

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ, ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ  
Α΄ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ – ΑΙΓΙΝΗΤΕΙΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ  
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: Καθηγητής ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΣΤΑΜΠΟΥΛΗΣ

Υπεύθυνος Διατριβής: Καθηγητής ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΥΔΟΚΙΜΙΔΗΣ

## **ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

# **ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΧΩΡΟ ΣΤΑ ΠΑΙΔΙΑ.**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ Β. ΠΑΝΤΕΣ**

ΝΕΥΡΟΛΟΓΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2013

Στη σύζυγό μου

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

**Ημερομηνία αιτήσεως υποψηφίου:** 06.12.2002.

**Ημερομηνία ορισμού 3μελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:** 10.12.2002.

**Συμβουλευτική Επιτροπή:** Ιωάννης Ευδοκίμίδης Καθηγητής Νευρολογίας  
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Αιγινήτειο Νοσοκομείο (επιβλέπων).  
Βασίλειος Ζής Αν. Καθηγητής Νευρολογίας  
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Αιγινήτειο Νοσοκομείο.  
Νικόλαος Σμυρνής Επ. Καθηγητής Ψυχιατρικής  
Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Αιγινήτειο Νοσοκομείο.  
(Αντικαταστάτης του Δημήτριου Βασιλόπουλου  
Καθηγητού Νευρολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών ο οποίος απεβίωσε).

**Ημερομηνία ορισμού θέματος:** 28.03.2003.

**Ημερομηνία καταθέσεως διδακτορικής διατριβής:** 01.02.2013.

**Πρόεδρος Ιατρικής Σχολής:** Θεοδόσιος Πελεgrίνης Καθηγητής Φιλοσοφίας  
Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Εξεταστική Επιτροπή:** Ελευθέριος Σταμπουλής Καθηγητής Νευρολογίας  
Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.  
Γεώργιος Παπαδημητρίου Καθηγητής Ψυχιατρικής  
Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.  
Λεωνίδας Στεφανής Καθηγητής Νευρολογίας  
Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.  
Κωνσταντίνος Πόταγας Επ. Καθηγητής Νευρολογίας  
Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Βαθμός με τον οποίο έγινε αποδεκτή η διατριβή:** Άριστα.

# ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή ολοκληρώθηκε μετά από μακρά διαδικασία...

Τα προκαταρκτικά ευρήματα της ανωτέρω εργασίας ανακοινώθηκαν:

**Pantes G, Smyrnis N, Mantas A, Evdokimidis I. (2004).**

*“Spatial accuracy of memorized arm pointing movements in children”.*

Neurology Department, Psychiatry Department, National University of Athens, Aeginition Hospital, Athens, Greece.

Society for Neuroscience, San Diego, California, USA 2004 Abstracts CD ROM.

Τα τελικά ευρήματα δημοσιεύθηκαν:

**Pantes G, Mantas A, Evdokimidis I, Smyrnis N. (2009).**

*“Memory pointing in children and adults: dissociations in the maturation of spatial and temporal movement parameters”*

Cognition and Action Group, Neurology Department, Medical School, Aeginition Hospital, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece

*Exp Brain Res.* 2009 Jul; 196(3):319-28.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, κ. Ευδοκίμη Ιωάννη, Ζή Βασίλειο, Βασιλόπουλο Δημήτριο και Σμυρνή Νικόλαο, οι οποίοι με καθοδήγησαν και με συμβούλεψαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής. Τους ευχαριστώ ιδιαίτερα για την υπομονή τους.

Επίσης, ευχαριστώ τα μέλη της Μονάδας Γνωσιακής Νευροφυσιολογίας του Αιγινητείου Νοσοκομείου για την εξαιρετη συνεργασία μας και τη γενικότερη βοήθεια και συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια της εργασίας μας όπως και για τη συμμετοχή τους στις ατελείωτες ώρες δημιουργικών συζητήσεων στο εργαστήριο.

Ευχαριστώ την κα Βίκυ Νάκου Εκπαιδευτικό πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη βοήθειά της στη συλλογή στοιχείων για τη συγκεκριμένη διατριβή.

Ευχαριστώ τα παιδιά και τους ενήλικες που συμμετείχαν στην εκτέλεση των πειραμάτων και μου διέθεσαν το χρόνο τους.

Ευχαριστώ τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ευχαριστώ τον γιό μου Βασίλη και τη νεογέννητη κόρη μου γιατί ένα τους χαμόγελο είναι αρκετό για να συνεχίσω.

Ευχαριστώ πάνω απ' όλους τη σύζυγό μου Ευφροσύνη Πρινέα. Χωρίς τη ψυχολογική της υποστήριξη και παρότρυνση, δεν θα είχα ολοκληρώσει την παρούσα εργασία.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ</b>	<b>iii</b>
<b>ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ</b>	<b>iv</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>vi</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>Σελ. 01</b>
<u>1.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>	Σελ. 02
ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗ	Σελ. 02
ΕΚΟΥΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ	Σελ. 09
ΨΥΧΟΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ	Σελ. 15
ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ	Σελ. 19
<u>1.2 ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</u>	Σελ. 26
ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ - ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	Σελ. 26
ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	Σελ. 32
<b>2. ΥΛΙΚΟ / ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>Σελ. 34</b>
<u>2.1 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ</u>	Σελ. 35
<u>2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ</u>	Σελ. 36
<u>2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</u>	Σελ. 39
<u>2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ</u>	Σελ. 43

<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>Σελ. 45</b>
<u>3.1 ΧΩΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ</u>	Σελ. 46
<u>3.2 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ</u>	Σελ. 55
<u>3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ</u>	Σελ. 59
<u>3.4 ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ</u>	Σελ. 60
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>Σελ. 61</b>
<u>4.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗΣ – ΧΩΡΙΚΗ ΑΚΡΙΒΕΙΑ</u>	Σελ. 62
<u>4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ</u>	Σελ. 66
<u>4.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ - ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ</u>	Σελ. 69
<u>4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ</u>	Σελ. 71
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>Σελ. 72</b>
<b>6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>Σελ. 85</b>
<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	Σελ. 86
<u>SYNOPSIS</u>	Σελ. 87
<u>ΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΟΡΚΟΣ</u>	Σελ. 88
<u>ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ</u>	Σελ. 90
<u>ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ</u>	Σελ. 96

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗ

ΕΚΟΥΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

ΨΥΧΟΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

## 1.2 ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ – ΚΙΝΗΤΙΚΗ – ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



## 1.1 ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗ

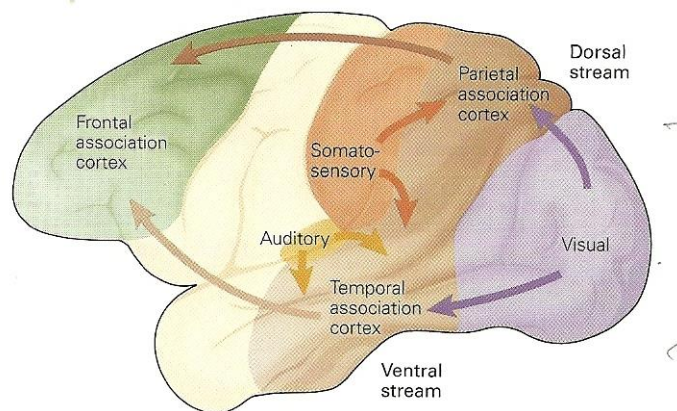
Η παρούσα Διδακτορική διατριβή ασχολείται με την ψυχοφυσική μελέτη εκούσιων κινήσεων στόχευσης των άνω άκρων. Οι κινήσεις αυτές μαζί με τις επαναλαμβανόμενες ρυθμικές και τις ακούσιες κινήσεις συμβάλλουν καθοριστικά στην αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον επιτυγχάνεται μέσω της σύνθετης επεξεργασίας και εναποθήκευσης πληροφοριών στον εγκέφαλο, ο οποίος σχηματίζει εσωτερικές αναπαραστάσεις του χώρου απαρτιώνοντας τις πληροφορίες από τις διάφορες αισθήσεις δημιουργώντας το πλαίσιο μέσα στο οποίο τα κινητικά συστήματα σχεδιάζουν, συντονίζουν και εκτελούν τα κινητικά προγράμματα που ευθύνονται για τις εκούσιες κινήσεις. Η κίνηση αποτελεί την έξοδο του συστήματος αισθητικοκινητικής απαρτίωσης ή μετασχηματισμού των αισθητικών εισόδων.

Η αισθητική επεξεργασία προκαλεί τη γένεση στον εγκέφαλο, μιας εσωτερικής αναπαράστασης του εξωτερικού περιβάλλοντος ή της κατάστασης του σώματός μας. Η κινητική επεξεργασία ξεκινά με μια εσωτερική αναπαράσταση: τον επιθυμούμενο σκοπό της κίνησης. Η αναπαράσταση αυτή πρέπει να ενημερώνεται συνεχώς με εσωτερικές και εξωτερικές αισθητικές πληροφορίες για να διατηρείται η ακρίβεια της κίνησης (Kandel E. Schwartz J. Jessell T. Siegelbaum S. Hudspeth A. 2013).

