτρησης της ταχύτητας επεξεργασίας, ενώ ο χρόνος αντίδρασης στον ερεθισμό ασύμβατη - μικρό θεωρήθηκε καλός δείκτης μέτρησης του ελέγχου που ασκεί το σύστημα επεξεργασίας. Ο ερεθισμός συμβατή - μεγάλο δεν περιέχει αντικρουόμενες απόψεις και απαιτεί από το υποκείμενο να αντιδράσει στην ολική άποψη του ερεθισμού, άρα το σύστημα επεξεργασίας χωρίς παρεμβολές ολοκληρώνει την επεξεργασία του ερεθισμού στον ταχύτερο δυνατό χρόνο. Αντίθετα, ο ερεθισμός ασύμβατη - μικρό περιέχει αντικρουόμενες από-

φεις και απαιτεί από το υποκείμενο να αντιδράσει στη μερική άποψη του ερεθισμού, γεγονός που προκαλεί αντιληπτική παρεμβολή και, επομένως, έλεγχο της επεξεργασίας (Navon, 1977). Γίνεται φανερό από τα παραπάνω ότι ο ερεθισμός συμβατή - λέξη εξισώνεται λειτουργικά, στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, με τον ερεθισμό συμβατή - μεγάλο ως δείκτης της ταχύτητας αντίδρασης και ο ερεθισμός ασύμβατη - χρώμα με τον ερεθισμό ασύμβατη - μικρό ως δείκτης του ελέγχου της επεξεργασίας.

Στο αριθμητικό έργο της μικτής συστοιχίας από το συνδυασμό της συμβατής, της ομοειδούς ασύμβατης και της ετεροειδούς ασύμβατης με τις εντολές αναγνώρισης "μεγάλο" και "μικρό", όπως είδαμε, είχαμε έξι είδη ερεθισμών: συμβατή - μεγάλο, συμβατή - μικρό, ασύμβατη ομ. - μεγάλο, ασύμβατη ομ. - μικρό, ασύμβατη ετ. - μεγάλο και ασύμβατη ετ. - μικρό. Σε κάθε είδος ερεθισμού τα υποκείμενα αντέδρασαν δύο φορές. Η ταχύτερη αντίδρασή τους θεωρήθηκε η αντιπροσωπευτική επίδοση τους. Και στο λεκτικό έργο της μικτής συστοιχίας είχαμε τα ίδια είδη ερεθισμών με το αριθμητικό. Σε αυτή τη συστοιχία ο χρόνος αντίδρασης στον ερεθισμό συμβατή - μεγάλο θεωρήθηκε ως αντιπροσωπευτική μέτρηση της ταχύτητας επεξεργασίας, ενώ ο χρόνος αντίδρασης στον ερεθισμό ασύμβατη ετ. - μικρό θεωρήθηκε ως μέτρηση του απαιτητικότερου ερεθισμού ελέγχου της επεξεργασίας.

Τέλος, όσον αφορά τη συστοιχία προειδοποίησης, ό,τι λέχθηκε για την ομοειδή συστοιχία ισχύει και για τη συστοιχία προειδοποίησης, διότι είχε την ίδια ακριβώς δομή. Έτσι, στην πρώτη συστοιχία είχαμε 2 (εντολές) x 2 (συνθήκες συμβατότητας) x 3 (έργα) μετρήσεις, στη δεύτερη 2 (εντολές) x 3 (συνθήκες συμβατότητας) x 2 (έργα) μετρήσεις,

και στην τρίτη 2 (εντολές) x 2 (συνθήκες συμβατότητας) x 3 (έργα) μετρήσεις.

Υποθέσεις

Η πρώτη υπόθεση που κατεύθυνε την έρευνα αποσκοπούσε στο να δοθεί απάντηση στο κρίσιμο ερώτημα της ύπαρξης ενός ενιαίου ή πολλών εξειδικευμένων συστημάτων επεξεργασίας. Σε περίπτωση που η απάντηση είναι ότι έχουμε ένα γενικό μηχανισμό επεξεργασίας, η επόμενη κατευθυντήρια υπόθεση αφορά την εξέταση της δομής αυτού του γενικού μηχανισμού και του τρόπου που αναπτύσσονται τα συστατικά στοιχεία του. Ειδικότερα, πώς ακριβώς αναπτύσσονται τα συστατικά στοιχεία του γενικού μηχανισμού επεξεργασίας; Καθένα αναπτύσσεται με το δικό του ρυθμό ή μήπως η ανάπτυξή τους είναι ομοιογενής και ενδεχομένως αλληλοεξαρτώμενη;

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα συγχρονικών δεδομένων

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα εξελιχθεί ως εξής. Αφού συζητηθούν τα αποτελέσματα για κάθε συστοιχία έργου και στις τρεις χρονιές εξέτασης, θα προχωρήσουμε στη συζήτηση του εξελικτικού προτύπου των λειτουργιών της ταχύτητας και του ελέγχου, όπως αυτό διαφαίνεται από τις επιδόσεις των παιδιών κατά τις 3 χρονιές εξέτασης.

Ομοειδής συστοιχία

Όσον αφορά την ομοειδή συστοιχία έρ-

Πίνακας 2

Μέσοι όροι (και τυπικές αποκλίσεις) των χρόνων αντιδρασης (σε χιλιοστά δευτ.) όλων των ομάδων της πρώτης συστοιχίας έργων (ομοειδής συστοιχία).

Ηλικία	Λεκτικό Σύστημα				Αριθμητικό Σύστημα				Εικονικό Σύστημα			
	Σ-Λε	Σ-Χρ	Α-Λε	Α-Χρ	Σ-Με	Σ-Μι	Α-Με	Α-Μι	Σ-Με	Σ-Μι	Α-Με	Α-Μι
8 (1)	.911 (.157)	.998 (.213)	.943 (.165)	1.25 (.365)	.937 (.172)	1.01 (.190)	.998 (.194)	1.21 (.332)	1.12 (.147)	1.19 (.280)	1.22 (.230)	1.22 (.215)
9 (2)	.840 (.139)	.846 (.129)	.884 (.126)	1.00 (.200)	.799 (.101)	.849 (.135)	.864 (.162)	.873 (.114)	.914 (.138)	1.11 (.316)	1.01 (.221)	1.08 (.140)
10 (1)	.793 (.112)	.851 (.139)	.791 (.132)	1.00 (.194)	.809 (.164)	.824 (.125)	.827 (.168)	.906 (.176)	.891 (.162)	.952 (.172)	.970 (.297)	1.01 (.196)
(3)	.793 (.130)	.787 (.096)	.809 (.104)	1.00 (.217)	.788 (.114)	.838 (.089)	.847 (.218)	.891 (.116)	.874 (.168)	1.00 (.204)	1.05 (.401)	1.11 (.255)
11 (2)	.730 (.114)	.708 (.128)	.740 (.116)	.852 (.176)	.714 (.111)	.714 (.119)	.716 (.117)	.756 (.118)	.787 (.159)	.828 (.134)	.835 (.188)	.901 (.211)
12 (1)	.737 (.123)	.751 (.153)	.695 (.105)	.940 (.193)	.700 (.129)	.722 (.101)	.722 (.130)	.790 (.140)	.787 (.113)	.823 (.127)	.872 (.158)	.905 (.145)
(3)	.706 (.089)	.667 (.106)	.728 (.089)	.806 (.164)	.694 (.094)	.692 (.076)	.713 (.110)	.744 (.069)	.734 (.079)	.768 (.089)	.809 (.167)	.863 (.129)
13 (2)	.712 (.093)	.670 (.093)	.737 (.104)	.773 (.115)	.642 (.094)	.650 (.078)	.662 (.094)	.700 (.104)	.713 (.115)	.739 (.123)	.734 (.153)	.840 (.105)
14 (1)	.667 (.111)	.660 (.119)	.661 (.092)	.860 (.139)	.650 (.091)	.670 (.082)	.679 (.097)	.727 (.127)	.734 (.102)	.732 (.094)	.812 (.191)	.815 (.102)
(3)	.666 (.082)	.640 (.079)	.681 (.087)	.753 (.119)	.629 (.081)	.640 (.094)	.631 (.117)	.688 (.125)	.694 (.106)	.715 (.094)	.713 (.139)	.806 (.117)
15 (2)	.667 (.130)	.616 (.098)	.688 (.143)	.767 (.151)	.582 (.096)	.595 (.105)	.628 (.110)	.609 (.094)	.640 (.080)	.676 (.115)	.690 (.135)	.741 (.128)
16 (3)	.662 (.092)	.625 (.097)	.685 (.120)	.753 (.133)	.636 (.081)	.645 (.084)	.635 (.073)	.695 (.098)	.658 (.085)	.675 (.094)	.717 (.111)	.753 (.090)
22.5	.656			.804	.632			.670	.667			.773

Σημείωση: Ο αριθμός (1), (2) και (3) μέσα στην παρένθεση δίπλα στην ηλικία δηλώνει τη χρονιά εξέτασης. Η τρίτη και τέταρτη σειρά τιμών στις ηλικίες 10, 12 και 14 είναι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της τρίτης χρονιάς εξέτασης.

γων, οι επιδόσεις των υποκειμένων και τις τρεις χρονιές αναλύθηκαν με μια 4 (ηλικία) x 2 (φύλο) x 3 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) x 2 (συνθήκη συμβατότητας - ασυμβατότητας) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους 3 τελευταίους παράγοντες. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι μέ-

σοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των χρόνων αντιδρασης στα έργα της ομοειδούς συστοιχίας και στις τρεις χρονιές εξέτασης.

Η επίδραση του συμβολικού συστήματος ήταν στατιστικά σημαντική $F(2,210)=57.0$, $p=.000$. Επομένως, οι επιδόσεις των υποκειμένων επηρεάστηκαν από το συμβολικό σύστημα αναπαράστασης που ενεργοποιού-

νταν από τα τρία είδη έργων. Συγκεκριμένα, η καλύτερη επίδοση (ο μικρότερος χρόνος αντίδρασης) παρατηρήθηκε στο έργο που αφορούσε το αριθμητικό συμβολικό σύστημα (M.O.=.826), η δεύτερη κατά σειρά αφορούσε το λεκτικό συμβολικό σύστημα (M.O.=.846) και η πιο αργή αντίδραση παρατηρήθηκε στα έργα που αφορούσαν το εικονικό σύστημα (M.O.=.944). Στατιστικά σημαντική ήταν και η επίδραση της εντολής αναγνώρισης $F(1,105)=93.27, p=.000$. Η αντίδραση των υποκειμένων στο άκουσμα των εντολών “μεγάλο” και “λέξη” ήταν ταχύτερη (M.O.=.832) από ό,τι στο άκουσμα της εντολής “μικρό” και “χρώμα” (M.O.=.912). Στατιστικά σημαντική ήταν και η επίδραση της συνθήκης (συμβατή-ασύμβατη) $F(1,105)=136.16, p=.000$. Αυτό σημαίνει ότι τα υποκείμενα εκδήλωσαν ταχύτερες αντιδράσεις στις συμβατές συνθήκες (M.O.=.832) από ό,τι στις ασύμβατες (M.O.=.911). Τα υποκείμενα πετύχαιναν ταχύτερους χρόνους αντίδρασης, όταν κινητοποιούσαν το λεκτικό, αριθμητικό και εικονικό σύστημα, στο άκουσμα των εντολών “λέξη” και “μεγάλο” τόσο στις συμβατές όσο και στις ασύμβατες από ό,τι στο άκουσμα των εντολών “χρώμα” και “μικρό”. Γίνεται φανερό, δηλαδή, ότι οι εντολές “μεγάλο” και “λέξη” θέτουν λιγότερες απαιτήσεις επεξεργασίας από τις εντολές “χρώμα” και “μικρό”. Επίσης, τα υποκείμενα αντιδρούσαν ταχύτερα, όταν τους ζητιόταν να αναγνωρίσουν την ολική άποψη του ερεθισμού από ό,τι όταν τους ζητιόταν να αντιδράσουν στη μερική άποψη του ερεθισμού-στόχου, ανεξάρτητα από το αν ο ερεθισμός ήταν λέξη, αριθμός ή σχήμα.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις των παραπάνω μεταβλητών, βρέθηκε στατιστικά σημαντική η αλληλεπίδραση του συμβολι-

κού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης $F(2,210)=25.67, p=.000$. Με άλλα λόγια, η διαφορά των χρόνων αντίδρασης στο άκουσμα της εντολής “μεγάλο” και “λέξη” από τη μια και “μικρό” και “χρώμα” αντίστοιχα, από την άλλη, δεν ήταν ίδια στα τρία συμβολικά συστήματα. Η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιαζόταν στο λεκτικό έργο (M.O.=.140) και ακολουθούσε κατά σειρά το αριθμητικό (M.O.=.068) και το εικονικό (M.O.=.031). Αυτές οι διαφορές μας δείχνουν ότι το σύστημα επεξεργασίας, όταν χειριζόταν εικονικά και αριθμητικά έργα δεν επηρεαζόταν ιδιαίτερα από την εντολή αναγνώρισης. Δε συνέβαινε, όμως, το ίδιο με τα λεκτικά έργα, όπου η παρεμβολή είναι εμφανής. Φαίνεται ότι όσο πιο οικεία είναι η αντίδραση που πρέπει να ανασταλεί τόσο μεγαλύτερη η παρεμβολή. Άλλη στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση είναι αυτή της εντολής αναγνώρισης με τη συνθήκη συμβατότητας ή μη $F(1,105)=35.43, p=.000$. Η διαφορά των χρόνων αντίδρασης υπό τις εντολές αναγνώρισης “λέξη” και “μεγάλο” στις δύο συνθήκες (συμβατή-ασύμβατη) (M.O.=.031) δεν είναι όμοια με τη διαφορά των χρόνων αντίδρασης υπό τις εντολές “χρώμα” και “μικρό” αντίστοιχα (M.O.=.121). Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι η άποψη του ερεθισμού (ολική - μερική) που ζητιόταν από το άτομο να διακρίνει και να ονοματίσει παρενέβαλε τη διαδικασία της αντιληπτικής επεξεργασίας και, συγκεκριμένα, στην περίπτωση της μερικής άποψης του ερεθισμού, οδηγούσε σε βραδύτερους χρόνους αντίδρασης ανεξάρτητα από τη συμβατότητα ή μη της συνθήκης. Στατιστικά σημαντική ήταν και η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης και με τη συνθήκη συμβατότητας ή μη $F(2,210)=23.97, p=.000$. Η σύ-

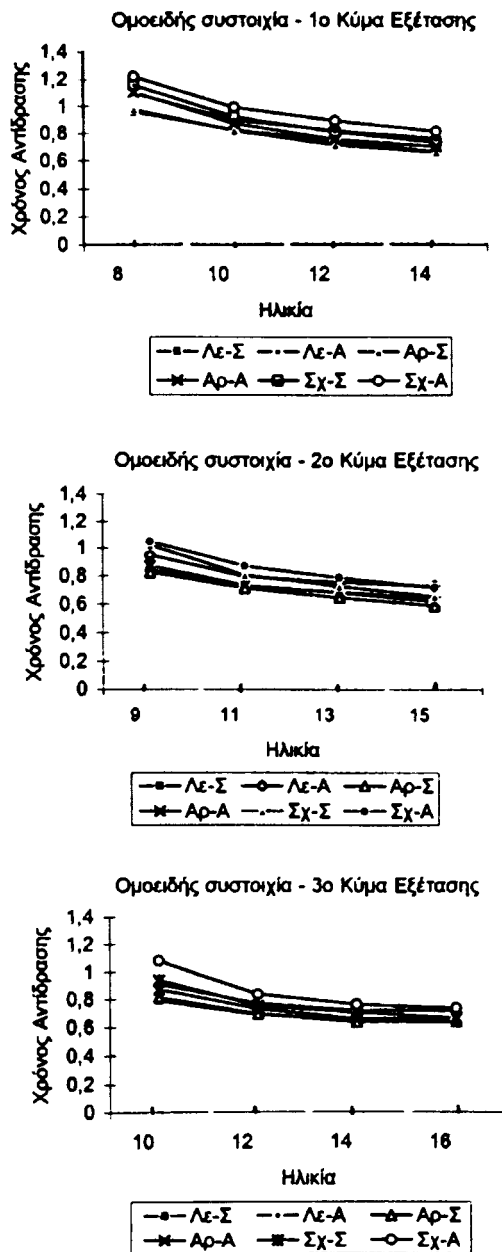
γκρουση που προκαλείται στην ασύμβατη συνθήκη δεν επηρεάζει την ανάγνωση ($M.O.=.005$), ενώ, αντιθέτως, επηρεάζει εντυπωσιακά την ονομάτιση του χρώματος ($M.O.=.197$). Η σύγκρουση αυτή είναι εμφανής και στην περίπτωση του αριθμητικού και του εικονικού αναπαραστατικού συστήματος, χωρίς την εντυπωσιακή διαφορά που παρουσιάζεται στο λεκτικό σύστημα.