Οι αισθητικές πληροφορίες από την περιφέρεια μέσω των διαφόρων αισθητικών συστημάτων και του θαλάμου καταλήγουν στις πρωτοταγείς αισθητικές περιοχές του φλοιού: πρωτοταγής οπτικός (V1), ακουστικός (A1), σωματοαισθητικός

(S1) φλοιός. Ακολουθούν οι δευτεροταγείς, τριτοταγείς και οι συνειρμικές περιοχές του φλοιού (*EIKONA 1*). Η μεταιχμιακή που εμπλέκεται σε σύνθετες λειτουργίες σχετιζόμενες με τη συναισθηματική κατάσταση και την επεισοδική (αυτοβιογραφική μνήμη). Η κροταφική, απαραίτητη για την αναγνώριση των αισθητικών ερεθισμάτων και την αποθήκευση σημασιολογικής γνώσης. Η βρεγματική, η συμβολή της οποίας είναι καθοριστική για την αισθητική καθοδήγηση της κινητικής συμπεριφοράς και την επίγνωση του χώρου. Τέλος η μετωπιαία συνειρμική περιοχή η οποία είναι απαραίτητη



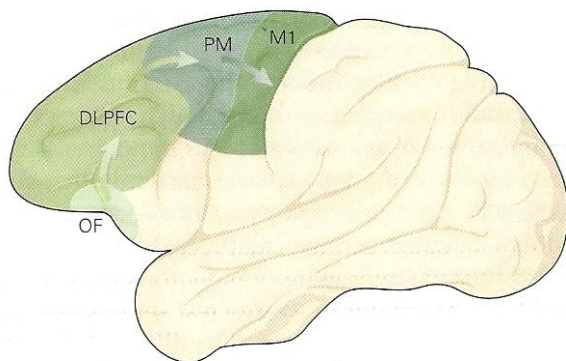
*EIKONA 1: Συνειρμικές περιοχές του Εγκεφάλου (Olson CR, Colby CL, 2013).*

*Temporal association cortex = Κροταφική, Parietal Association Cortex = Βρεγματική, Frontal association cortex = Μετωπιαία. Η Μεταιχμιακή (Limbic Association cortex) δεν απεικονίζεται. Auditory = Ακουστικός φλοιός, Somatosensory = Σωματοαισθητικός φλοιός, Visual = Οπτικός φλοιός.*

*Dorsal stream = Ραχιαία οδός, Ventral Stream = Κοιλιακή Οδός (βλ.σελ. 6 της παρούσας διατριβής).*

για την οργάνωση της συμπεριφοράς και την ενεργό μνήμη. Οι αισθητικές πληροφορίες υφίστανται επεξεργασία τόσο σε σειρά όσο και παράλληλα.

Τα κινητικά συστήματα εμφανίζουν μια λειτουργική ιεραρχία. Το πρώτο και πιο αφηρημένο επίπεδο βρίσκει την αντιπροσώπευσή του στον προμετωπιαίο φλοιό και ασχολείται με το σκοπό της κίνησης, τον εκτελεστικό έλεγχο αυτής και παρέχει το υπόστρωμα για την ενεργό μνήμη (ΕΙΚΟΝΑ 2). Ειδικότερα ο ραχιαίος έξω προμετωπιαίος φλοιός είναι υπεύθυνος για τη γνωσιακή επεξεργασία της κινητικής συμπεριφοράς και συνδέεται με τον κογχο-κοιλιακό έσω προμετωπιαίο φλοιό - μια περιοχή που συμμετέχει στις συναισθηματικές επεξεργασίες που σχετίζονται με τον εκτελεστικό έλεγχο της συμπεριφοράς και με τον προκινητικό φλοιό.



*ΕΙΚΟΝΑ 2: Συναισθηματικές και Γνωσιακές επεξεργασίες στο Μετωπιαίο Λοβό ασκούν έλεγχο στη συμπεριφορά (Olson CR. Colby CL. 2013).*

*OF (OrbitoFrontal-ventromedial prefrontal cortex) = κογχο-κοιλιακός έσω προμετωπιαίος φλοιός, DLPFC (Dorsolateral PreFrontal Cortex) = ραχιαίος έξω προμετωπιαίος φλοιός, PM (PreMotor Cortex) = Προκινητικός Φλοιός, M1 (Primary Motor cortex) = πρωτοταγής Κινητικός φλοιός.*

Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία ενός κινητικού σχεδίου και αυτό καθίσταται εφικτό μέσω αλληλεπιδράσεων του οπίσθιου βρεγματικού και προκινητικών περιοχών του φλοιού. Ο προκινητικός φλοιός που αποτελείται από τη συμπληρωματική κινητική περιοχή, τις ραχιαίες και τις κοιλιακές προκινητικές περιοχές και τις υπερμεσολόβιες προκινητικές περιοχές είναι πυκνά συνδεδεμένος με τον οπίσθιο βρεγματικό φλοιό και καθορίζει τα χωρικά χαρακτηριστικά μιάς κίνησης βασισμένος σε αισθητικές πληροφορίες από τον οπίσθιο βρεγματικό φλοιό για το περιβάλλον και τη θέση του σώματος στο χώρο. Επιπρόσθετα ο προκινητικός φλοιός της άνω μετωπιαίας έλικας περιέχει καθρεφτικούς νευρώνες που ενεργοποιούνται όταν παρατηρούμε τις κινήσεις των άλλων.

Ακολουθεί το κατώτερο επίπεδο στην ιεραρχία που συντονίζει τις χωροχρονικές συνιστώσες των συσπάσεων των μυών που χρειάζονται για να εκτελεσθεί μια κίνηση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του πρωτοταγούς κινητικού φλοιού, του εγκεφαλικού στελέχους και του νωτιαίου μυελού (Kandel E. Schwartz J. Jessell T. Siegelbaum S. Hudspeth A. 2013).

Έτσι ο νωτιαίος μυελός και το εγκεφαλικό στέλεχος εξυπηρετούν κυρίως τις αντανακλαστικές και τις απλές επαναλαμβανόμενες ρυθμικές κινήσεις, ενώ οι κινητικές περιοχές του φλοιού είναι υπεύθυνες για την πρόκληση και τον έλεγχο των πιο σύνθετων εκούσιων κινήσεων. Στον σχεδιασμό και τον συντονισμό της κίνησης των μερών του σώματος συμμετέχουν τα βασικά γάγγλια ενώ η παρεγκεφαλίδα ελέγχει τον ακριβή χρονικό συντονισμό της δραστηριότητας, ολοκληρώνοντας, με τη συνεχιζόμενη αναδραστική ρύθμιση, τις κινητικές εντολές. Τα κατιόντα δεμάτια προσφέρουν τους διαύλους ελέγχου των κινητικών νευρώνων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα ανωτέρω επίπεδα συνδέονται τόσο σε σειρά όσο και παράλληλα (Georgopoulos AP. 1991).

Μια βασική αρχή της οργάνωσης του εγκεφαλικού φλοιού είναι ότι η ίδια πληροφορία υφίσταται διαφορετική επεξεργασία σε παράλληλους δρόμους. Στο οπτικό σύστημα δύο κύριες παράλληλες οδοί καταλήγουν σε διαφορετικές συνειρμικές – υψηλής τάξης, περιοχές του φλοιού. Η ραχιαία οδός επεξεργάζεται χωρική πληροφορία (θέση, κίνηση, ταχύτητα) και προβάλλει στις βρεγματικές συνειρμικές περιοχές. Η κοιλιακή οδός επεξεργάζεται πληροφορίες για τη μορφή (χρώμα, σχήμα, υφή) και προβάλλει στις κροταφικές συνειρμικές περιοχές. Η πρώτη αναφέρεται στο πού βρίσκεται το σημείο στον χώρο (εντόπιση) ενώ η δεύτερη αναφέρεται στο τι βλέπουμε και τι θέλουμε να στοχεύσουμε (αντίληψη και αναγνώριση του σημείου) (Ungerleider G. Mishkin M. 1982, Andersen RA.1987, Goodale MA. Milner AD. Jakobson LS. Carey DP. 1991, Goodale MA. Milner AD. 1992). Και οι δύο οδοί καταλήγουν τελικά στις μετωπιαίες συνειρμικές περιοχές. Ο βρεγματικός φλοιός προβάλλει κυρίως στις ραχιαίες περιοχές του μετωπιαίου φλοιού οι οποίες εξυπηρετούν εκτελεστικές και κινητικές λειτουργίες για τις οποίες η χωρική πληροφορία είναι απαραίτητη (*EIKONA 1*).

Πρόσφατα οι Rizzolatti και Matelli (Rizzolatti G. Matelli M. 2003) πρότειναν τη διαίρεση σε δύο κλάδους για τη ραχιαία οδό. Τον ραχιαίο-ραχιαίο κλάδο που σχετίζεται με τον έλεγχο των κινήσεων και τον κοιλιακό-ραχιαίο κλάδο που μεσολαβεί στον οπτικοκινητικό μετασχηματισμό που είναι απαραίτητος για την οργάνωση της κίνησης στόχευσης και την αντίληψη του χώρου και των κινήσεων.

Οι ασθενείς με βλάβες στο βρεγματικό λοβό μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία οι βλάβες εντοπίζονται στα πιο ραχιαία τμήματα του βρεγματικού λοβού, τα οποία γειτνιάζουν και συνδέονται με τον σωματοαισθητικό φλοιό και εμφανίζουν ελλείμματα επίγνωσης του εαυτού, του κινητικού ελέγχου και της οπτικής καθοδήγησης της κινητικής συμπεριφοράς όπως η

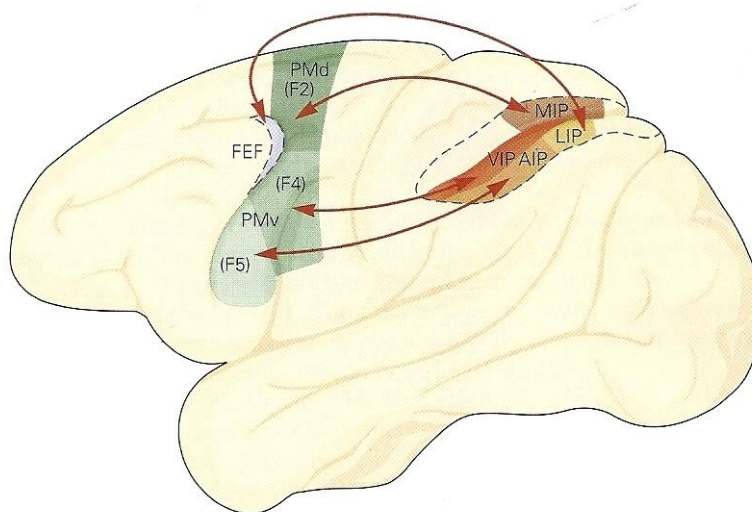
σωματοαγνωσία, η ιδεοκινητική απραξία (σε βλάβη του κυρίαρχου ημισφαιρίου) και η οπτική αταξία (Balint R. 1909). Η οπτική αταξία συνιστά μια κατάσταση στην οποία παρατηρείται αδυναμία στην στόχευση της σωστής διεύθυνσης στο περιφερικό οπτικό πεδίο. Οι ασθενείς ενώ μπορούν να αναγνωρίσουν ένα αντικείμενο δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν πληροφορίες για τη θέση του αντικειμένου. Οι ίδιοι ασθενείς μπορούν να εκτελέσουν κινήσεις στόχευσης που δεν χρειάζονται την όραση και μπορούν να αναφέρουν τη θέση ενός αντικειμένου σωστά. Αυτό που έχει βλαφτεί είναι η συνέργεια της οπτικής εισόδου και της κινητικής εξόδου (Jeannerod M. 1986, Perenin MT, Vighetto A. 1988).

Στη δεύτερη κατηγορία οι βλάβες εντοπίζονται στα πιο κοιλιακά τμήματα του βρεγματικού λοβού, τα οποία γειτνιάζουν και συνδέονται με τον οπτικό φλοιό. Τα ελλείμματα είναι κυρίως χωρικής αντίληψης και γνωσιακής επεξεργασίας όπως η αγνωσία του ημιχώρου και η κατασκευαστική απραξία. Βλάβες στον βρεγματικό λοβό μπορεί επίσης να προκαλέσουν ελλείμματα αφαιρετικής χωρικής επεξεργασίας όπως η αναριθμησία και η αλεξία με αγραφία.

Η αντιπροσώπευση του χώρου στον βρεγματικό φλοιό δεν είναι οργανωμένη σε έναν χάρτη όπως ο αμφιβληστροειδικός χάρτης στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό. Αντίθετα φαίνεται να είναι οργανωμένη σε τέσσερις λειτουργικές περιοχές που αναλύουν τον οπτικό κόσμο και προβάλλουν σε περιοχές του προκινητικού φλοιού που ελέγχουν ξεχωριστές κινήσεις (Goldberg M. Wurtz R. 2013, *EIKONA* 3).

Ο έσω διαβρεγματικός φλοιός αναπαριστά στόχους κινήσεων των άνω άκρων και προβάλλει στη ραχιαία προκινητική περιοχή F2 που ελέγχει τις κινήσεις του άνω άκρου. Ο Έξω διαβρεγματικός φλοιός αναπαριστά στόχους κινήσεων των ματιών και προβάλλει στο Μετωπιαίο Οπτικό Πεδίο. Ο πρόσθιος διαβρεγματικός φλοιός αναπαριστά στόχους για κινήσεις σύλληψης και προβάλλει στην περιοχή F5 του

κοιλιακού προκινητικού φλοιού που ελέγχει τις κινήσεις του χεριού. Τέλος, ο κοιλιακός διαβρεγματικός φλοιός αναπαριστά το πρόσωπο και προβάλλει στην F4 κοιλιακή προκινητική περιοχή που ελέγχει το πρόσωπο.



*ΕΙΚΟΝΑ 3: Τέσσερις λειτουργικά διακριτές περιοχές της διαβρεγματικής αύλακας προβάλλουν σε περιοχές του προκινητικού φλοιού (Rizzolatti G. Luppino G. Matelli M. 1998).*

*MIP (Medial IntraParietal cortex) = Έσω ΔιαΒρεγματικός φλοιός, PMd (dorsal PreMotor area) = ραχιαία ΠροΚινητική περιοχή, LIP (Lateral IntraParietal cortex) = Έξω ΔιαΒρεγματικός φλοιός, FEF (Frontal Eye Field) = Μετωπιαίο Οπτικό Πεδίο, AIP (Anterior IntraParietal cortex) = Πρόσθιος ΔιαΒρεγματικός φλοιός, PMv (ventral PreMotor area) = κοιλιακή ΠροΚινητική περιοχή, VIP (Ventral IntraParietal cortex) = Κοιλιακός ΔιαΒρεγματικός φλοιός.*

## ΕΚΟΥΣΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

Ως κίνηση στόχευσης ορίζεται η εκούσια βαλλιστική κίνηση του άνω άκρου που κατευθύνεται προς ένα στόχο. Οι άνθρωποι με τις κινήσεις στόχευσης μπορούν να μετακινούν το χέρι τους σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος στον χώρο που τους περιβάλλει. Η θέση αυτών των σημείων ενδιαφέροντος γίνεται αντιληπτή από τα διάφορα αισθητηριακά συστήματα, και κυρίως την όραση. Η κίνηση στόχευσης επιτυγχάνεται με την στενά συνδυασμένη κίνηση στις αρθρώσεις ώμου και αγκώνα, λόγω της εξέλιξης στον άνθρωπο ειδικών συστημάτων στην σπονδυλική στήλη και στο στέλεχος για τις κινήσεις στόχευσης (Soechting JF. Lacquaniti F. 1981).

Οι εκούσιες κινήσεις κατευθύνονται από το σκοπό, βελτιώνονται με την άσκηση και χρησιμοποιούν μηχανισμούς δράσης και ανάδρασης. Το νευρικό σύστημα παρακολουθεί όλη τη ροή αισθητικών πληροφοριών έτσι ώστε να είναι σε θέση να δράσει στο μέλος του σώματος που εμπλέκεται στην κίνηση - αναδραστικός έλεγχος (feedback) και επίσης χρησιμοποιεί την ίδια αίσθηση ή και άλλες για να ανιχνεύσει επικείμενες εξωτερικές επιδράσεις και κάνει κάποιες προκαταρκτικές ενέργειες που βασίζονται στην εμπειρία - προδραστικός έλεγχος (feedforward). Ο προδραστικός έλεγχος στην πραγματικότητα για να λειτουργήσει σωστά χρειάζεται πληθώρα πληροφοριών, τόσο από αισθητικούς ελέγχους όσο και από την εμπειρία. Συνεπώς ο σωστότερος όρος μάλλον είναι προκαταρκτικός (anticipatory) έλεγχος (Ghez C. Krakauer J. 2000).

Η αισθητική πληροφορία χρησιμοποιείται για να διορθώσει λάθη κατά την εκτέλεση της κίνησης, προσθέτοντας ακρίβεια στα τελικά τμήματά της και επιπρόσθετα χρησιμοποιείται προληπτικά για να βοηθήσει τη δημιουργία του κινητικού προγράμματος. Πειράματα κινήσεων στόχευσης σε υποκείμενα με οπτική



ανατροφοδότηση και χωρίς αυτή έδειξαν ότι οι κινήσεις στις οποίες υπήρχε οπτική ανατροφοδότηση παρουσίαζαν μεγαλύτερη διάρκεια. Πειράματα με ασθενείς που εμφάνιζαν σοβαρού βαθμού περιφερική νευροπάθεια έδειξαν ότι οι ασθενείς αυτοί εμφάνιζαν μεγάλα προβλήματα στον συντονισμό των κινήσεων ιδιαίτερα σε αυτές που απαιτούσαν συνέργεια πολλών αρθρώσεων και σε αυτές χωρίς οπτική ανατροφοδότηση (Rothwell JC. Traub MM. Day BL. Obeso JA. Thomas PK. Marsden CD. 1982).

Στον έλεγχο της κίνησης του άνω άκρου τρεις παράγοντες συμβάλλουν στην αισθητικοκινητική διαδικασία: 1. Οι περιορισμοί του ατόμου (ηλικία, εξοικείωση με την κίνηση, παρουσία ή απουσία παθολογικής κατάστασης) 2. Ο τύπος της κίνησης (δείξη σημείου, στόχευση, σύλληψη αντικειμένου, χειρισμός αντικειμένου, σύλληψη και εκτίναξη αντικειμένου) και 3. Οι ειδικοί περιορισμοί του περιβάλλοντος (συμπεριλαμβανομένων και των ιδιοτήτων του αντικειμένου).

Για την ολοκλήρωση της κίνησης του άνω άκρου οι κάτωθι διαδικασίες είναι απαραίτητο να επισυμβούν: Α. Εντόπιση του στόχου -η οπτική απαίτηση, που προϋποθέτει συνέργεια κινήσεων οφθαλμού και κεφαλής. Β. κίνηση στόχευσης - μεταφορά άνω άκρου στο χώρο και στήριξη σώματος. Γ. σύλληψη και χειρισμό αντικειμένου όταν απαιτείται.

Διακριτά μυοσκελετικά και νευρωνικά υποσυστήματα εμπλέκονται στην επίτευξη μιας εκούσιας κίνησης. Τα μυοσκελετικά ελέγχουν το εύρος της κίνησης της άρθρωσης, την ελαστικότητα της Σ.Σ., τις ιδιότητες του μυός, και τις βιο-μηχανικές σχέσεις ανάμεσα στα μέρη του σώματος. Τα νευρωνικά περιλαμβάνουν α. κινητικές διαδικασίες: το συντονισμό των κινήσεων των οφθαλμών, της κεφαλής, του κορμού και του άνω άκρου β. αισθητικές διαδικασίες –συντονισμό οπτικών, αιθουσαίων και ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων γ. εσωτερικές αναπαραστάσεις απαραίτητες για τη

χαρτογράφηση της αισθητικοκινητικής μετατροπής και δ. υψηλής τάξης διαδικασίες για τις προσαρμοστικές και προκαταρκτικές πλευρές του χειρισμού.