Μια απλή εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι ότι η διαφορά μεταξύ ανάγνωσης της λέξεως και ονομάτισης του χρώματος οφείλεται στην ταχύτητα επεξεργασίας. Με άλλα λόγια, επειδή τα υποκείμενα αναγιγνώσκουν σταθερά γρηγορότερα από ό,τι κατονομάζουν χρώματα, η λέξη φτάνει σε επίπεδο αντίδρασης, από άποψη επεξεργασίας, πριν από την πληροφορία του χρώματος. Αν η λέξη συμφωνεί με το χρώμα τότε η αντίδραση ονομάτισης του χρώματος ή ανάγνωσης της λέξης διευκολύνεται. Αν, όμως, η λέξη συγκρούεται με το χρώμα στο οποίο είναι γραμμένη, τότε η επίδραση της σημασίας πρέπει να ξεπεραστεί, προκειμένου να παραχθεί η ορθή απάντηση, γεγονός που οδηγεί σε βραδύτερους χρόνους αντίδρασης. Η ερμηνεία αυτή δεν είναι ικανοποιητική (Glaser & Glaser, 1982) γεγονός που καταδεικνύεται κι από τα αποτελέσματα του έργου προειδοποίησης που θα συζητηθεί παρακάτω. Μια άλλη γενικότερη προσέγγιση στην ερμηνεία αυτού του φαινομένου επικεντρώνεται στο ρόλο της προσοχής κατά την επεξεργασία. Αυτή η προσέγγιση προχωρεί στη διάκριση μεταξύ αυτοματοποιημένων και ελεγχόμενων διεργασιών (Posner & Snyder, 1975. Schiffrin & Schneider, 1977). Οι αυτοματοποιημένες διεργασίες είναι γρήγορες και δεν απαιτούν προσοχή για την εκτέλεσή τους. Αντιθέτως, οι ελεγχόμενες διεργασίες είναι βραδύτερες, απαιτούν προσοχή και επισύρουν επομένως

τον εθελούσιο έλεγχο. Υπάρχουν, ωστόσο, νεότερες μαρτυρίες που αμφισβητούν αυτήν την προσέγγιση (MacLeod & Dunbar, 1988).

Το πρότυπο των επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων των μεταβλητών διατηρήθηκε και κατά τη δεύτερη και τρίτη χρονιά εξέτασης περίπου αναλλοίωτο. Στατιστικά σημαντική βρέθηκε η επίδραση του συμβολικού συστήματος $F(2,210)=118.68$, $p=.000$, $F(2,210)=63.68$, $p=.000$ τη δεύτερη και τρίτη χρονιά αντίστοιχα. Η ταχύτερη αντίδραση παρατηρήθηκε στα αριθμητικά έργα ($M.O.=.712$ τη δεύτερη και $M.O.=.713$ την τρίτη χρονιά) και ακολουθούσαν κατά σειρά τα λεκτικά ($M.O.=.766$ τη δεύτερη και $M.O.=.736$ την τρίτη χρονιά) και τα εικονικά ($M.O.=.830$ τη δεύτερη και $M.O.=.810$ την τρίτη χρονιά). Η επίδραση της εντολής αναγνώρισης ήταν στατιστικά σημαντική τόσο τη δεύτερη $F(1,105)=56.36$, $p=.000$ όσο και την τρίτη χρονιά $F(1,105)=63.20$, $p=.000$. Τα υποκείμενα εκδήλωναν ταχύτερες αντιδράσεις υπό τις εντολές “μεγάλο” και “λέξη” ($M.O.=.749$ τη δεύτερη και $M.O.=.732$ την τρίτη χρονιά) από ό,τι υπό τις εντολές “μικρό” και “χρώμα” ($M.O.=.790$ τη δεύτερη και $M.O.=.775$ την τρίτη χρονιά). Και η συνθήκη συμβατότητας βρέθηκε ότι επιδρά στατιστικώς σημαντικά τόσο τη δεύτερη $F(1,105)=86.2$, $p=.000$ όσο και την τρίτη χρονιά $F(1,105)=125.17$, $p=.000$. Τα υποκείμενα αντιδρούσαν ταχύτερα στις συμβατές συνθήκες ($M.O.=.741$ τη δεύτερη και $M.O.=.719$ την τρίτη χρονιά) παρά στις ασύμβατες ($M.O.=.797$ τη δεύτερη και $M.O.=.763$ την τρίτη χρονιά).

Ως προς τις αλληλεπιδράσεις, ό,τι παρατηρήθηκε την πρώτη χρονιά εξέτασης ίσχυσε με μικρές διαφορές και για τη δεύτερη και τρίτη χρονιά εξέτασης. Αναλυτικά, η αλληλε-



Σχήμα 1

Χρόνοι αντίδρασης (σε δευτ.) σε συνάρτηση με τις διάφορες συνθήκες και την ηλικία (σε χρόνια).

πίδραση του συμβολικού συστήματος με τη συνθήκη συμβατότητας ή μη βρέθηκε στατιστικά σημαντική τόσο τη δεύτερη $F(2,210)=7.97, p=.000$ όσο και την τρίτη χρονιά $F(2,210)=8.85, p=.000$. Οι διαφορές των χρόνων αντιδρασης μεταξύ συμβατών και ασύμβατων συνθηκών ανά συμβολικό σύστημα ποίκιλλαν. Η μεγαλύτερη διαφορά παρουσιαζόταν στο εικονικό έργο ($M.O.=.089$) και ακολουθούσε το λεκτικό ($M.O.=084$) και το αριθμητικό ($M.O.=.035$). Η αλληλεπίδραση της εντολής αναγνώρισης με τη συνθήκη συμβατότητας ή μη ήταν στατιστικά σημαντική με $F(1,105)=9.74, p=.000, F(1,105)=34.58, p=.000$ τη δεύτερη και τρίτη χρονιά αντίστοιχα. Η διαφορά των χρόνων αντίδρασης στο άκουσμα των εντολών “μεγάλο” και “λέξη” στις συμβατές και ασύμβατες συνθήκες ($M.O.=.038$ τη δεύτερη και $M.O.=.04$ την τρίτη χρονιά) δεν ήταν όμοια με τη διαφορά των χρόνων αντίδρασης στο άκουσμα των εντολών “μικρό” και “χρώμα” ($M.O.=.074$ τη δεύτερη και $M.O.=.099$ την τρίτη χρονιά). Τα υποκείμενα, με άλλα λόγια, αντιδρούσαν με βραδύτερους ρυθμούς, όταν τους ζητιόταν να αναγνωρίσουν τη μερική άποψη του ερεθισμού τόσο στις συμβατές όσο και στις ασύμβατες συνθήκες.

Το πρότυπο των επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων των μεταβλητών κατά τις τρεις χρονιές εξέτασης παρουσιάζει ασημαντες διαφοροποιήσεις. Η επίδραση και των τριών “εντός των ομάδων” παραγόντων είναι σημαντική. Οι επιδόσεις των υποκειμένων είναι διαφορετικές στα τρία αναπαραστατικά συστήματα. Οι ταχύτεροι χρόνοι αντίδρασης επιτυγχάνονται στο αριθμητικό έργο και οι βραδύτεροι στο εικονικό. Όσον αφορά τις εντολές αναγνώρισης, αυτές που αναφέρονται στην ολική άποψη του ερεθισμού οδηγούν σε ταχύτερες αντιδράσεις. Τέλος,

στις συμβατές συνθήκες, τα υποκείμενα πέτυχαν ταχύτερες αντιδράσεις από ό,τι στις συμβατές.

Μικτή συστοιχία

Οι επιδόσεις των υποκειμένων στις συμβατές συνθήκες των έργων της μικτής συστοιχίας αποφασίστηκε να αναλυθούν ξεχωριστά από τις επιδόσεις στις ασύμβατες συνθήκες. Στις ασύμβατες συνθήκες αυτής της συστοιχίας, όπως ήδη είδαμε, είχαμε εκτός των ομοειδών ερεθισμών και μικτούς ερεθισμούς, ερεθισμούς δηλαδή που η μια άποψη τους κινητοποιούσε το λεκτικό και η άλλη το αριθμητικό αναπαραστατικό σύστημα. Στα έργα αυτής της συστοιχίας το υποκείμενο θα έπρεπε να εναλλάσσει διαρκώς την προσοχή του μεταξύ των ετεροειδών ή ομοειδών απόψεων του ερεθισμού συντηρώντας σε εγρήγορη και τα δύο συμβολικά συστήματα. Όπως αναμενόταν, το γεγονός αυτό είχε δραματικές επιπτώσεις στους χρόνους αντίδρασης σε όλες τις συνθήκες του έργου. Αυτός είναι και ο λόγος της ξεχωριστής ανάλυσης των συμβατών από τις ασύμβατες συνθήκες.

Οι επιδόσεις στις συμβατές συνθήκες αναλύθηκαν με μια 4 (ηλικία) x 2 (φύλο) x 2 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους δύο τελευταίους παράγοντες. Η ίδια ανάλυση εφαρμόστηκε στα δεδομένα και των τριών χρονιών εξέτασης. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των επιδόσεων στη δεύτερη συστοιχία και στις τρεις χρονιές εξέτασης.

Κύριες επιδράσεις στατιστικά σημαντικές δε βρέθηκαν κατά την πρώτη χρονιά. Στατιστικά σημαντική ήταν η αλληλεπίδρα-

Πίνακας 3

Μέσοι όροι (και τυπικές αποκλίσεις) των χρόνων αντίδρασης (σε χιλιοστά δευτ.) όλων των ηλικιακών ομάδων της δεύτερης συστοιχίας έργων (μικτή συστοιχία).

Ηλικία	Αριθμητικό Σύστημα						Λεκτικό Σύστημα					
	Σ-Με	Σ-Μι	ΑΜ-1	ΑΜ-2	Αμ-1	Αμ-2	Σ-Με	Σ-Μι	ΑΜ-1	ΑΜ-2	Αμ-1	Αμ-2
8 (1)	1.07 (.218)	1.13 (.200)	1.29 (.322)	1.40 (.425)	1.32 (.399)	1.37 (.398)	1.11 (.249)	1.05 (.213)	1.15 (.286)	1.32 (.508)	1.30 (.693)	1.28 (.364)
9 (2)	.950 (.254)	.942 (.229)	1.08 (.204)	.910 (.263)	1.03 (.177)	1.07 (.249)	.943 (.160)	.968 (.182)	1.10 (.288)	1.15 (.315)	1.04 (.236)	1.05 (.293)
10 (1)	.869 (.147)	.945 (.132)	1.03 (.197)	1.06 (.211)	1.06 (.223)	1.03 (.164)	.951 (.161)	.882 (.143)	.947 (.193)	1.00 (.233)	.978 (.167)	1.04 (.230)
(3)	.850 (.136)	.876 (.111)	1.02 (.224)	1.03 (.225)	1.05 (.224)	1.03 (.273)	.905 (.111)	.960 (.207)	.955 (.137)	1.08 (.241)	.086 (.165)	1.02 (.148)
11 (2)	.794 (.174)	.796 (.139)	.904 (.198)	.953 (.312)	1.01 (.907)	.850 (.126)	.800 (.143)	.788 (.104)	.823 (.193)	.899 (.168)	.867 (.235)	.886 (.130)
12 (1)	.853 (.183)	.821 (.125)	.909 (.182)	.903 (.156)	.876 (.149)	.900 (.125)	.788 (.128)	.771 (.113)	.843 (.139)	.849 (.191)	.970 (.301)	.909 (.167)
(3)	.749 (.093)	.773 (.122)	.854 (.168)	.957 (.304)	.871 (.152)	.877 (.106)	.782 (.105)	.780 (.084)	.822 (.125)	.868 (.170)	.868 (.157)	.854 (.088)
13 (2)	.726 (.102)	.712 (.112)	.745 (.109)	.827 (.189)	.804 (.143)	.811 (.157)	.750 (.108)	.749 (.116)	.773 (.143)	.790 (.174)	.785 (.161)	.749 (.125)
14 (1)	.775 (.183)	.703 (.111)	.859 (.151)	.867 (.182)	.867 (.179)	.855 (.154)	.753 (.130)	.732 (.134)	.783 (.152)	.802 (.129)	.776 (.130)	.832 (.114)
(3)	.716 (.135)	.729 (.108)	.813 (.118)	.791 (.132)	.831 (.198)	.816 (.087)	.768 (.096)	.750 (.125)	.776 (.113)	.799 (.125)	.792 (.116)	.788 (.146)
15 (2)	.641 (.102)	.666 (.122)	.760 (.153)	.757 (.169)	.710 (.137)	.757 (.123)	.682 (.099)	.671 (.113)	.719 (.115)	.765 (.160)	.726 (.161)	.705 (.120)
16 (3)	.681 (.118)	.700 (.134)	.759 (.108)	.797 (.128)	.773 (.119)	.813 (.089)	.709 (.101)	.714 (.095)	.778 (.158)	.798 (.195)	.760 (.115)	.763 (.098)
22.5				.756		.840				.768		.696

Σημείωση: Ο αριθμός (1), (2) και (3) μέσα στην παρένθεση δίπλα στην ηλικία δηλώνει τη χρονιά εξέτασης. Η τρίτη και τέταρτη σειρά τιμών στις ηλικίες 10, 12 και 14 είναι οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της τρίτης χρονιάς εξέτασης.

ση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης F (1,105)=14.6, p=.000, αλληλεπίδραση που παρατηρήθηκε και στην πρώτη συστοιχία. Η διαφορά των χρόνων αντίδρασης στα δύο συμβολικά συστήματα υπό την εντολή “μεγάλο” (M.O.=.012) δεν ήταν ίδια με αυτήν υπό την εντολή “μικρό” (M.O.=.057). Τα υποκείμε-

να αντιδρούν στην εντολή “μικρό” με μεγαλύτερη ανομοιογένεια από ό,τι στην εντολή “μεγάλο”. Αυτό, μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι η εντολή “μικρό” (μερική άποψη του ερεθισμού) παρεμβάλλει τη διαδικασία επεξεργασίας με διαφορετικό τρόπο στο αριθμητικό αναπαραστατικό σύστημα από ό,τι στο λεκτικό.