Η αισθητική πληροφορία για τη θέση του στόχου πρέπει να μετατραπεί σε μια σειρά ενεργειών των μυών που καταλήγουν σε κινήσεις αρθρώσεων και τελικά θα οδηγήσουν το χέρι στον στόχο. Πρώτα ο στόχος «τοποθετείται» στον χώρο σε σχέση με τη θέση του άνω άκρου (εγωκεντρικός χώρος). Πρέπει δηλαδή να μετατραπούν οι συντεταγμένες του στόχου από οφθαλμοκεντρικές (στον αμφιβληστροειδή) σε σωματοκεντρικές. Αφού η τρέχουσα κατάσταση του άνω άκρου και η θέση του στόχου έχουν υπολογισθεί ακολουθεί ο σχεδιασμός της κίνησης. Το σχέδιο ειδικεύει μια συγκεκριμένη οδό κίνησης – τις διαδοχικές τελικές θέσεις του άνω άκρου, και μια τροχιά – τη χρονική πορεία της κάλυψης αυτών των θέσεων με βάση τη διεύθυνση του στόχου και την απόσταση που πρέπει να καλυφθεί από το χέρι στηριζόμενο σε οπτικά και ιδιοδεκτικά ερεθίσματα, και τελικά την ταχύτητα και την επιτάχυνση της κίνησης. Δηλαδή η αισθητηριακή πληροφορία της θέσης του στόχου απομνημονεύεται ως πληροφορία της τροχιάς της επικείμενης κίνησης σε συντεταγμένες που έχουν ως σημείο αναφοράς την αρχική θέση του άνω άκρου. Ακολουθεί η φάση της εκτέλεσης της κίνησης. Τέλος απαραίτητη είναι η αισθητηριακή επανατροφοδότηση προκειμένου να διορθώνεται το λάθος στις κινήσεις που επιχειρούνται. (Georgopoulos AP. Caminiti R. Kalaska JF. Massey JT. 1983, Jeannerod M. 1990, Kalaska JF. Crammond DJ. 1992).

Η κατεύθυνση της κίνησης κωδικοποιείται από πληθυσμούς νευρώνων και όχι από επιμέρους κύτταρα (Georgopoulos AP. Kalaska JF. Caminiti R. Massey JT. 1982). Αυτό που φαίνεται να αναπαρίσταται στον κινητικό φλοιό είναι μία συνδυαστική εμπλοκή κινητικών νευρώνων που οδηγούν σε αναπαράσταση εξειδικευμένων στην διεύθυνση, λειτουργικών συνδυασμών μυών. Παρατηρείται δε συντονισμός της

διεύθυνσης των κυττάρων του κινητικού φλοιού. Η δραστηριότητα-ενεργοποίηση των κυττάρων είναι συντονισμένη με τη διεύθυνση· είναι μεγαλύτερη για μία συγκεκριμένη διεύθυνση («προτιμηθείσα διεύθυνση») κίνησης ή ισομετρικής δύναμης, ενώ μειώνεται βαθμιαία όσο η διεύθυνση απομακρύνεται από την προτιμηθείσα.

Ο προγραμματισμός του εύρους της κίνησης γίνεται ανεξάρτητα από τη διεύθυνσή της. Νευρωνικές καταγραφές σε πιθήκους καταδεικνύουν την ανεξάρτητη κωδικοποίηση εύρους και διεύθυνσης της κίνησης. Η κυτταρική ενεργοποίηση/δραστηριότητα είναι συντονισμένη στη διεύθυνση της κίνησης στον πρωτοταγή κινητικό φλοιό (Georgopoulos AP, Kalaska JF, Caminiti R, Massey JT, 1982), στις προκινητικές περιοχές (Caminiti R, Johnson PB, Galli C, Ferraina S, Burnod Y, 1991) και στην οπίσθια βρεγματική περιοχή 5 (Kalaska JF, Caminiti R, Georgopoulos AP, 1983). Αντίθετα η ρύθμιση του εύρους της κίνησης, έχει παρατηρηθεί στον προκινητικό φλοιό (Kurata K, 1993) την ωχρά σφαίρα και τον υποθαλάμιο πυρήνα (Desmurget M, Grafton ST, Vindras P, Gréa H, Turner RS, 2004).

Κινηματικές μελέτες έχουν δείξει ότι όταν ένας στόχος εμφανισθεί στο περιφερικό οπτικό πεδίο συνήθως επισυμβαίνει η ακόλουθη σειρά γεγονότων: Η έναρξη της κίνησης του ματιού έχει τον μικρότερο λανθάνοντα χρόνο, γι' αυτό γίνεται πρώτη, ακόμη πριν την κίνηση του χεριού. Τα μάτια «φθάνουν» στο στόχο πρώτα γιατί κινούνται πολύ γρήγορα, έτσι εστιάζουν στο στόχο πριν σταματήσει να κινείται η κεφαλή (Jeannerod M, 1990). Ωστόσο, Ηλεκτρονευρομυογραφικές μελέτες έχουν δείξει ότι η ενεργοποίηση των μυών του αυχένα συμβαίνει 20-40msec πριν από την ενεργοποίηση των μυών που ελέγχουν τους μύς του ματιού, αλλά επειδή οι οφθαλμοί έχουν λιγότερη αδράνεια από την κεφαλή αυτοί κινούνται πρώτα.

Όταν κινούνται τα μάτια προκαλούνται εκφορτίσεις σε διαδοχικές θέσεις του αμφιβληστροειδή κατά τη διάρκεια της κίνησης, ενώ ταυτόχρονα νευρώνες στο

βρεγματικό λοβό χρησιμοποιούν πληροφορίες για την κίνηση των ματιών που πρόκειται να επισυμβεί έτσι ώστε να επικαιροποιήσουν την αντιπροσώπευση στον εγκέφαλο του οπτικού χώρου και να προσλαμβάνουμε ένα σταθερό οπτικό περιβάλλον. Οι νευρώνες προκαταλαμβάνουν τις αμφιβληστροειδικές εκφορτίσεις και μετατοπίζουν την φλοιϊκή αντιπροσώπευση και μετά ακολουθούν τα μάτια. Αυτό συμβαίνει 80 msec περίπου πριν την έναρξη μιας σακκαδικής κίνησης (Duhamel JR. Colby CL. Goldberg ME. 1992 (α), Duhamel JR. Goldberg ME. Fitzgibbon EJ. 1992 (β)). Η συνέργεια των κινήσεων των ματιών με τις κινήσεις του άνω άκρου επιτυγχάνεται μέσω του προκινητικού φλοιού. Νευρώνες στο κοιλιακό τμήμα της προκινητικής περιοχής προκάλεσαν σακκαδικές κινήσεις μετά από ερεθισμό τους. Αυτή η περιοχή περιβάλλεται από νευρώνες που ενεργοποιούν μυς του άνω άκρου, της ωμικής ζώνης, του αυχένα και του προσώπου (Fujii N. Mushiake H. Tanji J. 1998).

Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι κινήσεις των ματιών και των άνω άκρων αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι κινήσεις του χεριού που συνοδεύονται από κινήσεις των ματιών είναι πιο ακριβείς. Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια ομαλών κινήσεων παρακολούθησης του ματιού, παρατηρήθηκε αύξηση της ενίσχυσης εάν το χέρι ακολουθούσε επίσης το στόχο (Gauthier GM. Vercher JL. Ivaldi FM. Marchetti E. 1988), ενώ και οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες από τους μυς των ματιών συμβάλλουν στην ικανότητά μας να εντοπίζουμε στόχους στο χώρο (Gauthier GM. Nommay D. Vercher JL. 1990). Αλλά και οι σακκαδικές κινήσεις που συνοδεύουν κινήσεις στόχευσης του άνω άκρου παρουσιάζουν μικρότερο λανθάνοντα χρόνο και διάρκεια όπως βρέθηκε σε μελέτη σε πρωτεύοντα (Kattoulas E. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. Raos V. Moschovakis A. 2008).

Ο έλεγχος της κίνησης του άνω άκρου διαφοροποιείται ανάλογα με το σκοπό της κίνησης. Έτσι όταν το άνω άκρο δείχνει προς ένα αντικείμενο όλα τα τμήματα του

άνω άκρου ελέγχονται ως μια μονάδα. Αλλά όταν το άνω άκρο χρησιμοποιείται για τη στόχευση και τη σύλληψη ενός αντικειμένου το χέρι φαίνεται να ελέγχεται ανεξάρτητα από άλλα τμήματα του άνω άκρου. Το άνω άκρο μετέχει σε κινήσεις μεταφοράς προς το αντικείμενο ενώ το χέρι μετέχει σε κινήσεις που σχετίζονται με τη σύλληψη του αντικειμένου. Εάν σε μια πειραματική διάταξη ένα υποκείμενο πρέπει να συλλάβει ένα αντικείμενο, η χρονική διάρκεια της κίνησης είναι πολύ μεγαλύτερη (και μικρότερη η χρονική διάρκεια της επιτάχυνσης) συγκρινόμενη με τη χρονική διάρκεια (και τη χρονική διάρκεια της επιτάχυνσης) της απλής στόχευσης (Marteniuk RG, Mackenzie CL, Jeannerod M, Athenes S, Dugas C. 1987). Οι κατιόντες οδοί που συμμετέχουν στην κίνηση στόχευσης φαίνεται να είναι διαφορετικοί από αυτές που συμμετέχουν στη σύλληψη ενός αντικειμένου. Σε βρέφη ηλικίας 1 εβδομάδας παρατηρήθηκαν αδρές κινήσεις στόχευσης προς αντικείμενα που κινούνταν αλλά χωρίς τάση για σύλληψη αυτών. Αυτή η τάση δείχνει να εμφανίζεται σε ηλικία 10 έως 22 εβδομάδων (Bruner JS, Koslowski B. 1972).

## ΨΥΧΟΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

Η ψυχοφυσική ανάλυση των κινητικών επιδράσεων μας δίνει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος παράγει τις εκούσιες κινήσεις και μπορεί να αποκαλύψει τους κανόνες που διέπουν τον έλεγχο αυτών. Οι εκούσιες κινήσεις διέπονται από κάποιες ψυχοφυσικές αρχές. Πρώτον, ο εγκέφαλος αναπαριστά το προβλεπόμενο αποτέλεσμα των κινητικών δραστηριοτήτων ανεξάρτητα από το συγκεκριμένο τελεστή που χρησιμοποιεί ή το συγκεκριμένο τρόπο με τον οποίο γίνεται (Hebb DO. 1949, Raibert MH. 1977). Δεύτερον, ο χρόνος που απαιτείται για την απόκριση σε κάποιο ερέθισμα εξαρτάται από την ποσότητα των πληροφοριών που πρέπει να επεξεργαστεί το νευρικό σύστημα για να επιτύχει τον εκάστοτε στόχο (Nissen MJ. Bullemer P. 1987). Τρίτον, το νευρικό σύστημα κάνει κάθε φορά έναν συμβιβασμό ανάμεσα στην ταχύτητα με την οποία γίνεται μια κίνηση και στην ακρίβειά της (Schmidt RA. Zelaznik H. Hawkins B. Frank JS. Quinn JT Jr. 1979, Schmidt RA. 1988, Woodworth RS. 1899).