Τη δεύτερη χρονιά εξέτασης δεν παρατηρήθηκε επίδραση ή αλληλεπίδραση κάποιου παράγοντα. Την τρίτη χρονιά εξέτασης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του συμβολικού συστήματος $F(1,105)=16.77, p=.000$. Τα υποκείμενα εκδήλωναν ταχύτερους χρόνους αντίδρασης στο αριθμητικό έργο ($M.O.=.760$) από ό,τι στο λεκτικό ($M.O.=.797$). Αυτό το εύρημα συμφωνεί με το αντίστοιχο στην πρώτη συστοιχία. Θα υπέθετε κανείς ότι αυτή η έλλειψη επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων καθώς και η αντιφατικότητα των αποτελεσμάτων, μπορεί να οφείλεται στην ξεχωριστή ανάλυση των συμβατών συνθηκών από τις ασύμβατες. Ωστόσο, η ανάλυση των ασύμβατων συνθηκών που ακολουθεί επιβεβαιώνει το διαφορετικό πρότυπο των επιδόσεων, γεγονός που μας δείχνει ότι τα έργα της δεύτερης συστοιχίας έτυχαν διαφορετικής επεξεργασίας από τα υποκείμενα.

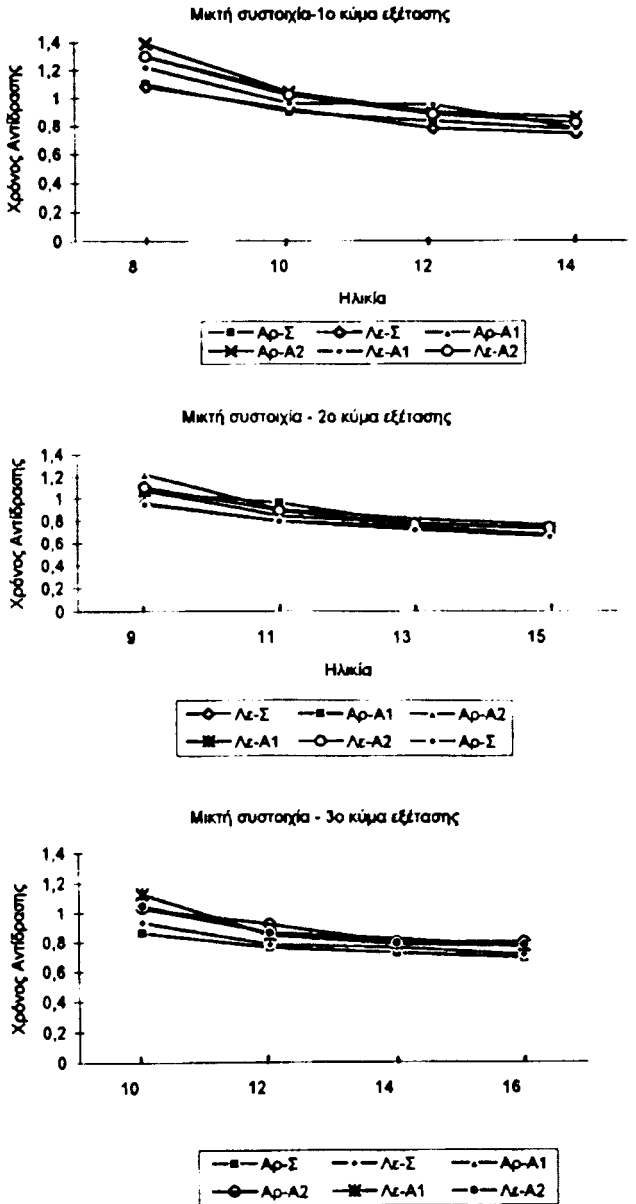
Οι χρόνοι αντίδρασης στις ασύμβατες συνθήκες αναλύθηκαν με μία 4 (ηλικία) x 2 (φύλο) x 2 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) x 2 (συνθήκη ομοιότητας-ετερότητας) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναληπτικές μετρήσεις στους τρεις τελευταίους παράγοντες. Υπενθυμίζεται εδώ ότι ο παράγοντας συνθήκη αναφέρεται σε δύο ασύμβατες συνθήκες, μια με ομοειδή χαρακτηριστικά (οι δύο απόψεις του ερεθισμού είναι αριθμοί ή γράμματα) και μια με ετεροειδή χαρακτηριστικά (η μία άποψη του ερεθισμού είναι γράμμα τη στιγμή που η άλλη είναι αριθμός) του ερεθισμού. Η ανάλυση εφαρμόστηκε και στα τρία κύματα εξέτασης.

Σε καμιά χρονιά εξέτασης δεν παρατηρήθηκαν επιδράσεις ή αλληλεπιδράσεις στατιστικά σημαντικές. Αξίζει εδώ να σημειωθεί η απουσία επίδρασης ή αλληλεπίδρασης του

παράγοντα συνθήκη ομοιότητας-ετερότητας. Παρότι θα ανέμενε κανείς να υπάρχουν διαφορές στους χρόνους αντίδρασης μεταξύ ομοειδών και μικτών ερεθισμών, εντούτοις δε διαπιστώθηκε κάτι τέτοιο. Εν κατακλείδι, η συνθετότητα των ερεθισμών της μικτής συστοιχίας οδήγησε τα υποκείμενα σε γενικότερη τακτική ελέγχου όλων των αντιδράσεών τους, με συνέπεια να έχουμε αδιαφοροποίητες αντιδράσεις σε όλα τα είδη των ερεθισμών. Με άλλα λόγια, τα υποκείμενα ήταν το ίδιο γρήγορα ή αργά στην επεξεργασία ασύμβατων ερεθισμών, είτε αυτοί ήταν αριθμοί που αποτελούνταν από άλλους αριθμούς είτε αριθμοί που αποτελούνταν από γράμματα. Το ίδιο ίσχυε και για ερεθισμούς που ήταν γράμματα αποτελούμενα είτε από άλλα γράμματα είτε από αριθμούς.

Συστοιχία προειδοποίησης

Τα έργα της τρίτης συστοιχίας είχαν την ίδια δομή και εξέταζαν τους ίδιους ερεθισμούς με τα έργα της ομοειδούς συστοιχίας με μία ουσιαστική διαφορά. Τα υποκείμενα προειδοποιούνταν με μια εντολή αναγνώρισης κατά την έναρξη κάθε ομάδας ερεθισμών. Επίσης, σε αυτή τη συστοιχία είχαμε δύο μόνο κύματα εξέτασης, τη δεύτερη και τρίτη χρονιά εξέτασης. Οι χρόνοι αντίδρασης στα έργα της τρίτης συστοιχίας αναλύθηκαν με μία 4 (ηλικία) x 2 (φύλο) x 3 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) x 2 (συνθήκη συμβατότητας ή μη) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους 3 τελευταίους παράγοντες. Η ανάλυση αυτή εφαρμόστηκε στα δεδομένα και των δύο κυμάτων εξέτασης. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των μεταβλητών της τρίτης συστοι-



Σχήμα 2

Χρόνοι αντίδρασης (σε δευτ.) σε συνάρτηση με τις διάφορες συνθήκες και την ηλικία (σε χρόνια).

Πίνακας 4

Μέσοι όροι (και τυπικές αποκλίσεις) των χρόνων αντίδρασης (σε χιλιοστά δευτ.) όλων των ηλικιακών ομάδων της τρίτης συστοιχίας έργων (συστοιχία προειδοποίησης).

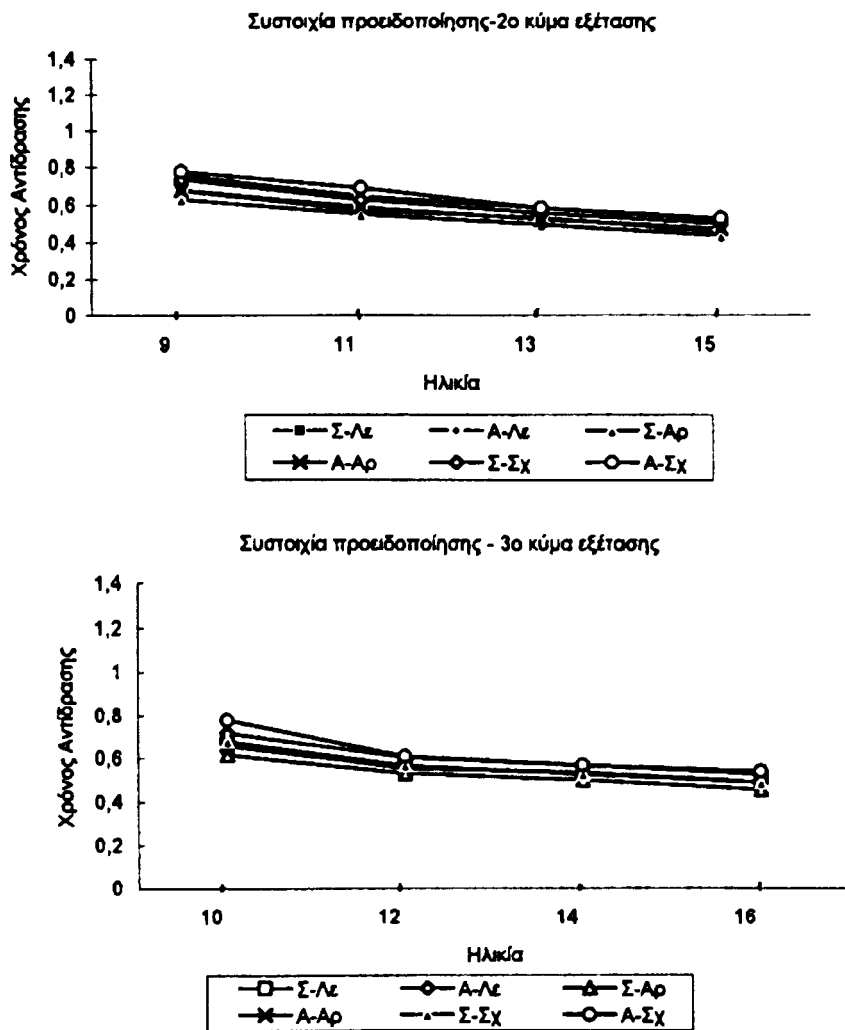
Ηλικία	Λεκτικό Σύστημα				Αριθμητικό Σύστημα				Εικονικό Σύστημα			
	Σ-Λε	Σ-Χρ	Α-Λε	Α-Χρ	Σ-Με	Σ-Μι	Α-Με	Α-Μι	Σ-Με	Σ-Μι	Α-Με	Α-Μι
9 (2)	.605 (.113)	.746 (.163)	.633 (.119)	.878 (.160)	.617 (.113)	.640 (.083)	.695 (.179)	.665 (.088)	.745 (.185)	.729 (.119)	.704 (.117)	.853 (.155)
10 (3)	.623 (.079)	.705 (.099)	.626 (.086)	.805 (.164)	.604 (.075)	.626 (.078)	.640 (.105)	.672 (.078)	.658 (.119)	.700 (.100)	.759 (.188)	.790 (.101)
11 (2)	.542 (.073)	.596 (.129)	.560 (.091)	.734 (.200)	.541 (.085)	.554 (.076)	.576 (.105)	.603 (.080)	.606 (.138)	.643 (.085)	.653 (.192)	.728 (.144)
12 (3)	.530 (.076)	.575 (.095)	.543 (.072)	.665 (.134)	.511 (.069)	.547 (.072)	.549 (.058)	.564 (.045)	.564 (.098)	.565 (.067)	.589 (.133)	.631 (.082)
13 (2)	.503 (.073)	.555 (.151)	.498 (.073)	.667 (.137)	.476 (.066)	.510 (.084)	.514 (.078)	.526 (.066)	.533 (.073)	.579 (.082)	.531 (.071)	.632 (.081)
14 (3)	.518 (.082)	.542 (.098)	.526 (.089)	.607 (.128)	.493 (.084)	.508 (.078)	.527 (.104)	.541 (.074)	.500 (.067)	.550 (.076)	.527 (.083)	.611 (.082)
15 (2)	.441 (.056)	.464 (.065)	.451 (.065)	.586 (.099)	.428 (.071)	.440 (.075)	.483 (.069)	.462 (.077)	.480 (.070)	.516 (.085)	.484 (.085)	.575 (.093)
16 (3)	.480 (.066)	.501 (.074)	.480 (.065)	.570 (.114)	.445 (.053)	.469 (.059)	.484 (.082)	.499 (.061)	.473 (.077)	.505 (.094)	.521 (.098)	.562 (.101)

Σημείωση: Ο αριθμός μέσα στην παρένθεση δίπλα στην ηλικία δηλώνει τη χρονιά εξέτασης.

χίας και των δύο κυμάτων εξέτασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Η επίδραση του συμβολικού συστήματος ήταν στατιστικά σημαντική τόσο τη δεύτερη χρονιά $F(2,210)=66.61$, $p=.000$ όσο και την τρίτη χρονιά εξέτασης $F(2,210)=52.25$, $p=.000$. Οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων στο αριθμητικό έργο ήταν ταχύτεροι ($M.O.=.547$ τη δεύτερη και $M.O.=.544$ την τρίτη χρονιά) και ακολουθούσαν οι χρόνοι αντίδρασης στο λεκτικό ($M.O.=.594$ την δεύτερη και $M.O.=.582$ την τρίτη χρονιά) και στο εικονικό ($M.O.=.626$ τη δεύτερη και $M.O.=.595$ την τρίτη χρονιά). Στατιστικά σημαντική ήταν και η επίδραση της εντολής αναγνώρισης τόσο τη δεύτερη χρονιά $F(1,105)=146.41$, $p=.000$ όσο και την τρίτη

χρονιά εξέτασης $F(1,105)=96.06$, $p=.000$. Οι επιδόσεις που πέτυχαν τα υποκείμενα υπό τις εντολές “μεγάλο” και “λέξη” ($M.O.=.556$ τη δεύτερη και $M.O.=.550$ την τρίτη χρονιά) ήταν καλύτερες από ό,τι υπό τις εντολές “μικρό” και “χρώμα” ($M.O.=.622$ τη δεύτερη και $M.O.=.597$ την τρίτη χρονιά). Η κύρια επίδραση της συνθήκης βρέθηκε επίσης στατιστικά σημαντική τόσο τη δεύτερη χρονιά $F(1,105)=125.68$, $p=.000$ όσο και την τρίτη χρονιά εξέτασης $F(1,105)=123.08$, $p=.000$. Οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων στις συμβατές συνθήκες ($M.O.=.564$ τη δεύτερη και $M.O.=.551$ την τρίτη χρονιά) ήταν ταχύτεροι από ό,τι στις ασύμβατες ($M.O.=.614$ τη δεύτερη και $M.O.=.591$ την τρίτη χρονιά).



Σχήμα 3

Χρόνοι αντίδρασης (σε δευτ.) σε συνάρτηση με τις διάφορες συνθήκες και την ηλικία (σε χρόνια)

Αυτή η συμφωνία στο πρότυπο των κύριων επιδράσεων των παραγόντων μεταξύ των δύο κυμάτων εξέτασης βρέθηκε και στις αλληλεπιδράσεις. Έτσι, η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήμα-

τος με την εντολή αναγνώρισης βρέθηκε στατιστικά σημαντική τόσο κατά το πρώτο κύμα εξέτασης $F(2,210)=35.36, p=.000$ όσο και κατά το δεύτερο $F(2,210)=11.7, p=.000$. Αυτό δείχνει ότι η

διαφορά στο χρόνο αντίδρασης μεταξύ των εντολών αναγνώρισης δεν ήταν ίδια στα τρία συμβολικά συστήματα. Τη μεγαλύτερη διαφορά παρουσίαζε το λεκτικό έργο (Μ.Ο.=.125 τη δεύτερη και Μ.Ο.=.08 την τρίτη χρονιά) και ακολουθούσαν κατά σειρά το εικονικό (Μ.Ο.=.06 τη δεύτερη και Μ.Ο.=.04 την τρίτη χρονιά) και το αριθμητικό (Μ.Ο.=.009 τη δεύτερη και Μ.Ο.=.02 την τρίτη χρονιά). Οι εντολές “λέξη” και “χρώμα” είναι απαιτητικότερες από ό,τι οι εντολές “μεγάλο” και “μικρό”. Η αλληλεπίδραση της εντολής αναγνώρισης με τη συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας βρέθηκε στατιστικά σημαντική με $F(1,105) = 40.58, p=.000$ και $F(1,105)=18.23, p=.000$ τη δεύτερη και τρίτη χρονιά αντίστοιχα. Με άλλα λόγια, η διαφορά στους χρόνους αντίδρασης συμβατών και ασύμβατων συνθηκών υπό τις εντολές “μεγάλο” και “λέξη” (Μ.Ο.=.022 τη δεύτερη και Μ.Ο.=.03 την τρίτη χρονιά) δεν ήταν ίδια με τη διαφορά στις εντολές “μικρό” και “χρώμα” (Μ.Ο.=.078 τη δεύτερη και Μ.Ο.=.06 την τρίτη χρονιά). Δηλαδή, το πρότυπο των επιδράσεων έδειξε ότι οι αντιδράσεις των υποκειμένων στις εντολές αναγνώρισης που αφορούσαν τη μερική άποψη του ερεθισμού σε συμβατές και ασύμβατες συνθήκες διέφεραν σημαντικά σε σύγκριση με τη διαφορά αντιδράσεων σε συμβατές και ασύμβατες συνθήκες υπό την εντολή που αφορούσε την ολική άποψη του ερεθισμού. Δηλαδή, οι αντιδράσεις που αφορούσαν την ολική άποψη του ερεθισμού παρουσίαζαν μεγαλύτερη ομοιογένεια σε συμβατές και ασύμβατες συνθήκες.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η στα-

τιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης και με τη συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας, με $F(2,210)=25.84, p=.000$ και $F(2,210)=11.94, p=.000$ στο πρώτο και δεύτερο κύμα εξέτασης αντίστοιχα. Στο αριθμητικό και εικονικό έργο τα υποκείμενα σημείωσαν ταχύτερους χρόνους αντίδρασης τόσο στις συμβατές όσο και στις ασύμβατες συνθήκες υπό την εντολή “μεγάλο” από ό,τι στις ίδιες συνθήκες υπό την εντολή “μικρό”. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα παραπάνω ευρήματα συμφωνούν με τα αντίστοιχα της πρώτης συστοιχίας, εύκολα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η εντολή “μεγάλο” ήταν λιγότερο απαιτητική κατά την επεξεργασία από την εντολή “μικρό”. Ωστόσο, στο λεκτικό έργο οι επιδόσεις των υποκειμένων αντέστρεφαν την παραπάνω εικόνα. Εδώ οι χρόνοι αντίδρασης στις συμβατές και ασύμβατες συνθήκες διέφεραν σημαντικά στο άκουσμα της εντολής “χρώμα”, χωρίς να συμβαίνει το ίδιο και με την εντολή “λέξη”. Η διαφορά συμβατής και ασύμβατης συνθήκης στο άκουσμα της εντολής “λέξη” είναι πολύ μικρή. Σημειώνουμε εδώ ότι το ίδιο είχαμε παρατηρήσει και στην πρώτη συστοιχία. Η εντολή “χρώμα” απαιτεί περισσότερο χρόνο επεξεργασίας και οδηγεί σε βραδύτερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με την εντολή “λέξη”.

Όσον αφορά τις συνθήκες συμβατότητας, η συμβατή συνθήκη ήταν λιγότερο απαιτητική και οδηγούσε σε σημαντικά ταχύτερους χρόνους αντίδρασης συγκρινόμενη με την ασύμβατη. Από τα αναπαραστατικά συστήματα το λιγότερο απαιτητικό ήταν το αριθμητικό, ενώ το λεκτικό και το εικονικό φαίνεται ότι, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του έργου που ζητιόταν από το υποκείμενο να εκτελέσει, απαιτούν συστηματικότερη

επεξεργασία και συνεπώς βραδύτερους χρόνους αντίδρασης. Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων και λαμβάνοντας υπόψη τους κοινούς τόπους τους, συμπεραίνουμε ότι οι ασύμβατες συνθήκες υπό την εντολή “χρώμα” και “μικρό” στο λεκτικό και εικονικό έργο αντίστοιχα ήταν οι απαιτητικότερες από άποψη επεξεργασίας, ενεργοποιώντας άμεσα το μηχανισμό ελέγχου του συστήματος επεξεργασίας. Από την άλλη, οι συμβατές συνθήκες υπό την εντολή “λέξη” και “μεγάλο” στο λεκτικό και αριθμητικό έργο αντίστοιχα ήταν οι λιγότερο απαιτητικές από άποψη επεξεργασίας και μπορούν να χρησιμεύσουν ως δείκτες της ταχύτητας του συστήματος επεξεργασίας. Τα παραπάνω ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (Jensen, 1966. Demetriou et al., 1993. Πλατσιδού, 1994).

Το εξελικτικό πρότυπο των παραμέτρων της ταχύτητας και του ελέγχου της επεξεργασίας: ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της έρευνας ήταν η εξέταση της επίδρασης του χρόνου στο σύστημα επεξεργασίας. Οι τυχόν αλλαγές στην ταχύτητα και τον έλεγχο του συστήματος επεξεργασίας που προκαλούνται από το πέρασμα του χρόνου αποτελούν το επίκεντρο της ανάλυσής μας. Με άλλα λόγια, η επίδραση του παράγοντα της ηλικίας καθώς και οι αλληλεπιδράσεις του με τις διάφορες συνθήκες όλων των έργων θα μας απασχολήσουν συστηματικά στην προσπάθειά μας να δώσουμε απάντηση στον πρωτεύοντα στόχο της έρευνας.

Όσον αφορά την ομοειδή συστοιχία, η

κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική και τις τρεις χρονιές εξέτασης, με $F(3,105)=50.8, p=.000$ για την πρώτη, $F(3,105)=37.32, p=.000$ για τη δεύτερη και $F(3,105)=40.1, p=.000$ για την τρίτη χρονιά εξέτασης. Αυτό σημαίνει ότι οι μεγαλύτερες σε ηλικία ομάδες υποκειμένων εκδήλωσαν ταχύτερους χρόνους αντίδρασης συγκριτικά με τις νεότερες ομάδες. Αυτό το εύρημα αποτελεί κοινό τόπο των ερευνών που εστιάζουν την προσοχή τους στη σχέση της ταχύτητας του συστήματος επεξεργασίας με την ηλικία (Kail, 1986,1991. Hale, 1990. Δημητρίου, 1993). Το ότι τα μικρά παιδιά χρειάζονται περισσότερο χρόνο, προκειμένου να εκτελέσουν κάποιο έργο, από ό,τι οι έφηβοι κι αυτοί με σειρά τους έχουν βραδύτερους χρόνους αντίδρασης, συγκρινόμενοι με τους νεαρούς ενήλικες (Μ.Ο.=22 ετών) αποτελεί δεδομένο προς εξήγηση στην τομή των ερευνών της εξελικτικής και της γνωστικής ψυχολογίας.

Οι περισσότερες αλληλεπιδράσεις της ηλικίας με τις συνθήκες των έργων ήταν στατιστικά σημαντικές. Θα συζητήσουμε τις πιο ισχυρές και συστηματικές. Έτσι, η αλληλεπίδραση της ηλικίας με το συμβολικό σύστημα, με $F(6,210)=8.13, p=.000$ για το δεύτερο και $F(6,210)=5.81, p=.001$ για το τρίτο κύμα εξέτασης αντανakλά το γεγονός ότι οι χρόνοι αντίδρασης στα τρία αναπαραστατικά συστήματα μειώνονται με διαφορετικό ρυθμό καθώς περνά η ηλικία.

Όσον αφορά τον παράγοντα φύλο τόσο η κύρια επίδραση όσο και οι αλληλεπιδράσεις δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές σε κανένα κύμα εξέτασης, γεγονός που δηλώνει ότι οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας που συζητούνται στην ανά χείρας μελέτη δε διαφέρουν στα δύο φύλα. Το σύστημα επεξεργασίας έχει κοινά χαρακτηριστικά και

εξέλιξη και στα δύο φύλα. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τα αντίστοιχα ευρήματα στη βιβλιογραφία της περιοχής (MacLeod, 1991. Demetriou et al., 1993. Πλατισίδου, 1994. Schneider & Schiffrin, 1977).

Όσον αφορά τη μικτή συστοιχία έργων η κύρια επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικά σημαντική τόσο στην ανάλυση των συμβατών όσο και των ασύμβατων συνθηκών. Στις συμβατές συνθήκες είχαμε $F(3,105)=30.15$, $p=.000$ για την πρώτη, $F(3,105)=26.48$, $p=.000$ για τη δεύτερη και $F(3,105)=23.67$, $p=.000$ για την τρίτη χρονιά. Με άλλα λόγια, οι χρόνοι αντίδρασης των ηλικιακών ομάδων διέφεραν: οι μικρότερες ηλικιακά ομάδες αντιδρούσαν βραδύτερα από ό,τι οι μεγαλύτερες. Συστηματικές αλληλεπιδράσεις της ηλικίας με άλλους παράγοντες δεν παρατηρήθηκαν. Στις ασύμβατες συνθήκες η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν εξίσου σημαντική με $F(3,105)=25.23$, $p=.000$ για το πρώτο, $F(3,105)=22.53$, $p=.000$ για το δεύτερο και $F(3,105)=22.55$, $p=.000$ για το τρίτο κύμα εξέτασης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά στις συμβατές συνθήκες και αντανakλούν τις διαφοροποιήσεις των χρόνων αντίδρασης στις ασύμβατες συνθήκες ως συναρτήσεις της ηλικιακής ομάδας. Κι εδώ δεν παρατηρήθηκαν αλληλεπιδράσεις της ηλικίας με άλλους παράγοντες. Αναφορικά με την επίδραση του φύλου, η εικόνα είναι ίδια με αυτήν στα έργα της ομοειδούς συστοιχίας. Δεν υπάρχουν διαφορές οφειλόμενες στην επίδραση του φύλου.

Στη συστοιχία προειδοποίησης η κύρια επίδραση της ηλικίας ήταν στατιστικά σημαντική και τις δύο χρονιές εξέτασης με $F(3,105)=52.59$, $p=.000$ για τη δεύτερη και $F(3,105)=46.96$, $p=.000$ για την τρίτη χρονιά εξέτασης, γεγονός που αντανakλά τις διαφο-

ρετικές επιδόσεις των ηλικιακών ομάδων. Όσο μεγαλώνουν τα παιδιά τόσο μειώνονται οι χρόνοι αντίδρασης σε όλες τις συνθήκες των έργων.

Αποτελέσματα διαχρονικών δεδομένων

Το σχέδιο δειγματοληψίας της έρευνας, που ο Schaie (1977) αποκαλεί “γενικό εξελικτικό μοντέλο”, μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε αλλαγές ως αποτέλεσμα ωρίμανσης με τη βοήθεια μιας ποικιλίας εναλλακτικών αναλύσεων. Αφενός, τα διαχρονικά δεδομένα μας προσφέρουν μια ξεκάθαρη εικόνα των ενδοατομικών -στην περίπτωση μας των ενδοομαδικών- αλλαγών. Μπορούμε, δηλαδή, να παρακολουθήσουμε την εξελικτική πορεία κάθε ηλικιακής ομάδας. Αφετέρου, αν θεωρήσουμε ότι κάθε εξελισσόμενο χαρακτηριστικό της ανθρώπινης συμπεριφοράς ορίζεται από τη συνάρτηση $\Sigma=f(H,K,\Pi)$, όπου το H (ηλικία) αναφέρεται στη χρονολογική ηλικία του οργανισμού τη στιγμή που μετρείται το εξελισσόμενο χαρακτηριστικό, το K (κλάση) αφορά το συνολικό πληθυσμό των ατόμων που εισήλθαν σε ένα ορισμένο περιβάλλον (πολιτισμικό-κοινωνικό) την ίδια στιγμή και τέλος το Π (περίοδος μέτρησης) τη στιγμή κατά την οποία το υπό μελέτη χαρακτηριστικό καταγράφεται, τότε τα συγχρονικά δεδομένα μας προσφέρουν πληροφορίες σχετικές με τη δια-ομαδική μεταβλητότητα των δεδομένων μας. Με άλλα λόγια η ανάλυση των διαχρονικών δεδομένων μας επιτρέπει να διαχωρίσουμε τις αλλαγές που είναι αποτέλεσμα της ηλικίας από τις διαφορές που είναι αποτέλεσμα της κλάσης, ενώ τα συγχρονικά δεδομένα τις διαφορές που είναι αποτέλεσμα της ηλικίας υποθέτοντας ότι δεν έχουμε επιδράσεις από την κλά-

Πίνακας 5

Σχηματική απεικόνιση των συγχρονικών και διαχρονικών ακολουθιών της έρευνας.

Διαχρονικές ακολουθίες	Συγχρονικές ακολουθίες		
	1η χρονιά εξέτασης	2η χρονιά εξέτασης	3η χρονιά εξέτασης
1η Κλάση	8 ετών	9 ετών	10 ετών
2η Κλάση	10 ετών	11 ετών	12 ετών
3η Κλάση	12 ετών	13 ετών	14 ετών
4η Κλάση	14 ετών	15 ετών	16 ετών

ση των υποκειμένων (Schaie, 1977).

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται διαγραμματικά οι τρεις συγχρονικές και οι τέσσερις διαχρονικές ακολουθίες πληθυσμών της έρευνας. Η ανάλυσή μας σε αυτό το σημείο θα επικεντρωθεί στις τέσσερις διαχρονικές ακολουθίες, ο συνδυασμός των οποίων, με τη βοήθεια της ανάλυσης των συγχρονικών ακολουθιών, θα μας επιτρέψει να σκιαγραφήσουμε την ανάπτυξη από 8 έως 16 χρόνων.