Οι κινήσεις στόχευσης συνήθως αποτελούνται από δύο διακριτές διαδικασίες. Η πρώτη είναι η βαλλιστική κίνηση που είναι μικρή σε διάρκεια, χαρακτηρίζεται από μεγάλη ταχύτητα και δεν επηρεάζεται από ερεθίσματα περιφερικής επανατροφοδότησης. Με τη βαλλιστική κίνηση αυτό που επιτυγχάνεται είναι ότι το χέρι φθάνει κοντά στην τελική θέση - στόχο της κίνησης. Η δεύτερη διαδικασία συνίσταται στις διορθωτικές κινήσεις που έπονται της βαλλιστικής, είναι πιο αργές και επηρεάζονται από την επανατροφοδότηση. Ο σκοπός αυτών είναι η πραγματοποίηση των διορθώσεων για την επαρκή εκτέλεση της κίνησης.

Μια από τις βασικές παραμέτρους της κίνησης είναι η τροχιά της: Δηλαδή το σύνολο των θέσεων που λαμβάνει το χέρι στο χώρο. Σε όλες τις κινήσεις στόχευσης το

χέρι τείνει να ακολουθεί μια ευθεία οδό αν και μπορεί να παρατηρηθεί καμπυλότητα στα διάφορα τμήματά τους (Soechting JF. Lacquaniti F. 1981). Η τροχιά δεν επηρεάζεται από την ταχύτητα των κινήσεων (Soechting JF. Lacquaniti F. 1981), από την ύπαρξη διαφορετικών φορτίων ή από το διαφορετικό μήκος του άκρου (Lacquaniti F. Soechting JF. Terzuolo CA. 1982), ενώ μπορεί να επηρεασθεί από το σημείο έναρξης και τη διεύθυνση στον χώρο ή τον περιορισμό της κίνησης σε συγκεκριμένα επίπεδα στις αρθρώσεις του ώμου και του αγκώνα (Hollerbach JM. Flash T. 1982).

Η καταγραφή της ταχύτητας γίνεται συνήθως σε διαγράμματα X, Ψ. Ταχύτητα (άξονας των X) προς το χρόνο (άξονας των Ψ). Η ταχύτητα της κίνησης δεν παραμένει σταθερή στα διάφορα σημεία της τροχιάς. Έχει κατανομή κωδωνοειδή, συνήθως είναι μονοκόρυφη και δεν επηρεάζεται από τη θέση του ανύσματος της κίνησης στο χώρο, και επίσης είναι χαρακτηριστική σε όλες τις κινήσεις στόχευσης.

Η σχέση εύρους κίνησης και μέγιστης ταχύτητας είναι αντίστροφη, δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της κίνησης τόσο αυξάνει η μέγιστη ταχύτητα, ώστε τελικά ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η κίνηση να παραμένει σταθερός (Morasso P. 1981, Georgopoulos AP. 1986).

Η ακρίβεια της εκτέλεσης μιας κίνησης μελετάται μέσω των σφαλμάτων. Η ανάλυση των σφαλμάτων στην εκτέλεση μίας κινητικής διαδικασίας θα μπορούσε να οδηγήσει στην εξήγηση των μηχανισμών οργάνωσης και ελέγχου της κίνησης (Woodworth RS. 1899). Μεγαλύτερη ακρίβεια φαίνεται να παρατηρείται στις κινήσεις μικρότερου εύρους. Η ακρίβεια της κίνησης δείχνει να επηρεάζεται από το σημείο έναρξης, το εύρος της κίνησης και το τελικό της σημείο. Οι Brown JS. Knauff EB. Rosenbaum G. (1948) ήταν οι πρώτοι ερευνητές που βρήκαν πως οι κινήσεις στο οριζόντιο επίπεδο είναι πιο ακριβείς όταν απομακρύνονται από το σώμα, παρά όταν πλησιάζουν σε αυτό.

Οι ίδιοι ερευνητές, λαμβάνοντας υπόψη την απόκλιση που είχαν οι κινήσεις από τους στόχους που κατευθύνονταν, εισήγαγαν δύο σημαντικές παραμέτρους για την ψυχοφυσική μελέτη των κινήσεων: το συστηματικό / σταθερό σφάλμα, οριζόμενο ως απόκλιση της τελικής θέσης των κινήσεων από τον στόχο και το σφάλμα διασποράς οριζόμενο ως διασπορά των τελικών θέσεων γύρω από το μέσο όρο των τελικών θέσεων των κινήσεων αυτών. Σε ότι αφορά στο σταθερό σφάλμα τα υποκείμενα έτειναν να κάνουν υπερμετρικές κινήσεις στους κοντινούς στόχους και υπομετρικές στους μακρινούς, ενώ στους ενδιάμεσους στόχους τέτοιο σφάλμα δεν γινόταν. Αυτό το εύρημα ονομάστηκε επίδραση του εύρους (range effect) (Poulton EC. 1975). Σε ότι αφορά το σφάλμα της διασποράς αυξάνεται με την αύξηση του εύρους της κίνησης.

Τόσο το συστηματικό/σταθερό σφάλμα όσο και το σφάλμα διασποράς αυξάνονται σε κινήσεις προς απομνημονευμένους οπτικούς στόχους σε σχέση με τις κινήσεις προς οπτικούς στόχους που παραμένουν σταθερά ορατοί στα υποκείμενα.

Η ταχύτητα και η ακρίβεια της κίνησης είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Έχει φανεί ότι κινήσεις που γίνονται με μεγάλη ταχύτητα είναι λιγότερο ακριβείς και αντίστροφα κινήσεις με αυξημένες απαιτήσεις ακρίβειας γίνονται πιο αργά (Fitts PM. 1954, Keele SW. 1981).

Ο χρόνος που διαρκεί μία κίνηση επηρεάζεται από την ακρίβεια που χρειάζεται μία κίνηση και από το εύρος αυτής. Όταν αυτές οι δύο παράμετροι αυξηθούν αυξάνει και ο συνολικός χρόνος της κίνησης - Νόμος του Fitts:

$$MT = \alpha + \beta \log_2 2D/W$$

α και β είναι εμπειρικά καθοριζόμενες σταθερές, MT (Movement Time) είναι ο Χρόνος κίνησης, D (Distance) η απόσταση (το εύρος) της κίνησης και W (Width) το πλάτος (μέγεθος) του στόχου. Ο όρος  $\log_2 2D/W$  αντιπροσωπεύει το βαθμό δυσκολίας. Ο χρόνος κίνησης αυξάνει γραμμικά σε σχέση με το βαθμό δυσκολίας. Αυτός ο νόμος



περιγράφει τις κινήσεις που έχουν γίνει από υποκείμενα όλων των ηλικιών, από βρέφη έως μεγάλες ηλικίες (Keele SW. 1981, Rosenbaum D. 1991).

Ο Λανθάνων χρόνος της κίνησης στόχευσης ορίζεται σαν το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην εμφάνιση ενός ερεθίσματος και την έναρξη μιάς εκούσιας απάντησης. Οι εκούσιες κινήσεις χρειάζονται σημαντικά περισσότερο χρόνο απ' ότι οι αντανακλαστικές. Στα μονοσυναπτικά αντανακλαστικά οι αντιδράσεις προς σωματοαισθητικά ερεθίσματα διαρκούν 40msec, ενώ η πιο γρήγορη εκούσια αντίδραση διαρκεί 80 έως 120 msec. Οι Λανθάνοντες Χρόνοι σε αντίδραση προς οπτικό ερέθισμα είναι ακόμη μεγαλύτεροι – στην τάξη των 150-180 msec.

Ο Λανθάνων χρόνος επίσης ποικίλει ανάλογα με την ποσότητα της πληροφορίας που χρειάζεται το υποκείμενο για να λάβει την απόφαση για την εκτέλεση της κίνησης. Είναι μικρότερος όταν το υποκείμενο γνωρίζει εκ των προτέρων ποια αντίδραση απαιτείται και αυξάνει πολύ όταν προστίθενται διάφορες επιλογές στην τελική έξοδο του συστήματος- φαινόμενο επιλογής (choice effect). Τέλος ο Λανθάνων χρόνος ελαττώνεται με τη διαδικασία της μάθησης (Ghez C. Krakauer J. 2000).

## ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΚΟΥΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ

Οι πρώτες κινήσεις που παρατηρούνται στα έμβρυα των ζώων είναι αυθόρμητες και ακολουθούν οι αντανακλαστικές (Sanes DH. Reh TH. Harris WA. 2012).

Η ανάπτυξη των κινήσεων στόχευσης είναι σύνθετη και περιλαμβάνει την εμφάνιση πολλών συμπεριφορών που αναδύονται διαδοχικά στο χρόνο σε συνδυασμό με την ωρίμανση διαφορετικών τμημάτων του νευρικού και του μυοσκελετικού συστήματος και με την εμπειρία.

Το πρώτο ερώτημα που τέθηκε από τους ερευνητές ήταν κατά πόσον η εμφάνιση των κινήσεων στόχευσης είναι αποτέλεσμα της αναστολής πρωτόγωνων αντανακλαστικών, ή ενσωμάτωσης αυτών των αντανακλαστικών στις εκούσιες κινήσεις (Twitchel T. 1970, McDonnell PM. 1979). Υπάρχει βέβαια και η πιθανότητα ο συντονισμός οφθαλμών χεριού να εμφανίζεται ταυτόχρονα με την ωρίμανση των αντανακλαστικών αντί να αποτελεί τροποποίηση της λειτουργίας των αντανακλαστικών (Sumway-Cook A. Woollacott M. 2007).

Ένα δεύτερο ερώτημα αφορά το βαθμό στον οποίο η ολοκλήρωση των αισθητικών και κινητικών συστημάτων που καθορίζουν το συντονισμό οφθαλμών χεριού είναι καθορισμένος γενετικά ή καθορίζεται από την εμπειρία.