Αποφασίστηκε η ανάλυση να γίνει ανά δυάδες, δηλαδή, να εξεταστεί η σχέση της πρώτης στήλης με τη δεύτερη και της δεύτερης με την τρίτη στήλη του Πίνακα 5, ώστε να αποκαλυφθούν πιθανές επιδράσεις της ηλικίας που εντοπίζονται στο ένα από τα δύο έτη, που ήταν ο χρόνος που μεσολάβησε από την πρώτη εξέταση ως την τρίτη. Εξάλλου, από την ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων γνωρίζουμε, ήδη, ότι μέσα σε κάθε διετία συμβαίνουν εξελικτικές αλλαγές. Το ερώτημα που θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε με την ανάλυση των διαχρονικών ακολουθιών είναι πότε ακριβώς συμβαίνουν. Πριν προχωρήσουμε στη συζήτηση των αποτελεσμάτων να σημειώσουμε ότι το επίπεδο σημαντικότητας για τις παρακάτω στατιστικές αναλύσεις είναι $p=.004$. Η τιμή

αυτή προκύπτει από τον τύπο $0.05/k$, όπου το k είναι ο αριθμός των επαναλήψεων του ελέγχου. Η σχέση αυτή, γνωστή ως ανισότητα του Bonferoni, κάνει εγκυρότερη τη στατιστική δοκιμασία, όταν μια ανάλυση τρέχει σε έναν αριθμό εξαρτημένων μεταβλητών περισσότερες από μία φορές. Το πρότυπο παρουσίασης των αποτελεσμάτων που ακολουθήθηκε στα συγχρονικά δεδομένα θα ισχύσει και στην παρουσίαση των διαχρονικών δεδομένων. Αρχικά, δηλαδή, θα συζητηθούν οι επιδράσεις και αλληλεπιδράσεις όλων των παραγόντων εκτός του παράγοντα χρονιά ο οποίος θα παρουσιαστεί στη συνέχεια σε άλλη ενότητα.

Στις επιδόσεις των υποκειμένων στην ομοειδή συστοιχία έργων εφαρμόστηκε μια 2 (φύλο) $\times 2$ (χρονιά) $\times 3$ (συμβολικό σύστημα) $\times 2$ (εντολή αναγνώρισης) $\times 2$ (συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους 4 τελευταίους παράγοντες. Η κύρια επίδραση του συμβολικού συστήματος ήταν στατιστικά σημαντική με $F(2,52)=41.05, p=.000, F(2,56)=28.75, p=.000, F(2,54)=46.04, p=.000$ και $F(2,48)=47.28, p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Όπως είδαμε και στην ανάλυση

των συγχρονικών δεδομένων οι επιδόσεις των υποκειμένων διαφοροποιούνται σαφώς στα τρία συμβολικά συστήματα. Οι ταχύτερες αντιδράσεις επιτεύχθηκαν στις συνθήκες που αφορούσαν το αριθμητικό συμβολικό σύστημα, οι αμέσως βραδύτερες στις συνθήκες που αφορούσαν το λεκτικό συμβολικό σύστημα και τέλος οι βραδύτερες αντιδράσεις στο εικονικό αναπαραστατικό σύστημα. Αυτό το εύρημα αφορούσε όλες τις κλάσεις. Στατιστικά σημαντική ήταν και η κύρια επίδραση της εντολής αναγνώρισης με $F(1,26)=32.83$, $p=.000$, $F(1,28)=43.99$, $p=.000$, $F(1,27)=57.39$, $p=.000$ και $F(1,24)=10.15$ $p=.004$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Υπό τις εντολές που αφορούσαν την ολική άποψη, δηλαδή “μεγάλο” και “λέξη”, τα υποκείμενα αντιδρούσαν ταχύτερα από ό,τι στις εντολές που αναφέρονταν στη μερική άποψη των ερεθισμών, δηλαδή “μικρό” και “χρώμα”. Και αυτό το εύρημα, κοινό με το αντίστοιχο των συγχρονικών ακολουθιών, ήταν γενικευμένο σε όλες τις κλάσεις υποκειμένων. Επίσης, στατιστικά σημαντική ήταν η επίδραση της συνθήκης συμβατότητας-ασυμβατότητας με $F(1,26)=35.7$, $p=.000$, $F(1,28)=38.16$, $p=.000$, $F(1,27)=50.82$, $p=.000$ και $F(1,24)=85.02$ $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Τα υποκείμενα όλων των κλάσεων εκδήλωναν ταχύτερες αντιδράσεις στις συμβατές συνθήκες από ό,τι στις ασύμβατες.

Από τις αλληλεπιδράσεις οι πιο ενδιαφέρουσες είναι η αλληλεπίδραση της εντολής αναγνώρισης με τη συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας που είναι σημαντική με $F(1,28)=19.78$, $p=.000$, $F(1,27)=29.26$, $p=.000$ και $F(1,24)=28.47$ $p=.000$ για τη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων

αντίστοιχα. Ακόμη, στατιστικά σημαντική είναι και η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης και τη συνθήκη συμβατότητας ή μη με $F(2,52)=11.51$, $p=.000$, $F(2,54)=8.89$, $p=.000$ και $F(2,48)=16.37$ $p=.000$ για την πρώτη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές, σημειωτέον, συζητήθηκαν κατά την ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων και αντικατοπτρίζουν τόσο τις ταχύτερες αντιδράσεις των υποκειμένων στις συνθήκες που αφορούσαν επεξεργασία της ολικής άποψης του ερεθισμού όσο και τις διαφοροποιημένες αντιδράσεις των υποκειμένων στις συνθήκες αυτές ανάλογα με το συμβολικό σύστημα που κινητοποιούσαν. Μας παρουσιάζουν όμοια εικόνα με αυτήν που ήδη συζητήθηκε στην ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων.

Οι επιδόσεις των υποκειμένων στα έργα της μικτής συστοιχίας αναλύθηκαν με μια 2 (φύλο) x 2 (χρονιά) x 2 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) x 2 (συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους 4 τελευταίους παράγοντες. Αντίθετα από ό,τι έγινε στην ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων, δε συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση οι ασύμβατες συνθήκες με ετεροειδείς ερεθισμούς, αφού όπως έδειξε η συγχρονική ανάλυση οι χρόνοι αντίδρασης μεταξύ ομοειδών και ετεροειδών ασύμβατων συνθηκών δε διέφεραν.

Η ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων της μικτής συστοιχίας μας έδωσε μια εικόνα λιγοστών επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η δεύτερη συστοιχία, εξαιτίας της φύσεως των συνθηκών που περιλάμβανε, οδηγούσε τα υποκείμενα σε μια γενική και αδιαφοροποίητη κατάσταση ελέγχου της επεξεργασίας των εισόντων, με

αποτέλεσμα να έχουμε γενικώς βραδύτερους χρόνους αντίδρασης σε όλα τα έργα, ανεξάρτητα από το είδος των ερεθισμών. Αξιοσημείωτη είναι η στατιστικά σημαντική επίδραση της συνθήκης συμβατότητας-ασυμβατότητας με $F(1,26)=30.28$, $p=.000$, $F(1,28)=18.67$, $p=.000$, $F(1,27)=20.79$, $p=.000$ και $F(1,24)=39.7$, $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Η επίδραση αυτού του παράγοντα δεν ήταν σημαντική στην ανάλυση των συγχρονικών ακολουθιών, λαμβανομένου υπόψη του γεγονότος ότι εκεί αναλύθηκαν ξεχωριστά οι συμβατές συνθήκες από τις ασύμβατες. Και οι τέσσερις κλάσεις πέτυχαν διαφορετικούς χρόνους σε συμβατές και ασύμβατες συνθήκες. Συγκεκριμένα στις συμβατές συνθήκες είχαμε ταχύτερες αντιδράσεις από ό,τι στις ασύμβατες. Στατιστικά σημαντική, επίσης, ήταν η επίδραση του συμβολικού συστήματος στην τέταρτη κλάση με $F(1,24)=13.79$, $p=.001$. Οι τιμές που παρουσιάστηκαν ως εδώ αφορούσαν τις δύο πρώτες στήλες του Πίνακα 5, δηλαδή τα ζεύγη 8-9, 10-11, 12-13 και 14-15 ετών. Οι επιδράσεις και αλληλεπιδράσεις που συζητήθηκαν ισχύουν κατά το πλείστον και στη δεύτερη και τρίτη στήλη των κλάσεων, δηλαδή στα ζεύγη 9-10, 11-12, 13-14 και 15-16 ετών.

Στην περίπτωση της συστοιχίας προειδοποίησης οι αναλύσεις περιορίζονται στη δεύτερη και τρίτη στήλη του Πίνακα 5, εφόσον είχαμε μετρήσεις της τρίτης συστοιχίας μόνο τη δεύτερη και τρίτη χρονιά εξέτασης, δηλαδή στα ζεύγη 9-10, 11-12, 13-14 και 15-16 ετών. Οι επιδόσεις στην τρίτη συστοιχία αναλύθηκαν με μια 2 (φύλο) x 2 (χρονιά) x 3 (συμβολικό σύστημα) x 2 (εντολή αναγνώρισης) x 2 (συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας) πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους

4 τελευταίους παράγοντες. Οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων στα τρία συμβολικά συστήματα ήταν σημαντικά διαφοροποιημένοι σε όλες τις κλάσεις με $F(2,52)=31.77$, $p=.000$, $F(2,56)=24.72$, $p=.000$, $F(2,54)=21.53$, $p=.000$ και $F(2,48)=23.42$, $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση αντίστοιχα. Και σε αυτή τη συστοιχία οι ταχύτεροι χρόνοι εκδηλώθηκαν στα έργα που κινητοποιούσαν το αριθμητικό αναπαραστατικό σύστημα και οι βραδύτεροι στα έργα του εικονικού συμβολικού συστήματος. Υπό τις εντολές αναγνώρισης “μεγάλο” και “λέξη” τα υποκείμενα σε όλες τις κλάσεις πέτυχαν στατιστικώς σημαντικά ταχύτερους χρόνους αντίδρασης από ό,τι υπό τις εντολές “μικρό” και “χρώμα” με $F(1,26)=53.18$, $p=.000$, $F(1,28)=71.97$, $p=.000$, $F(1,27)=74.08$, $p=.000$ και $F(1,24)=44.8$, $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Τέλος, οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων στις συμβατές συνθήκες της συστοιχίας ήταν σημαντικά ταχύτεροι από ό,τι στις ασύμβατες με $F(1,26)=51.53$, $p=.000$, $F(1,28)=50.98$, $p=.000$, $F(1,27)=70.03$, $p=.000$ και $F(1,24)=71.74$, $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα.

Οι αλληλεπιδράσεις των παραγόντων και στις τέσσερις κλάσεις ήταν οι ίδιες. Στατιστικά σημαντική ήταν η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης, με $F(2,52)=21.96$, $p=.000$, $F(2,56)=7.24$, $p=.002$, $F(2,54)=6.2$, $p=.004$ και $F(2,48)=6.09$, $p=.004$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Ακόμη, στατιστικά σημαντική ήταν η αλληλεπίδραση της εντολής αναγνώρισης με τη συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας με $F(1,26)=12.11$, $p=.002$,

$F(1,28)=18.18$, $p=.000$, $F(1,27)=25.35$, $p=.000$ και $F(1,24)=12.53$, $p=.002$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Ως συνέπεια των παραπάνω, στατιστικά σημαντική ήταν και η αλληλεπίδραση του συμβολικού συστήματος με την εντολή αναγνώρισης και τη συνθήκη συμβατότητας-ασυμβατότητας με $F(2,52)=8.18$, $p=.001$, $F(2,56)=6.76$, $p=.002$, $F(2,54)=8.39$, $p=.001$ και $F(2,48)=13.52$, $p=.000$ για την πρώτη, δεύτερη, τρίτη και τέταρτη κλάση υποκειμένων αντίστοιχα. Το πρότυπο των επιδράσεων και αλληλεπιδράσεων και στις τρεις συστοιχίες απέκλινε ελάχιστα από το αντίστοιχο που προέκυψε από την ανάλυση των συγχρονικών δεδομένων.

Το εξελικτικό πρότυπο των παραμέτρων της ταχύτητας και του ελέγχου της επεξεργασίας

Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στην αντίστοιχη ενότητα της ανάλυσης των συγχρονικών δεδομένων αναφέρονταν στις εξελικτικές διαφορές διαφορετικών ηλικιακών ομάδων. Στην παρούσα ενότητα θα παρακολουθήσουμε πώς μεταβάλλονται οι παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας μέσα σε κάθε ηλικιακή ομάδα κατά τις τρεις χρονιές που εξετάστηκαν τα υποκείμενα.

Στα έργα της ομοειδούς συστοιχίας η κύρια επίδραση της χρονιάς ήταν σημαντική στα ζεύγη 8-9, 10-11, 12-13 και 14-15 ετών με $F(1,26)=53.51$, $p=.000$, $F(1,28)=26.58$, $p=.000$, $F(1,27)=28.08$, $p=.000$ και $F(1,24)=35.69$, $p=.000$ αντίστοιχα. Αντιθέτως, η επίδραση της χρονιάς δεν ήταν στατιστικώς σημαντική στα ζεύγη 9-10, 11-12, 13-14 και 15-16 ετών, πράγμα που υποδηλώ-

νει ότι οι εξελικτικές αλλαγές όσον αφορά την ταχύτητα και τον έλεγχο του συστήματος επεξεργασίας εκδηλώνονται γύρω από τα χρονολογικά επίκεντρα των 8.5, 10.5, 12.5 και 14.5 χρονών. Το εύρημα αυτό ισχυροποιείται και από τα αποτελέσματα της μικτής συστοιχίας. Πράγματι, και στη μικτή συστοιχία η κύρια επίδραση του παράγοντα χρονιά ήταν στατιστικά σημαντική στα ζεύγη 8-9, 10-11, 12-13 και 14-15 ετών με $F(1,26)=36.59$, $p=.000$, $F(1,28)=10.44$, $p=.003$, $F(1,27)=20.79$, $p=.000$ και $F(1,24)=30.89$, $p=.000$ αντίστοιχα. Δεν ήταν, όμως, όπως και στην ομοειδή συστοιχία, στατιστικώς σημαντική στα ζεύγη 9-10, 11-12, 13-14 και 15-16 ετών. Στη συστοιχία προειδοποίησης, όπου η ανάλυση περιορίζεται μόνον στα ζεύγη 9-10, 11-12, 13-14 και 15-16 ετών, η εικόνα διέφερε σημαντικά. Συγκεκριμένα, στο μόνο ζεύγος που παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα χρονιά ήταν στο ζεύγος 11-12 ετών με $F(1,28)=10.85$, $p=.003$. Στα υπόλοιπα ζεύγη δεν ήταν στατιστικά σημαντική η επίδραση του παράγοντα χρονιά. Αυτό το εύρημα ισχυροποιεί την παραπάνω θέση ότι οι εξελικτικές αλλαγές στο μηχανισμό επεξεργασίας εκδηλώνονται γύρω από χρονολογικά επίκεντρα.

Όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις του παράγοντα χρονιά με τους άλλους παράγοντες, αυτές περιορίζονται στα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας και στα ζεύγη 8-9, 10-11, 12-13 και 14-15 ετών.

Ανάλυση των χρονικών ορίων σύμπτωσης του πρώτου με το τρίτο κύμα εξέτασης: οι ηλικίες 10, 12 και 14

Όπως γίνεται φανερό με μια ματιά στο

σχέδιο δειγματοληψίας, για τις ηλικίες 10, 12 και 14 είχαμε μετρήσεις από δύο ανεξάρτητες ομάδες. Ήταν τα σημεία σύμπτωσης του πρώτου κύματος με το τρίτο κύμα εξέτασης ή της πρώτης κλάσης με τη δεύτερη στα 10 χρόνια, της δεύτερης με την τρίτη στα 12 χρόνια και της τρίτης κλάσης με την τέταρτη στα 14 χρόνια. Αυτή η σύμπτωση αφορά μόνο τα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των μετρήσεων φαίνονται στους Πίνακες 2 και 3. Οι επιδόσεις των διαφορετικών ομάδων-κλάσεων κατά τις ηλικίες 10, 12 και 14 εξετάστηκαν, προκειμένου να διακριβωθεί αν διέφεραν. Εξετάστηκε, δηλαδή, αν η πρώτη κλάση πέτυχε σημαντικές διαφορές στους χρόνους αντίδρασης προς τα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας από τη δεύτερη κλάση στην ηλικία των 10 χρονών, αν η δεύτερη κλάση πέτυχε σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις στα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας από την τρίτη κλάση στην ηλικία των 12 ετών και, τέλος, αν η τρίτη κλάση παρουσίασε διαφορές στα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας από την τέταρτη κλάση στην ηλικία των 14 χρονών. Η ανάλυση των μέσων όρων επίδοσης στα έργα των δύο συστοιχιών έδειξε ότι καμιά κλάση δεν πέτυχε διαφορετικούς χρόνους σε καμιά συστοιχία έργων. Υπήρχαν ορισμένες σημαντικές διαφορές σε ελάχιστα μεμονωμένα έργα, οι διαφορές αυτές οφείλονταν μάλλον σε πειραματικούς χειρισμούς ή σε εξωγενείς παράγοντες, όπως π.χ., η προσοχή των ατόμων της συγκεκριμένης ομάδας, η εξοικείωση στο χειρισμό τέτοιων συνθηκών και το ενδιαφέρον για τις πειραματικές συνθήκες.

Το εύρημα αυτό υποδηλώνει τον ομοιόμορφο τρόπο εμπλοκής των υποκειμένων από διαφορετικές κλάσεις με τις πειραματι-

κές συνθήκες. Με άλλα λόγια, αποκλείει οποιοσδήποτε επιδράσεις της κλάσης στα δεδομένα μας και συνεπώς στα όποια συμπεράσματα εξάγονται από αυτά. Αποτελεί, επίσης, μια έμμεση σύγκριση της πρώτης χρονιάς μέτρησης με την τρίτη. Έτσι, από τη συνάρτηση $\Sigma = f(H, K, \Pi)$ που συζητήθηκε παραπάνω, γίνεται φανερό από τη μέχρι τώρα συζήτηση ότι οι παράγοντες K (Κλάση) και Π (Περίοδος μέτρησης) δε φαίνεται να επιδρούν σημαντικά στο μοντέλο των εξελικτικών αλλαγών, όπως αυτό εξάγεται από τις αναλύσεις μας. Συνεπώς, τόσο η συγχρονική όσο και η διαχρονική ανάλυση που έχουν παρουσιαστεί παραπάνω καταδεικνύουν την επίδραση του παράγοντα H (Ηλικία) στη συμπεριφορά των υπό μελέτη ομάδων.

Ανάλυση των λανθασμένων απαντήσεων

Σε παρόμοιες έρευνες που μετρούν χρόνους αντίδρασης σε έργα επιλογής αντίδρασης και ιδιαίτερα σε έργα παρεμβολής, όπως είναι οι συνθήκες Stroop ή τύπου Stroop, τα λάθη που σημειώνουν τα υποκείμενα είναι ένας καλός δείκτης της δυσκολίας των έργων, των απαιτήσεων, δηλαδή, που θέτουν τα έργα στο σύστημα επεξεργασίας. Όσο δυσκολότερο γίνεται το έργο τόσο αυξάνει η αβεβαιότητα του υποκειμένου και ο χρόνος αντίδρασης (Fitts & Posner, 1967). Η ανάλυση των επιδόσεων στη μικτή συστοιχία συνηγορεί στο εύρημα αυτό.

Τα ποσοστά λαθών και στις τρεις συστοιχίες ήταν πολύ μικρά. Στην ομοειδή συστοιχία μόλις 4.16 % από το σύνολο των 4068 αντιδράσεων των υποκειμένων ήταν λανθασμένες. Το ποσοστό των λαθών ανά συμβολικό σύστημα ήταν 3.6 % για το λεκτικό, 3.2 % για το αριθμητικό και 5.68 % για το εικονικό

συμβολικό σύστημα. Στο εικονικό έργο σημειώθηκαν τα περισσότερα λάθη, περίπου τα διπλάσια σε σχέση με το λεκτικό και αριθμητικό. Σημειωτέον, ότι προηγούμενες έρευνες προσδιόρισαν το ποσοστό των λαθών σε ερεθισμούς παραπλήσιους προς το λεκτικό έργο στο 3.8 % (Biederman & Tsao, 1979). Η μικρή εξοικείωση των παιδιών με την αναγνώριση και ταύτιση των σχημάτων συγκριτικά με τις λέξεις και τους αριθμούς είναι η πιθανότερη ερμηνεία για το μεγάλο ποσοστό λαθών που παρατηρήθηκαν (Πλατισίδου, 1994). Εξάλλου, στις συνθήκες του εικονικού έργου είχαμε και τους βραδύτερους χρόνους αντίδρασης ανεξαρτήτως ηλικίας. Ακόμη, στις αντιπροσωπευτικές συμβατές συνθήκες για κάθε συμβολικό σύστημα τα ποσοστά των λαθών κυμαίνονταν γύρω ή κάτω της μονάδος. Αντίθετα, στις αντιπροσωπευτικές ασύμβατες συνθήκες ήταν της τάξεως των δύο ή τριών μονάδων. Τα ποσοστά των λαθών στις ηλικίες του πρώτου κύματος εξέτασης ήταν 3.3 %, 2.2 %, 1.6 % και 2.1 % για τις ηλικίες 8, 10, 12 και 14 ετών αντίστοιχα. Άρα, η αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας εξελίσσεται παράλληλα με την πρόοδο της ηλικίας.

Στη μικτή συστοιχία το ποσοστό λαθών ήταν μόλις 5.03 % επί του συνολικού αριθμού των αντιδράσεων που ήταν 2712. Στις συνθήκες του αριθμητικού έργου το ποσοστό των λαθών ήταν 4.89 %, ενώ στις συνθήκες του λεκτικού έργου ήταν ελαφρώς υψηλότερο και κυμαινόταν στο 5.16 %. Η εικόνα που αποκομίζει κανείς από τα ποσοστά λαθών επιβεβαιώνει την εικόνα που έχουμε από τις αναλύσεις. Στη δεύτερη συστοιχία οι συνθήκες ήταν απαιτητικότερες οδηγώντας τα υποκείμενα σε πιο αργούς χρόνους αντίδρασης και υψηλότερα ποσοστά λαθών από ό,τι στην πρώτη συστοιχία. Αξιοσημείωτο

είναι, επίσης, ότι τα ποσοστά λαθών στις ασύμβατες συνθήκες με ομοειδείς ερεθισμούς και στις συνθήκες με ετεροειδείς ερεθισμούς διέφεραν ελάχιστα, γεγονός που αντανακλά την ομοιόμορφη επεξεργασία που έτυχαν.

Τα ποσοστά των λαθών της συστοιχίας προειδοποίησης δεν αναλύθηκαν, διότι ήταν πολύ σπάνια. Τέλος, ας σημειωθεί, ότι τα ποσοστά λαθών που παρουσιάστηκαν παραπάνω για το πρώτο κύμα εξέτασης, παρουσιάζαν πολύ μικρές διακυμάνσεις κατά το δεύτερο και τρίτο κύμα εξέτασης και για το λόγο αυτό δε θα αναλυθούν.

Εξελικτικές συναρτήσεις: ένας ή πολλοί μηχανισμοί επεξεργασίας;

Ο Kail σε σειρά άρθρων του υποστηρίζει ότι οι εξελικτικές αλλαγές στο σύστημα επεξεργασίας περιγράφονται πολύ καλά από την εκθετική συνάρτηση που δίνεται παρακάτω.

$$Y = a + be^{-cx} \quad (1)$$

Στην εξίσωση αυτή το a αναπαριστά την ασυμπτωτική τιμή του Y , το c παραδοσιακά αναφέρεται ως μια παράμετρος "φθοράς", δείχνει, δηλαδή, πόσο γρήγορα η συνάρτηση προσεγγίζει την ασυμπτωτική τιμή και η παράμετρος b μαζί με την a ορίζουν την απόσταση του σημείου στο οποίο η ευθεία παλινδρόμησης τέμνει τον κάθετο άξονα. Το e είναι η βάση των νεπερίων λογαρίθμων. Λύνοντας την εξίσωση ως προς Y βρίσκουμε το μέσο χρόνο αντίδρασης της ηλικίας x σε ένα ορισμένο έργο. Η τιμή του a - η ασυμπτωτική τιμή προς την οποία τείνουν οι τιμές του Y - φυσικά, σε αυτή την περίπτωση είναι ο μέσος χρόνος αντίδρασης των ενηλίκων στο ίδιο έργο. Εφαρμόζοντας την εξίσωση (1) σε μια

πληθώρα εξελικτικών δεδομένων ο Kail κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η παράμετρος της φθοράς, η οποία αναπαριστά το ρυθμό αλλαγής, έχει μια τιμή γύρω στο 0.334 (Kail, 1988, 1991). Η τιμή αυτή είναι η μέση τιμή όλων των τιμών που πήρε το c σε μια πληθώρα δεδομένων από ποικίλλα γνωστικά έργα. Επίσης, η εφαρμογή της εξίσωσης (1) τόσο σε γνωστικά έργα όσο και σε έργα αντιληπτικο-κινητικής φύσεως οδήγησε τον Kail στο συμπέρασμα ότι ο υπολανθάνων μηχανισμός επεξεργασίας είναι συστημικός παρά εξειδικευμένος ανά πεδίο γνώσης. Ας σημειωθεί, τέλος, ότι η παράμετρος a αναπαριστά το χρόνο επεξεργασίας των ενηλίκων, γι' αυτό τίθεται ως ασυμπτωτική τιμή στην εξίσωση (1). Για τους σκοπούς της ανάλυσης που ακολουθεί, εξετάστηκαν 12 ενήλικες (Μ.Ο. = 22.5, εύρος 21-24) στα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας. Τα δύο φύλα αντιπροσωπεύονταν εξίσου (6 αγόρια και 6 κορίτσια). Όλα τα υποκείμενα ήταν φοιτητές του Α.Π.Θ. και συμμετείχαν εθελοντικά. Οι μέσοι όροι των επιδόσεων τους φαίνονται στην τελευταία γραμμή των Πινάκων 2 και 3.

Αν ένας κοινός μηχανισμός είναι υπεύθυνος για τις ηλικιακές διαφορές στους χρόνους αντιδρασης στα τρία συμβολικά συστήματα, τότε ο ρυθμός αλλαγής, δηλαδή η παράμετρος της φθοράς, θα πρέπει να είναι ίδιος και στα τρία συμβολικά συστήματα ανεξάρτητα από τη συμβατότητα ή μη των συνθηκών. Στην εξίσωση (1) η παράμετρος c θα πρέπει να παραμένει σταθερή σε όλα τα έργα. Αυτή η πρόβλεψη εκτιμήθηκε με τον ακόλουθο τρόπο, σύμφωνο προς τη διαδικασία που ακολούθησε ο Kail. Τα δεδομένα κάθε έργου εφαρμόστηκαν σε δύο εκθετικές συναρτήσεις. Και στις δύο συναρτήσεις η παράμετρος a , που αναπαριστά το ασυμπτωτικό επίπεδο επίδοσης, έπαιρνε ως τιμές το

μέσο όρο επίδοσης της ομάδας ελέγχου των ενηλίκων στο σχετικό έργο. Έτσι, μειωνόταν ο αριθμός των αγνώστων της εξίσωσης κατά έναν. Επίσης, και στις δύο συναρτήσεις η παράμετρος b , που αναπαριστά την "αρχική τιμή", ήταν ελεύθερη να μεταβάλλεται. Το στοιχείο που διέκρινε τις δύο συναρτήσεις ήταν η παράμετρος φθοράς c , η οποία στη μία συνάρτηση έπαιρνε την τιμή 0.334, ενώ στην άλλη ήταν ελεύθερη να μεταβάλλεται. Σύμφωνα με την υπόθεση ότι οι ηλικιακές διαφορές σε έργα που μετρούν ταχύτητα αντιδρασης αντανακλούν ένα γενικό μηχανισμό που αναπτύσσεται εκθετικά με ένα ρυθμό της τάξεως του 0.334, η εκθετική συνάρτηση με αυτό το ρυθμό φθοράς θα πρέπει να ταιριάζει στα εξελικτικά δεδομένα το ίδιο καλά με την εκθετική συνάρτηση στην οποία η παράμετρος c ήταν ελεύθερη να μεταβάλλεται. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση αυτών των συναρτήσεων αποτελούνταν από δύο τιμές για καθένα από τα τρία συμβολικά συστήματα και για καθενιά από τις εννέα ηλικίες (8-16 ετών) που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση. Η μια τιμή ήταν ο μέσος όρος της αντιπροσωπευτικής συνθήκης ταχύτητας και η άλλη ο μέσος όρος της αντιπροσωπευτικής συνθήκης ελέγχου για κάθε συμβολικό σύστημα. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στον Πίνακα 2. Από τη μικτή συστοιχία στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν οι μέσοι όροι των ασύμβατων συνθηκών με ετεροειδείς ερεθισμούς και από τα δύο συμβολικά συστήματα. Επιλέχθηκαν μόνο αυτές οι τέσσερις συνθήκες, διότι, όπως είδαμε, η μικτή συστοιχία προκαλούσε συστηματικό έλεγχο. Επομένως, οι συνθήκες ταχύτητας δεν είναι αντιπροσωπευτικές και δεν έχει νόημα να μελετηθούν. Και σε αυτή τη συστοιχία είχαμε τέσσερις τιμές για καθενιά

Πίνακας 6
Εφαρμογή των χρόνων επεξεργασίας στις εκθετικές συναρτήσεις

Μέτρηση	2-παραμέτρων εκθετική			1-παράμετρος εκθετική			
	b	c	R ²	c=0.334		c=0.4	
				b	R ²	b	R ²
Ταχύτητα Λε(Σ-Λε)	4.47	.356	.976	3.66	.973	6.59	.968
Ταχύτητα Αρ(Σ-Με)	10.48	.442	.915	3.97	.881	7.23	.910
Ταχύτητα Ει(Σ-Με)	11.88	.412	.952	5.89	.932	10.67	.951
Έλεγχος Λε(Α-Χρ)	34.68	.548	.876	5.19	.798	19.51	.844
Έλεγχος Αρ(Α-Μ1)	35.88	.532	.901	6.2	.832	11.33	.875
Έλεγχος Ει(Α-Μ1)	10.32	.389	.961	6.24	.949	11.28	.961
Έλεγχος Μ1(ΑΜ-2)	17.67	.432	.791	7.35	.771	13.30	.789
Έλεγχος Μ1(Αμ-2)	179.14	.728	.936	5.64	.757	10.49	.827
Έλεγχος Μ1(ΛΜ-2)	24.71	.471	.989	7.24	.938	13.18	.977
Έλεγχος Μ1(Λμ-2)	7.28	.319	.928	8.29	.927	14.85	.901

από τις εννέα ηλικίες οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 3.