Στη δεκαετία του 1950 η έρευνα του Piaget πάνω στην ανάπτυξη του παιδιού τον οδήγησε στην άποψη ότι αν και η ωρίμανση του νευρικού συστήματος είναι απαραίτητη για την εμφάνιση μιας συμπεριφοράς, η εμπειρία είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό με τις αισθήσεις. Πίστευε ότι μόνο μέσω της επαναλαμβανόμενης και ταυτόχρονης θέασης και επαφής με ένα αντικείμενο θα μπορούσε να γίνει σύνδεση των οπτικών και χειριστικών εντυπώσεων (Piaget J. 1954).

Άλλοι ερευνητές παρατήρησαν ότι τα νεογέννητα επέδειξαν οπτική και κινητική δραστηριότητα τις πρώτες εβδομάδες της ζωής, αλλά αυτές οι δραστηριότητες ήταν σαφώς ανεξάρτητες (White BL, Castle P, Held R. 1964). Έτσι τη δεκαετία του 1960 πολλοί υποστήριζαν τη θεωρία που πρότεινε ότι τα συστήματα οπτικού ελέγχου και ελέγχου της κίνησης του χεριού είναι ανεξάρτητα κατά τη γέννηση.

Τη δεκαετία του 1970 παρουσιάσθηκαν ευρήματα υπέρ της αντίθετης άποψης. Μελέτες με βρέφη 7- 14 ημερών έδειξαν κινήσεις που κατευθύνονταν σαφώς προς έναν στόχο και η τελική τους θέση ήταν κοντά στο στόχο (Bower TGR, Broughton JM, Moore MK. 1970 (α), (β)).

Το 1980 εμφανίσθηκε μια μελέτη που έδειξε ότι όταν η κεφαλή του νεογνού και η θέση του κορμού σταθεροποιείται οι χαοτικές κινήσεις του άνω άκρου του νεογνού γίνονται πιο σταθερές και παρατηρούνταν κινήσεις στόχευσης προς αντικείμενα (Amiel – Tison C, Grenier A. 1980).

Μελέτες που διενεργήθηκαν αργότερα κατέδειξαν ότι μια πρώιμη μορφή συντονισμού ματιού-χεριού υφίσταται στα νεογέννητα, αν και η στόχευση δεν ήταν τόσο ακριβής ή συντονισμένη όσο αρχικά είχε υποθεθεί. Βρέφη ηλικίας 1 εβδομάδας εμφανίζουν προστοχευτικές συμπεριφορές στις οποίες κατευθύνουν τα χέρια τους προς αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά τους. Αυτές οι κινήσεις δεν είναι ακριβείς και τα βρέφη δεν συλλαμβάνουν τα αντικείμενα γιατί ο βραχίονας και το χέρι κινούνται συνεργικά (όταν εκτείνεται ο βραχίονας το χέρι είναι ανοικτό – σε έκταση). Οι κινήσεις όμως κατευθύνονται σαφώς προς το αντικείμενο, και έχει βρεθεί ότι είναι σημαντικά πιο ακριβείς απ' ό,τι κινήσεις του βραχίονα στις οποίες οι οφθαλμοί δεν είναι προσηλωμένοι στο αντικείμενο. Έτσι φαίνεται ότι μερικές τουλάχιστον πλευρές της κίνησης στόχευσης όπως η ικανότητα εντοπισμού αντικειμένων στο χώρο και η

μεταφορά του άκρου, μπορεί να είναι παρούσες σε στοιχειώδη μορφή (προστοχευτικές συμπεριφορές) από τη γέννηση (von Hofsten C. 1984, 1993, 2003).

Στην ηλικία των 2 μηνών οι κινήσεις κεφαλής και άνω άκρου συνδέονται καθώς το βρέφος αρχίζει να έχει τον έλεγχο των μυών του αυχένα (von Hofsten C. 1984, 1993). Σε αυτή την ηλικία αρχίζει να παρατηρείται μια κάμψη του χεριού κατά τη διάρκεια της έκτασης του άνω άκρου. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 2 μηνών παρατηρείται ανάπτυξη των σακκαδικών κινήσεων και των κινήσεων παρακολούθησης του οφθαλμού με αυξανόμενη αποσύνδεση των κινήσεων κεφαλής και άνω άκρου με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ελαστικότητα στον συντονισμό οφθαλμών, κεφαλής και άνω άκρου (Rosander K. von Hofsten C. 2002).

Στην ηλικία των 4 μηνών τα βρέφη αρχίζουν να εμφανίζουν κορμική σταθερότητα και άρα μεγαλύτερη ευχέρεια για κινήσεις στόχευσης. Οι αναπτυξιακές αλλαγές επιτρέπουν την ανάδειξη λειτουργικής στόχευσης και σύλληψης. Όμως η στόχευση συνήθως αποτελείται από αρκετά υποτμήματα (υπομονάδες κίνησης) και είναι αδέξια. Η εμφάνιση σε αυτή την ηλικία της παραπάνω σειράς αναπτυξιακών αλλαγών - που είναι απαραίτητες για την επίτευξη της κίνησης στόχευσης, συνηγορεί υπέρ της υπόθεσης ότι η επιτυχημένη στόχευση είναι αποτέλεσμα ωρίμανσης όχι ενός συστήματος αλλά πολλαπλών (Bertenthal B. von Hofsten C. 1998).

Από αυτή την ηλικία και έπειτα, κατά τη διάρκεια των δύο επόμενων μηνών, η στόχευση αρχίζει να βελτιώνεται. Η προσέγγιση του άνω άκρου γίνεται πιο ευθεία και ο αριθμός των υποτμημάτων της κίνησης στόχευσης ελαττώνεται με το πρώτο κομμάτι της κίνησης στόχευσης να επιμηκύνεται και να ισχυροποιείται (von Hofsten C. 1984, 1993).

Οι Konczak J, Borytta M, Topka H, Dichgans J. (1995) μελέτησαν 9 βρέφη στην ηλικία 4-15 μηνών. Ανέδειξαν δύο αναπτυξιακές φάσεις στο σχηματισμό της

τροχιάς του χεριού. Η πρώτη φάση μεταξύ 16 και 24 εβδομάδων περιελάμβανε ταχείες αλλαγές: ελάττωση στο χρόνο κίνησης και στον αριθμό των υπομονάδων κίνησης. Η δεύτερη φάση 28-64 εβδομάδες χαρακτηρίστηκε από πιο βαθμιαίες αλλαγές στα κινηματικά χαρακτηριστικά του τέλους της κίνησης. Οι Konczak J, Dichgans J. (1997) σε μελέτη παρατήρησης κινήσεων στόχευσης σε ηλικίες 4 μηνών έως 3 ετών παρατήρησαν ότι οι περισσότερες κινηματικές παράμετροι εμφάνισαν παρόμοια πρότυπα με τους ενήλικες μετά την ηλικία των 2 ετών.

Άλλοι ερευνητές παρατήρησαν σε μελέτη των 2 πρώτων χρόνων ότι οι αλλαγές αφορούν περισσότερο σε μια ομαλοποίηση της στόχευσης παρά σε απότομες αλλαγές στην ταχύτητα της κίνησης. Επίσης παρατήρησαν ότι στην ηλικία των 2 ετών η καμπύλη της ταχύτητας της κίνησης στόχευσης προσεγγίζει αρκετά αυτή των ενηλίκων με μια αρχική φάση επιτάχυνσης που οδηγεί το χέρι στο στόχο και μια δεύτερη φάση ήπιας μετάβασης σε χαμηλότερη ταχύτητα που καταλήγει στη σύλληψη ενός αντικειμένου (Berthier NE. Keen R. 2006).

Οι Schneiberg S. Sveistrup H. McFadyen B. McKinley P. Levin MF. (2002) διερεύνησαν περαιτέρω την ανάπτυξη του συντονισμού κατά τη διάρκεια της κίνησης στόχευσης σε παιδιά ηλικίας 4-11 ετών με πειράματα στόχευσης και σύλληψης. Τα αποτελέσματα των κινηματικών παραμέτρων ανέδειξαν ανώριμα πρότυπα στόχευσης με κυρίαρχο χαρακτηριστικό τη μεγάλη μεταβλητότητα στα μικρότερα παιδιά. Με την αύξηση της ηλικίας οι τροχιές έτειναν να γίνουν πιο ομαλές και λιγότερο μεταβαλλόμενες. Στην ηλικία των 8 με 10 ετών η μεταβλητότητα ήταν παρόμοια με αυτή των ενηλίκων. Μια δεύτερη μελέτη (Kuhtz-Buschbeck JP. Stolze H. Johnk K. Boczek-Funcke A. Illert M. 1998) με παιδιά 4 – 12 ετών κατέδειξε ότι η ανάπτυξη των τροχιών συνεχίζεται μέχρι την ηλικία των 12 ετών.

Η έναρξη της κίνησης στόχευσης εκλύεται από το στόχο – δηλαδή η οπτική εντόπιση του στόχου χρησιμοποιείται για την έναρξη της κίνησης. Έτσι η θέση του αντικειμένου ορίζεται οπτικά ενώ η θέση του άνω άκρου ορίζεται ιδιοδεκτικά. Αντίθετα το τελευταίο κομμάτι της κίνησης θεωρείται οπτικά καθοδηγούμενο. Σε αυτή την περίπτωση η θέση του άνω άκρου ορίζεται οπτικά αναφορικά με το στόχο, επιτρέποντας έτσι να γίνουν ακριβείς προσαρμογές για την επίτευξη ακριβούς στόχευσης (Paillard J. 1982).

Η στόχευση εκλύεται από οπτικά ερεθίσματα στο νεογέννητο. Όμως οι κινήσεις είναι ακόμη πολύ ανακριβείς. Στην ηλικία των 5 – 7 μηνών η στόχευση μετατρέπεται σε οπτικά καθοδηγούμενη. Δηλαδή παρατηρούνται διορθώσεις στην τροχιά των κινήσεων βασισμένες σε οπτικές πληροφορίες για τη θέση του άνω άκρου και του στόχου, κατά τη διάρκεια της κίνησης. Από τους 7 μήνες και μετά σταδιακά μετατρέπεται σε κίνηση βαλλιστικού τύπου με τις διορθώσεις να επισυμβαίνουν προς το τέλος της κίνησης. Εκλύεται από το αντικείμενο αλλά η οπτική καθοδήγηση είναι διαθέσιμη.

Η έρευνα για τις αναπτυξιακές αλλαγές στη χρήση της οπτικής επανατροφοδότησης κατέδειξε σημαντικά ευρήματα σε μελέτες με και χωρίς οπτική επανατροφοδότηση σε παιδιά 4 – 11 ετών. Τα παιδιά από την ηλικία των 4 έως 6 ετών χρησιμοποιούν κυρίως κινήσεις που εκλύονται από οπτικά ερεθίσματα (feedforward) χρησιμοποιώντας μικρή οπτική επανατροφοδότηση. Είναι κυρίαρχα βαλλιστικές με απότομες επιβραδύνσεις. Στην ηλικία των 7-8 ετών η οπτική επανατροφοδότηση φαίνεται να είναι απαραίτητη με αποτέλεσμα χειρότερη στόχευση (λιγότερη ακρίβεια) στο σκοτάδι, και πολλές διορθωτικές κινήσεις που παρατηρούνται πιο γρήγορα κατά τη διάρκεια της κίνησης. Για κάποιους ερευνητές η ηλικία των 7 ετών είναι μια φάση μετάβασης στην εξέλιξη της κίνησης στόχευσης (Dellen TV. Kalverboer AF. 1984).

Στην ηλικία των 9 έως 11 ετών υφίσταται σταδιακή ολοκλήρωση μεταξύ της feedforward και της feedback συμβολής και άρα μία εγκαθίδρυση του ρόλου της οπτικής επανατροφοδότησης με το τελικό σχήμα των τροχιών να ομοιάζει με αυτό των ενηλίκων και οι κινήσεις στόχευσης να αποκτούν τον γρήγορο και ακριβή χαρακτήρα τους (Hay L. 1978, 1979, 1990). Οι παραπάνω μελέτες καταδεικνύουν μια πιθανή αναδιοργάνωση στον τρόπο προγραμματισμού της εκούσιας κίνησης στόχευσης από την ηλικία των 5 έως 9 ετών.

Ο Λανθάνων χρόνος (Χρόνος αντίδρασης) φαίνεται να μεταβάλλεται ηλικιακά και να επηρεάζεται από τη φύση του πειράματος. Σε πειράματα με απλές κινήσεις φαίνεται να υπάρχει μια προοδευτική ελάττωση με την αύξηση της ηλικίας και τις πιο απότομες αλλαγές να συμβαίνουν στα 8 με 9 χρόνια, ακολουθούμενες από βραδύτερες αλλαγές μέχρι την ηλικία των 16-17 ετών. Ωστόσο σε πειράματα με πιο σύνθετες κινήσεις οι μεταβολές παρατηρούνται σε διαφορετική ηλικία ανάλογα με το πείραμα. Σε μελέτη με κινήσεις στόχευσης σε παιδιά 2-8 ετών, η ελάττωση παρατηρήθηκε μεταξύ 2 και 5 ετών (Brown JV, Sepehr MM, Ettlinger G, Skreczek W. 1986, Hay L. 1990). Σε μελέτη που ζητήθηκε να γίνει κίνηση στόχευσης όσο πιο γρήγορα και με πιο μεγάλη ακρίβεια προς οπτικό στόχο, ελαττώνοντας έτσι τον αριθμό των διορθωτικών κινήσεων που οφείλονται στην οπτική επανατροφοδότηση, παρατηρήθηκε ελάττωση του Λανθάνοντα χρόνου μεταξύ 6 και 7 ετών (Favilla M. 2006).

Ο Συνολικός χρόνος κίνησης στα περισσότερα πειράματα που μελετούν τον Λανθάνοντα χρόνο, φαίνεται να αλλάζει με την ηλικία. Μελέτες που ανέλυσαν τον συνολικό χρόνο κίνησης σε παιδιά ηλικίας 6-10 ετών έδειξαν ελάττωση του χρόνου κίνησης με την αύξηση της ηλικίας. (Hay L. Bard C. Fleury M. 1986).

Οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν μια βραδύτητα στις κινήσεις στόχευσης, κυρίως λόγω επιβράδυνσης της κεντρικής επεξεργασίας. Αυτή η βραδύτητα είναι πιο έντονη σε πιο σύνθετα κινητικά έργα.

Πειράματα που υπολογίσθηκε η ταχύτητα της κίνησης έδειξαν ελάττωση αυτής σε ποσοστό 30 – 90 % ανάλογα με τις ηλικίες των συμμετεχόντων και το πείραμα που διεξήχθη (Welford AT. 1982, Williams H. 1990). Η ανάλυση των τροχιών σε πειράματα γρήγορων κινήσεων στόχευσης σε ηλικιωμένους ανέδειξε ότι οι ηλικιωμένοι σπαταλούν περισσότερο χρόνο στη φάση τελικής προσέγγισης του στόχου (τη φάση επιβράδυνσης) απ' ότι οι νεότεροι και παρατηρούνται περισσότερα υποτιμήματα (υπομονάδες κίνησης) όπως και στα βρέφη (Morgan M. Phillips JG. Bradshaw JL. Mattingley JB. Ianssek R. Bradshaw JA. 1994). Επίσης σε πειράματα επαναλαμβανόμενων χτυπημάτων στόχων με διαφορετικές απαιτήσεις ακρίβειας οι ερευνητές συμπέραναν ότι οι ηλικιωμένοι (μ. ό. 71 ετών) βασίζονται περισσότερο σε βραδύτερες διαδικασίες ανατροφοδότησης σε σχέση με τους νεότερους (μ.ό. 25 ετών) (Pohl PS. Winstein CJ. Fisher BE. 1996).



## 1.2 ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

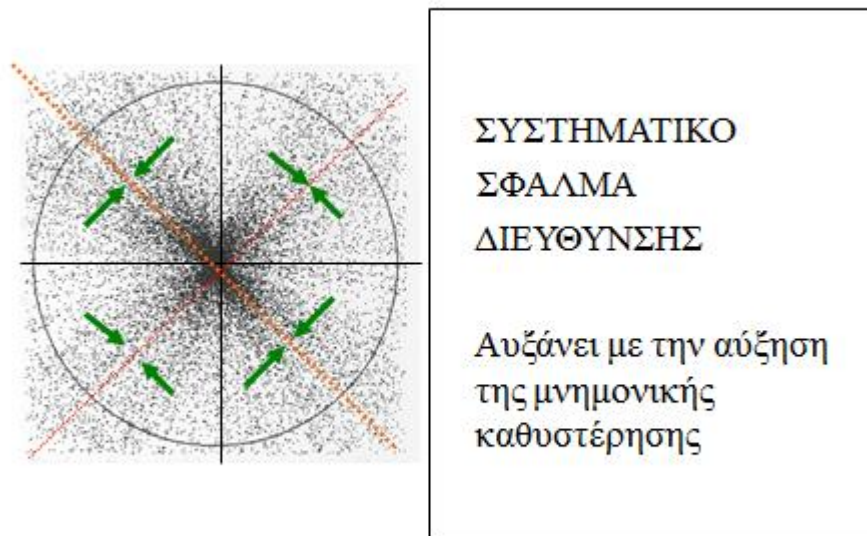
### ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ - ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Σε μια σειρά προηγούμενων μελετών έγινε διερεύνηση της ακρίβειας στη διεύθυνση μετά από εκτέλεση επίπεδων κινήσεων στόχευσης προς απομνημονευμένους οπτικά παρουσιαζόμενους στόχους χρησιμοποιώντας συμπεριφορικό παράδειγμα με μνημονική καθυστέρηση σε υγιείς ενήλικες (Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000, Gourtzelidis P. Smyrnis N. Evdokimidis I. Balogh A. 2001, Theleritis C. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2004, Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2007, Mantas A. Evdokimidis I. Smyrnis N. 2008).

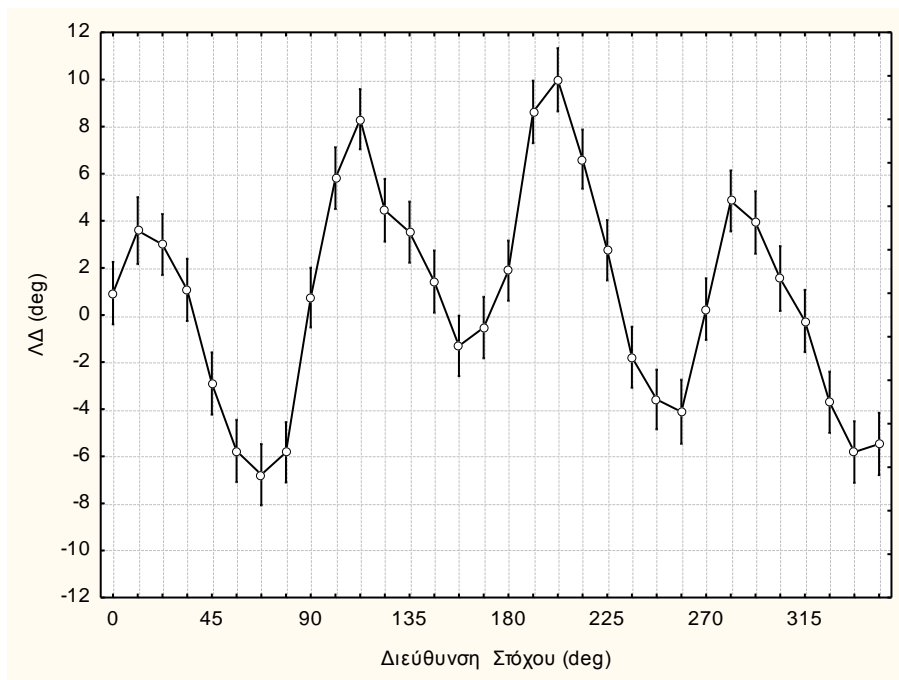
Με αυτές τις μελέτες έγινε φανερό ότι όταν τα υποκείμενα εκτελούσαν τις κινήσεις στόχευσης προς τη θέση όπου είχαν εμφανιστεί προηγουμένως στόχοι, παρατηρούνταν ένα συστηματικό λάθος διεύθυνσης το οποίο επηρεαζόταν από τη διεύθυνση του στόχου (*EIKONA 4A και 4B*).