Τα δεδομένα εφαρμόστηκαν στα μοντέλα με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SOLO/BMDP και τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων για την εκτίμηση των παραμέτρων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 6.

Τα δεδομένα για τα τρία συμβολικά συστήματα και τις δύο συνθήκες (ταχύτητα-έλεγχος) δείχνουν συστηματική μη γραμμική αλλαγή με την πρόοδο του χρόνου (βλ. Σχήμα 4 και 5) και περιγράφονται καλά από τις εκθετικές συναρτήσεις ($R^2 \geq .844$). Τα δεδομένα στις δύο συνθήκες του αριθμητικού συστήματος της μικτής συστοιχίας (Σχήμα 6) ήταν λιγότερο συστηματικά και γι' αυτό το λόγο τα R^2 είναι μικρότερα. Το ενδιαφέρον μας, ωστόσο, εστιάζεται στη σχετικότητα της εφαρμογής των δεδομένων στα δύο

μοντέλα των εκθετικών συναρτήσεων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε όλες τις περιπτώσεις το μοντέλο της μιας παραμέτρου εκτιμά το ίδιο περίπου ποσό της διακύμανσης με το μοντέλο των δύο παραμέτρων. Βλέπουμε, επίσης, ότι όταν η παράμετρος φθοράς c παίρνει την τιμή 0.4 τα δύο μοντέλα προσεγγίζουν περισσότερο από ό,τι με την τιμή 0.334. Ο κατά ένα εκατοστό του δευτερολέπτου αυξημένος ρυθμός επεξεργασίας πιθανόν να οφείλεται στη διαφορετική φύση των έργων που εξετάσαμε συγκριτικά με τα έργα που μελέτησε ο Kail. Ειδικότερα, τα έργα παρεμβολής απαιτούν βραδύτερους χρόνους αντίδρασης.

Σε όλες τις μετρήσεις η προσθήκη της ελεύθερης παραμέτρου c , δεν προκάλεσε στατιστικά σημαντική αύξηση στα R^2 , $p > .10$. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι εκτιμήσεις του c στο μοντέλο των δύο-παρα-

μέτρων ήταν της ίδιας τάξεως μεγέθους με το 0.4, ενώ σε τρεις περιπτώσεις (0.442, 0.412, 0.432) οι εκτιμώμενες τιμές προσεγγίζουν το 0.4. Με εξαίρεση την ασύμβατη συνθήκη του αριθμητικού έργου της δεύτερης συστοιχίας ($c=0.728$), η εξελικτική αλλαγή στις 9 από τις 10 μετρήσεις περιγραφόταν καλά από την εκθετική συνάρτηση με μια παράμετρο κοινού ρυθμού. Συνεπώς, ένας μηχανισμός που αλλάζει εκθετικά καθορίζει τις επιδόσεις των παιδιών και των εφήβων σε έργα παρεμβολής, έργα που κινητοποιούν τριών ειδών αναπαραστατικά συστήματα και διακρίνονται σε συνθήκες απρόσκοπτης αντιδρασης και αντιδρασης υπό καθεστώς αντιληπτικής σύγκρουσης.

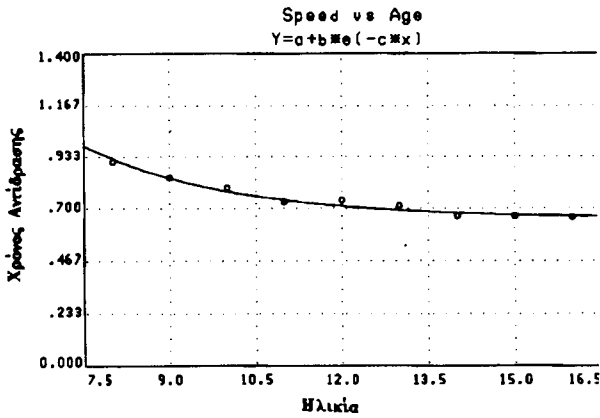
Η πιθανότερη εξήγηση αυτού του φαινομένου αφορά την ποσότητα των πόρων επεξεργασίας που διατίθενται για την εκτέλεση αυτών των έργων. Σύμφωνα με αυτήν την ερμηνεία, η αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας (μείωση του χρόνου επεξεργασίας) ανεξάρτητα από το είδος του έργου ή του αναπαραστατικού συστήματος αντανακλά την αύξηση, με την πρόοδο της ηλικίας, των πόρων επεξεργασίας που μπορούν να διατεθούν στην εκτέλεση του έργου.

Μια άλλη εξήγηση είναι αυτή που στηρίζεται στην αναλογία του εγκεφάλου προς το υλικό μέρος του υπολογιστή. Εάν δύο υπολογιστές έχουν το ίδιο λογισμικό αλλά ο ένας από τους δύο "τρέχει" με μικρότερη ταχύτητα, αυτός ο υπολογιστής θα εκτελέσει μια ορισμένη ακολουθία ενεργειών σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με τον άλλο υπολογιστή. Το ανθρώπινο ανάλογο της ταχύτητας του υπολογιστή μπορεί να είναι ο ρυθμός αναζήτησης της ορθής αντίδρασης στην εργαζόμενη μνήμη ή ο χρόνος παραγωγής της ορθής απάντησης (Salthouse & Kail, 1983).

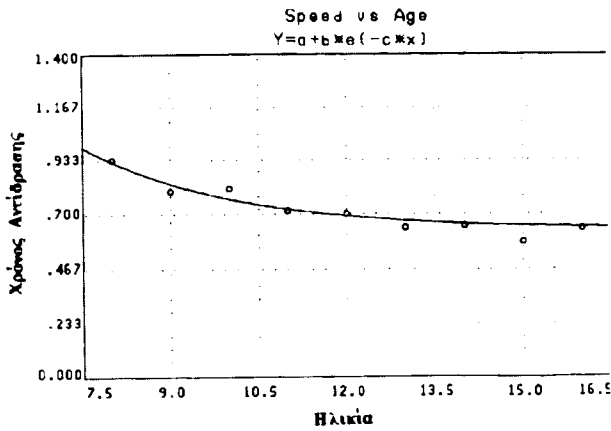
Ός προς το ερώτημα που τέθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, η απάντηση που συναγάζεται από τα δεδομένα είναι σαφής. Οι γνωστικές διεργασίες εκτελούνται από ένα γενικό και αδιαφοροποίητο σύστημα επεξεργασίας. Τα συστατικά στοιχεία του συστήματος αυτού εξελίσσονται εν συνchorδία κι όχι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Η παράμετρος της ταχύτητας φαίνεται ότι είναι ο βασικός μοχλός ανάπτυξης.

Στο φαινόμενο Stroop είναι πολύ δύσκολο να επιλέξουμε τα φυσικά χαρακτηριστικά και την ίδια ώρα να αγνοήσουμε τις συγκρουόμενες με αυτά σημασιολογικές πληροφορίες. Μπορεί, επομένως, η καθολική κινητοποίηση των αναγκαίων διεργασιών επιλογής της ορθής απάντησης να οδηγεί σε βραδείς χρόνους αντίδρασης. Ο Cavanagh (1972) συσχέτισε το ρυθμό αναζήτησης με το άμεσο μνημονικό πεδίο σε μια ποικιλία ερεθισμών, όπως αριθμοί, γράμματα, σχήματα, λέξεις με νόημα, λέξεις χωρίς νόημα κ.τ.λ. Ο ρυθμός αναζήτησης ήταν της τάξεως του 0.4, τιμή που αναφέρει και ο Sternberg (1975) κατά την ερμηνεία των δικών του ευρημάτων που αφορούσαν τη μνημονική αναζήτηση. Ο Cavanagh βρήκε ότι υπάρχει μια αντίστροφη γραμμική σχέση μεταξύ ρυθμού επεξεργασίας και άμεσου μνημονικού πεδίου. Μάλιστα, η ταχύτερη αναζήτηση αφορούσε τους αριθμούς και ακολουθούσαν κατά σειρά οι λέξεις και τα σχήματα. Εφόσον η προηγούμενη ανάλυσή μας καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι μεταβολές στο χρόνο αντίδρασης αντανακλούν θεμελιώδεις διαφορές στο ρυθμό επεξεργασίας πληροφοριών, μπορούμε να υποθέσουμε ότι αυτές με τη σειρά τους είναι υπεύθυνες για μια ποικιλία εξελικτικών διαφορών στη μνήμη και το γνωστικό σύστημα ευρύτερα. Η ταχύτητα επεξεργασίας φαίνεται ότι

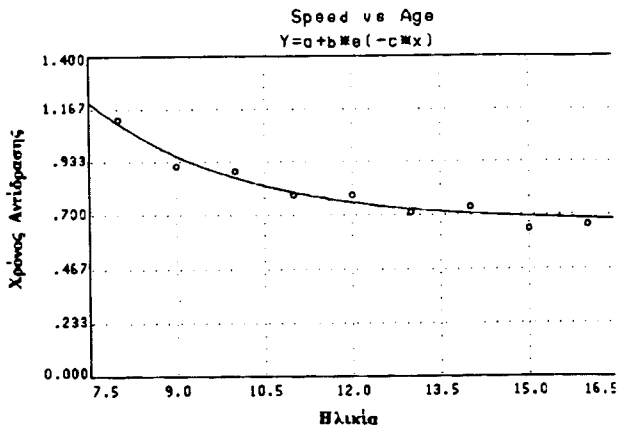
(α)



(β)



(γ)

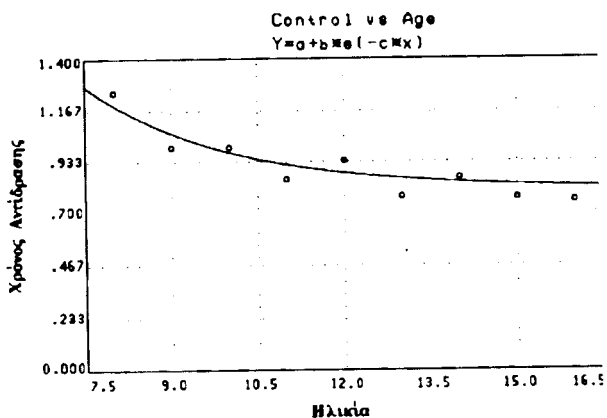


Σχήμα 4

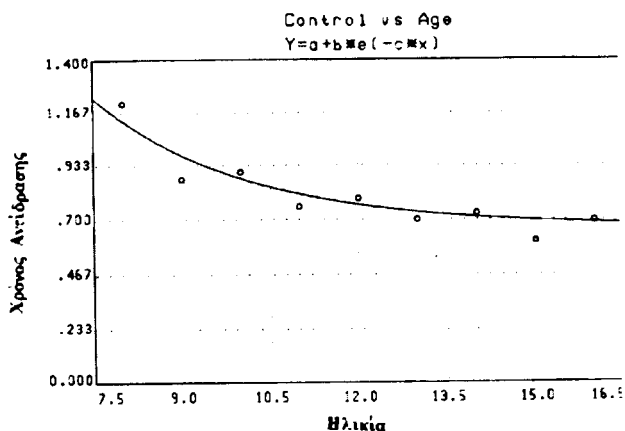
Μεταβολές του χρόνου αντίδρασης στις συνθήκες ταχύτητας σε συνάρτηση με την ηλικία

Σημείωση: Οι παραστάσεις (α), (β) και (γ) αναφέρονται στο λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης

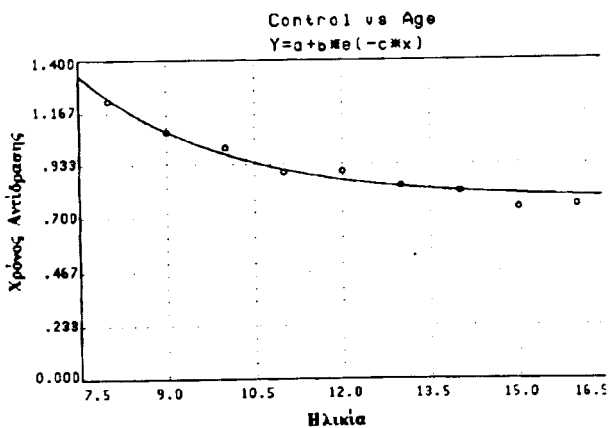
(α)



(β)



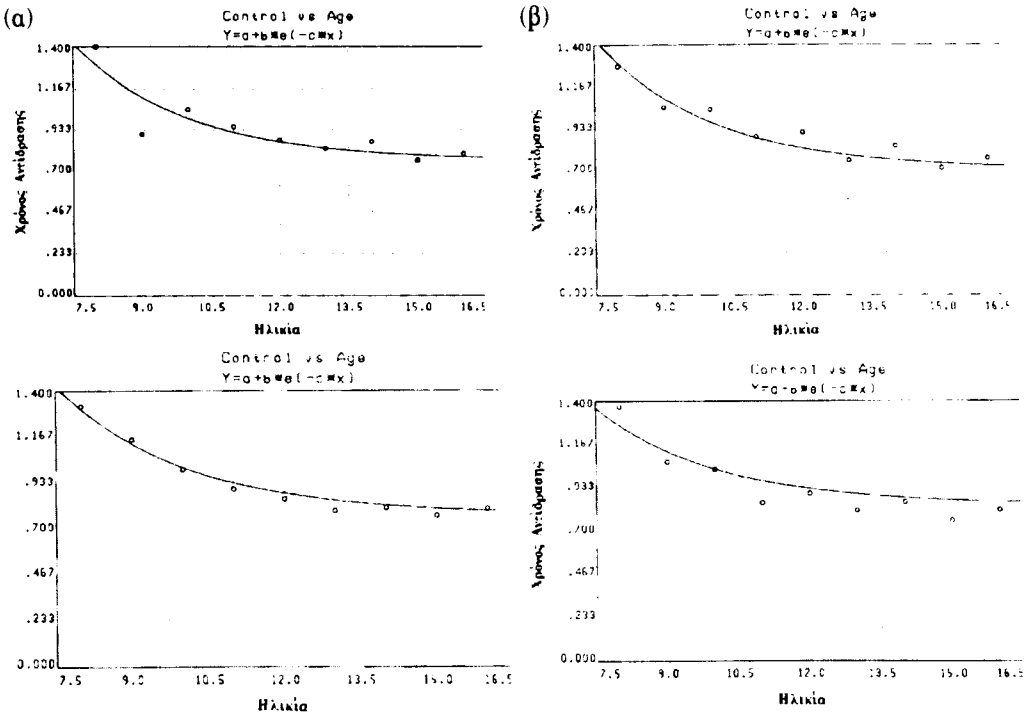
(γ)



Σχήμα 5

Μεταβολές του χρόνου αντίδρασης στις συνθήκες ελέγχου σε συνάρτηση με την ηλικία

Σημείωση: Οι παραστάσεις (α), (β) και (γ) αναφέρονται στο λεκτικό, το αριθμητικό και το εικονικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης



Σχήμα 6

Μεταβολές του χρόνου αντίδρασης στις συνθήκες ελέγχου σε συνάρτηση με την ηλικία (μικτή συστοιχία, ασύμβατες συνθήκες με ετεροειδείς ερεθισμούς στο λεκτικό (α) και το αριθμητικό (β) σύστημα)

αποτελεί φορέα εξελικτικών αλλαγών. Αυτός ο γενικός εξελικτικός μηχανισμός μας επιτρέπει να συνδέσουμε σαφώς τις υπεύθυνες διεργασίες που εμπλέκονται στη λύση προβλημάτων σε συγκεκριμένα πεδία. Ακόμη, σκιαγραφεί τις συνδέσεις μεταξύ των εξειδικευμένων ανά πεδίο διεργασιών και του γενικού συστήματος επεξεργασίας. Όλες οι προτάσεις ερμηνείας που παρουσιάστηκαν ως εδώ χρειάζονται περαιτέρω έρευνα, αφού είναι περιγραφικές, χωρίς ταυτόχρονα να παρουσιάζουν αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των παραγόντων που συζητούν. Το συμπέρασμα που αποκομίζουμε είναι ότι οι διαφορές ηλικίας σε έργα που μετρούν χρόνο αντίδρασης παρουσιάζουν μια προβλέψιμη

κανονικότητα εκθετικής μορφής. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την ύπαρξη ενός γενικού μηχανισμού ο οποίος επεξεργάζεται με αδιαφοροποίητο τρόπο μια μεγάλη ποικιλία έργων διαφορετικών πεδίων γνώσης ή διαφορετικής μορφής (Kail, 1993).

Γενική Συζήτηση

Ένα μεγάλο μέρος της έρευνας στην ψυχολογία έχει αφιερωθεί στη μελέτη των ορίων των ανθρώπινων ικανοτήτων ή διεργασιών. Μελέτες όπου ο χρόνος αντίδρασης σε ένα ερεθισμό ή σε μία ποικιλία συνθηκών με δύο ή περισσότερους ερεθισμούς οι οποίοι

πρέπει να εκτελούνται ή παρακολουθούνται ταυτόχρονα είναι σύνθητες φαινόμενο, ιδιαίτερα στο χώρο της γνωστικής ψυχολογίας. Όλες αυτές οι μελέτες, από τη μία μεριά, προσπαθούν να καθορίσουν τα "όρια" μιας σειράς μελετώμενων γνωστικών λειτουργιών ή διεργασιών που χρησιμοποιεί το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα, καθώς εξελίσσεται. Από την άλλη πάλι, καθώς οι πειραματισμοί μας γίνονται ολοένα και πιο ακριβείς, μας επιτρέπουν να κάνουμε ασφαλείς υποθέσεις σχετικά με τους υπολανθάνοντες μηχανισμούς που είναι υπεύθυνοι για αυτά τα όρια. Κοινό εύρημα σε αυτό τον ερευνητικό χώρο είναι ότι τα παιδιά χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να αντιδράσουν προς ποικίλα έργα από ό,τι χρειάζονται οι ενήλικες (Kail, Pellegrino, & Carter, 1980. Kail, 1986. Hale, 1990. Δημητρίου, 1993).

Όπως φαίνεται σε όλα τα σχήματα που αφορούν τις επιδόσεις των υποκειμένων, τόσο στα συγχρονικά όσο και στα διαχρονικά δεδομένα, οι χρόνοι αντίδρασης μειώνονται με την πρόοδο της ηλικίας σε όλα τα έργα και των τριών συστοιχιών με όμοιο τρόπο. Οι χρόνοι αντίδρασης μειώνονται μη γραμμικώς ως συνάρτηση της ηλικίας, ανεξάρτητα από τις απαιτήσεις, υψηλές ή χαμηλές, και τη φύση (διαφορετικά συμβολικά συστήματα) των έργων. Επίσης, οι χρόνοι αντίδρασης των υποκειμένων διαφορετικών κλάσεων και ηλικιών στα έργα της ομοειδούς και μικτής συστοιχίας παρουσιάζουν το ίδιο πρότυπο. Παρότι τα έργα απαιτούσαν την κινητοποίηση τριών διαφορετικών αναπαραστατικών συστημάτων, οι αντιδράσεις των υποκειμένων ελέγχονταν από τέσσερις διαφορετικές εντολές και διακρίνονταν σε συνθήκες χαμηλών (συμβατές συνθήκες) και υψηλών (ασύμβατες συνθήκες) απαιτήσεων, εντούτοις φαίνεται ότι το σύστημα

επεξεργασίας τα επεξεργαζόταν στη βάση ενός κοινού συντελεστή. Ακόμη και η συστοιχία προειδοποίησης παρουσίασε το ίδιο πρότυπο. Αν σε όλα αυτά προστεθεί το γεγονός ότι αυτό το πρότυπο ανιχνεύεται σε τρία διαδοχικά συγχρονικά κύματα εξέτασης και επικουρείται από τη διαχρονική ανάλυση των δεδομένων, τότε γίνεται φανερό η ισχύς του ευρήματος. Μια υπόθεση είναι ότι οι ηλικιακές διαφορές στο χρόνο επεξεργασίας αντανακλούν αλλαγές που είναι χαρακτηριστικές ορισμένων διεργασιών, έργων ή πεδίων γνώσης. Για παράδειγμα, οι ηλικιακές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας μπορεί να αντανακλούν την απόκτηση, με το πέρασμα του χρόνου, αποτελεσματικότερων στρατηγικών για την εκτέλεση έργων (π.χ., Chi, 1977). Μια εναλλακτική πρόταση προς την προηγούμενη υπόθεση είναι ότι οι ηλικιακές διαφορές στην ταχύτητα επεξεργασίας οφείλονται σε γενικότερες εξελικτικές αλλαγές. Για παράδειγμα, σε αρκετές θεωρίες επεξεργασίας πληροφοριών η επίδοση σε πολλά γνωστικά έργα απαιτεί πόρους επεξεργασίας ή προσοχή (Kail, 1986). Το κοινό πρότυπο εξελικτικής αλλαγής στα έργα ταχύτητας και ελέγχου υποστηρίζει την εκδοχή ενός κεντρικού μηχανισμού επεξεργασίας που καθορίζει τις επιδόσεις (Hale, 1990. Πλατσίδου, 1994).

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι δύο παράμετροι του συστήματος επεξεργασίας, της ταχύτητας και του ελέγχου, αναπτύσσονται συνεχώς από τα οκτώ έως τα δεκαέξι χρόνια. Τα εξελικτικά άλματα επικεντρώνονται γύρω από τα χρονολογικά όρια των 8.5, 10.5, 12.5 και 14.5 ετών. Το μεγαλύτερο άλμα συμβαίνει στο μεσοδιάστημα από 8.5 έως 10.5 χρόνων. Μέσα σε αυτή τη διετία η μείωση του χρόνου αντίδρασης είναι δραματική. Η ανάπτυξη αυτή αφορά και τα τρία

αναπαραστατικά συστήματα που μελετήθηκαν. Στο ερώτημα αν οι παράμετροι αναπτύσσονται με έναν κοινό ρυθμό, η απάντηση που δόθηκε είναι ναι. Ταχύτητα και έλεγχος αυξάνονται με την πρόοδο της ηλικίας παρουσιάζοντας το ίδιο πρότυπο ανάπτυξης και στα τρία συμβολικά συστήματα. Το πρότυπο της ανάπτυξης περιγράφεται καλά με μια εκθετική συνάρτηση, η οποία συνδέει τις επιδόσεις των παιδιών και των εφήβων με τις επιδόσεις των ενηλίκων. Ο ρυθμός αλλαγής φαίνεται πως είναι της τάξεως του 0.4. Η ταχύτητα επεξεργασίας φαίνεται πως παίζει σημαντικό ρόλο στη νοητική λειτουργία και υπάρχουν ενδείξεις συσχέτισής της με την ευφυΐα και τη γνωστική ανάπτυξη από μελέτες του χρόνου ενδοσκοπήσης και της γνωστικής ανάπτυξης (Nettelbeck, 1985. Demetriou et al., 1993). Οι διαφορές του χρόνου αντίδρασης σε αντιπροσωπευτικά έργα ταχύτητας από τη μια και αντιπροσωπευτικά έργα ελέγχου από την άλλη εξηγούνται με αναφορά στη διάκριση αυτοματοποιημένων και ελεγχόμενων διεργασιών. Αυτή η εξήγηση, ωστόσο, ελέγχεται ως προβληματική (Kahneman & Chajczyk, 1983). Οι MacLeod & Dunbar (1988) τονίζουν την άποψη της αυτοματοποίησης ως ένα συνεχές, ενώ ο Logan (1988) προχωράει σε μια περαιτέρω συζήτηση της σχέσης της αυτοματοποίησης με την προσοχή και τη μνήμη και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η αυτοματοποίηση είναι φαινόμενο που συνδέεται με την απόκτηση δεξιοτήτων, την άδηλη μνήμη και τη βούληση.

Οι επιδόσεις στα έργα ταχύτητας και ελέγχου παρουσιάζουν μια στενή συσχέτιση. Οι διεργασίες που κινητοποιούνται και στα δύο είδη έργων φαίνεται ότι είναι κοινές. Ενδεχομένως, όμως, ένας τρίτος αφανής παράγοντας επιδρά οδηγώντας σε ταχύτερες αντιδράσεις, όπως η αύξηση του άμεσου

μνημονικού πεδίου. Αυτό φαίνεται πιθανό, αν λάβουμε υπόψη μας προηγούμενες έρευνες (Πλατισίδου, 1994).

Η παρούσα έρευνα δίνει μια σαφή απάντηση σχετικά με τη μορφή του μηχανισμού επεξεργασίας, τις σχέσεις των συστατικών του στοιχείων και την ανάπτυξή του. Απάντηση στο ερώτημα της ακριβούς σχέσης του άμεσου μνημονικού πεδίου με τα άλλα δύο συστατικά του μηχανισμού επεξεργασίας έχει ήδη δοθεί στα πλαίσια του Εμπειρικού Δορισμού (Πλατισίδου, 1994). Αυτό που μένει να προσδιοριστεί είναι η σχέση των αλλαγών που μελετήθηκαν εδώ με τα ΕΔΟΣ και το υπεργνωστικό σύστημα. Το δίκτυο των σχέσεων και αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα τρία αυτά συστήματα καθορίζει την αναπτυξιακή πορεία του ατόμου από τη γέννησή του έως το θάνατο.

Οι στόχοι μιας εμπειρικής έρευνας συχνά περιορίζονται στα πλαίσια της θεωρίας από την οποία εκπορεύονται τα υπό απάντηση ερωτήματα. Η παρούσα έρευνα μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι δίνει απαντήσεις σε ερωτήματα που τίθενται από κοινού όχι μόνο στο πλαίσιο των νεοπιαζετιανών θεωριών ή της επεξεργασίας πληροφοριών, αλλά και από τους κλάδους της εξελικτικής και γνωστικής ψυχολογίας.

Βιβλιογραφία

- Achenbach, T. M. (1978). *Research in Developmental Psychology: Concepts, Strategies, Methods*. New York: The Free Press.
- Biederman, I., & Tsao, Y. C. (1979). On processing Chinese ideographs and English words: some implications from Stroop-test results. *Cognitive Psychology*, 11, 125-132.
- Bisanz, J., Danner, F., & Resnick, L. B. (1979). Changes with age in measures of processing

- efficiency. *Child Development*, 50, 132-141.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Case, R. (1992). *The mind's staircase*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cavanagh, J. (1972). Relation between the immediate memory span and the memory search rate. *Psychological Review*, 79, 525-530.
- Chapman, M., & Lindenberger, U. (1989). Concrete operations and attentional capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 47, 236-258.
- Chi, M. T. H. (1977). Age differences in speed of processing. *Developmental Psychology*, 13, 543-544.
- Demetriou, A., Efklides, A., & Platsidou, M. (1993). The architecture and dynamics of developing mind: Experiential structuralism as a frame for unifying cognitive developmental theories. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 58, (5, Serial No. 234).
- Δημητρίου, Α. (1993). *Γνωστική ανάπτυξη: Μοτίβα - μέθοδοι - εφαρμογές*. Θεσσαλονίκη: Art of text.
- Dempster, F. N., & Brainerd, C. J. (Ed.), (1995). *Interference and inhibition in cognition*. San Diego: Academic Press.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Human performance*. Monterey, CA: Brooks Cole.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligence*. New York: Basic.
- Glaser, M. O., & Glaser, W. R. (1982). Time course analysis of the Stroop phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 875-894.
- Hale, S. (1990). Global developmental trend in cognitive processing speed. *Child Development*, 61, 653-663.
- Halford, G. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. New York: Erlbaum.
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. Jr. (1966). The Stroop color-word test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36-93.
- Kahneman, D., & Chajczyk, D. (1983). Tests of the automaticity of reading: Dilution of Stroop effects by color-irrelevant stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 497-509.
- Kail, R. (1986). Sources of age differences in speed of processing. *Child Development*, 57, 969-987.
- Kail, R. (1988). Developmental functions for speed of cognitive processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 45, 339-364.
- Kail, R. (1991). Development change in speed of processing during childhood and adolescence. *Psychological Bulletin*, 109 (3), 490-501.
- Kail, R. (1993). Processing time decreases globally at an exponential rate during childhood and adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 254-265.
- Kail, R., Pellegrino, J., & Carter, P. (1980). Developmental changes in mental rotation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 102-116.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95, 492-527.
- MacLeod, C. M. (1991). Half century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109 (2), 163-203.
- MacLeod, C. M., & Dunbar, K. (1988). Training and Stroop-like interference: Evidence for a continuum of automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14, 126-135.
- Navon, D., & Gopher, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86 (3), 214-255.
- Neill, W. T. (1977). Inhibitory and facilitatory processes in selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 444-450.
- Nettelbeck, T., & Wilson, C. (1985). A cross-sequential analysis of developmental

- differences in speed of visual information processing. *Journal of Experimental Psychology*, 40(1).
- Pachella, R. G. (1974). The interpretation of reaction time in information-processing research. In B. K. Kantowitz (Ed.), *Human information processing: Tutorials in performance and cognition*. Hillsdale N.J: Lawrence Erlbaum.
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345.
- Pascual-Leone, J. (1988). Organismic processes for neo-Piagetian theories: A dialectical causal account of cognitive development. In A. Demetriou (Ed.), *The neo-Piagetian theories of cognitive development: Towards an integration* (pp. 26-64). Amsterdam: North-Holland.
- Πλατσιδου, Μ. (1994). *Το σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών: Δομή, ανάπτυξη και αλληλεπιδράσεις με εξειδικευμένες γνωστικές ικανότητες*. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium* (pp. 55-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Salthouse, T. A., & Kail, R. (1983). Memory development throughout the life span: The role of processing rate. In B. Baltes, & O.G. Brim (Eds.), *Life-span development and behavior*, vol. 5. New York: Academic Press.
- Schaie, K. W. (1977). Quasi-experimental research designs in the psychology of aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging*. Nostrand Reinhold Company.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automated human information processing: I. Detection, research, and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Sternberg, S. (1975). Memory scanning: The developmental study of the processes underlying solution of figural matrices. *Child Development*, 52, 359-362.

ABSTRACT

This study investigated the organization and development of basic information processing capacities that is speed of processing and control of processing or inhibition. The study involved 113 subjects almost equally sampled among 8 to 16 years of age. These subjects were examined once a year for three years with a large variety of Stroop-like tasks. These tasks were designed to tap speed and control of processing in three different symbol systems, namely, the verbal, the numerical, and the spatial. Both parameters of processing capacity were found to improve systematically with age across all three symbol systems. Moreover, changes with age were found able to be described by a simple exponential function across all systems. These findings were taken to imply that there is a single information processing system that underlies performance in different domains of thought.