Το φαινόμενο αυτό ήταν πολύ πιο έντονο με την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης.

Αυτό το συστηματικό λάθος διεύθυνσης αντανάκλούσε μία προκαθορισμένη τάση των κινήσεων αυτών να συγκεντρώνονται στη διαγώνιο μεταξύ του κάθετου και του οριζόντιου άξονα στην οθόνη όπου προβάλλονταν οι στόχοι.



ΕΙΚΟΝΑ 4Α.: Συστηματικό σφάλμα διεύθυνσης (Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000).



ΕΙΚΟΝΑ 4Β.: Συστηματικό σφάλμα διεύθυνσης σε άξονες X, Ψ (Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000).

Αφού αποκλείστηκαν πιο απλές εξηγήσεις για την εμφάνιση του λάθους, που αφορούσαν τις μηχανικές ιδιότητες του άνω άκρου (Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000) έγινε προσπάθεια να εξηγηθεί το φαινόμενο σαν αποτέλεσμα της χωρικής ενεργού μνήμης (Gourtzelidis P. Smyrnis N. Evdokimidis I. Balogh A. 2001).

Το ίδιο πρότυπο συστηματικών λαθών διεύθυνσης παρατηρήθηκε σε μια σειρά μελετών χωρικής ενεργού μνήμης, όπου τα υποκείμενα έπρεπε να απομνημονεύσουν τη θέση μιας τελείας μέσα σε έναν κύκλο και μετά να χρησιμοποιήσουν μία πένα για να σχεδιάσουν την τελεία σε ένα άδειο κύκλο. (Huttenlocher J. Hedges LV. Duncan S. 1991). Η εξήγηση που δόθηκε πρότεινε ένα μοντέλο για το πρότυπο των λαθών στη διεύθυνση και το εύρος, που εξηγούσε αυτά σαν αποτέλεσμα της στρατηγικής που ακολουθούσαν τα υποκείμενα για να κατηγοριοποιήσουν το χώρο, ώστε να βοηθηθούν στην απομνημόνευση των θέσεων των στόχων στο χώρο.

Σε μια επόμενη μελέτη (Theleritis C. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2004) ερευνήθηκε η υπόθεση της κατηγοριοποίησης του χώρου, χρησιμοποιώντας μια τροποποιημένη εκδοχή του πειράματος απομνημονευμένης στόχευσης, όπου τα υποκείμενα έπρεπε να απομνημονεύσουν μια σειρά θέσεων στόχων που παρουσιάζονταν διαδοχικά και μετά να ανταποκριθούν σε έναν στόχο-σύνθημα ώστε να μετακινηθούν στον επόμενο στόχο με βάση την σειρά που είχαν παρουσιαστεί οι στόχοι. Η υπόθεση ήταν ότι η αύξηση στο μνημονικό φορτίο σε αυτό το πείραμα (ο αριθμός των στόχων που έπρεπε να απομνημονευθούν άξανε από 2 σε 4), θα προκαλούσε πιο έντονο αποτέλεσμα κατηγοριοποίησης στο χώρο και άρα ένα μεγαλύτερο συστηματικό λάθος διεύθυνσης. Αυτό που παρατηρήθηκε όμως ήταν ότι το συστηματικό λάθος παρέμενε ίδιο για όλα τα μνημονικά φορτία και άρα η υπόθεση της κατηγοριοποίησης του χώρου δεν εξηγούσε το φαινόμενο.

Σε μια άλλη μελέτη (de Graaf JB. Sittig AC. Denier van der Gon JJ. 1991) εδόθησαν οδηγίες στα υποκείμενα να σχεδιάσουν μια γραμμή (χρησιμοποιώντας μια πένα) προς ένα στόχο που παρουσιάστηκε οπτικά και να το κάνουν αυτό πολύ αργά. Βρέθηκε ότι η διεύθυνση της αρχικής κίνησης - όπως μετρήθηκε στην αρχή αυτών των αργών κινήσεων στόχευσης, παρουσίαζε συστηματική απόκλιση από τη διεύθυνση του στόχου και το πρότυπο των συστηματικών λαθών που αναδυόταν ήταν ταυτόσημο με αυτό που παρατηρήθηκε στις γρήγορες κινήσεις στόχευσης προς απομνημονευμένους στόχους. Βρέθηκε επίσης ότι τα ίδια συστηματικά λάθη παρατηρούνταν όταν τα υποκείμενα χρησιμοποιούσαν ένα δείκτη για να δείξουν προς την κατεύθυνση ενός στόχου στο δισδιάστατο χώρο, κάτι που υποδηλώνει ότι αυτά τα λάθη πιθανώς δεν ανευρίσκονται μόνο μετά από την εκτέλεση μιας κίνησης. Σε μια επόμενη μελέτη (de Graaf JB. Sittig AC. Denier van der Gon JJ. 1994) οι ίδιοι ερευνητές έδειξαν ότι τα ίδια συστηματικά λάθη διεύθυνσης αναπαράγονταν όταν οι στόχοι παρουσιάζονταν κιναισθητικά αντί για οπτικά. Σε μελέτη κινήσεων στόχευσης όπου το τελικό σημείο της κίνησης οριζόταν με την παθητική τοποθέτηση του άνω άκρου σε μια θέση στο δισδιάστατο χώρο από ένα «Ρομποτικό Χέρι» (Baud-Bovy G. Viviani P. 2004), παρατηρήθηκε το ίδιο πρότυπο συστηματικών λαθών διεύθυνσης.

Συνοψίζοντας, παρατηρεί κανείς ότι το ίδιο συστηματικό λάθος διεύθυνσης ανευρέθηκε σε ποικίλα πειράματα. Πειράματα με διαφορετικούς όρους εισόδου - (οπτικά, κιναισθητικά) και εξόδου (γρήγορες, αργές κινήσεις, δείξη με δείκτη) ενός συστήματος. Πειράματα με διαφορετικούς όρους γνωσιακών απαιτήσεων (απομνημονευμένες κινήσεις, κινήσεις προς οπτικούς στόχους).

Σε μια μελέτη (Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2007) εξηγήθηκε αυτό το συστηματικό λάθος σχετίζοντάς το με το φαινόμενο αντιληπτικής ανισοτροπίας στη διεύθυνση που ονομάζεται “oblique effect”- φαινόμενο των πλαγίων. Αυτός ο όρος έχει

χρησιμοποιηθεί για να κωδικοποιήσει τη διαφορά που παρατηρήθηκε στην οπτική διάκριση των κάθετων διευθύνσεων σε σχέση με τις πλάγιες (Appelle S. 1972). Η διάκριση των κάθετων διευθύνσεων ήταν κατά πολύ ανώτερη από αυτή των πλαγίων. Αυτό το αποτέλεσμα στην οπτική διάκριση παρατηρήθηκε όχι μόνο για γραμμές αλλά και για μια σειρά οπτικών ερεθισμάτων που μπορούσαν να είναι προσανατολισμένα στο χώρο. Επίσης δεν φαίνεται να είναι ένα αποκλειστικό χαρακτηριστικό των ανθρώπων γιατί παρατηρήθηκε και σε άλλα θηλαστικά αλλά και σε πιο πρωτόγονα ζώα όπως το χταπόδι (Appelle S. 1972).

Σε άλλες μελέτες που χρησιμοποίησαν απτικώς οριζόμενα ερεθίσματα, παρατηρήθηκε το ίδιο φαινόμενο με την έννοια ότι κάθετοι και οριζόντιοι άξονες (με βάση τη βαρύτητα) διακρίθηκαν με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ό,τι πλάγιοι άξονες, από τυφλούς και ανθρώπους με δεμένα τα μάτια (Gentaz E. Hatwell Y. 1995, Gentaz E, Hatwell Y. 1998, Gentaz E, Baud-Bovy G, Luyat M. 2008). Άλλοι ερευνητές (Krukowski AE. Stone LS. 2005) παρατήρησαν το "oblique effect" στις ομαλές κινήσεις παρακολούθησης του ματιού.

Ο Essock EA. (1980) προσπαθώντας να αξιοποιήσει αυτά τα ευρήματα πρότεινε ένα θεωρητικό πλαίσιο που συνίσταται στην ύπαρξη δύο τάξεων "oblique effect": ένα καθαρά οπτικό (τάξη 1) που συνδέεται με τη χαμηλής τάξεως οπτική επεξεργασία στον πρωτοταγή οπτικό φλοιό και ένα δεύτερο υψηλής τάξης που βασίζεται σε εξωαμφιβληστροειδικά ερεθίσματα (αιθουσαία, κιναισθητικά και απτικά) και εκτείνεται σε γνωσιακές και μνημονικές διαδικασίες (τάξη 2). Οι Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. (2007) ονόμασαν το oblique effect που παρατηρήθηκε στις κινήσεις στόχευσης «κινητικό oblique effect» και κατέδειξαν τη σχέση με το «αντιληπτικό oblique effect» σε μελέτη σε υγιείς ενήλικες. Σε μια άλλη μελέτη από τους ίδιους τονίσθηκε ότι το «κινητικό oblique effect» δεν περιορίζεται μόνο σε

κινήσεις στόχευσης προς απομνημονευμένους στόχους αλλά μπορεί επίσης να ανιχνευθεί στην εξελισσόμενη τροχιά κινήσεων στόχευσης που καθοδηγούνται οπτικά στο δισδιάστατο χώρο, υποδηλώνοντας έτσι ότι η αρχή του φαινομένου ανάγεται στα πρώιμα στάδια της οπτικοκινητικής διαδικασίας (Mantas A, Evdokimidis I, Smyrnis N. 2008).

## ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το κύριο ερώτημα αυτής της μελέτης ήταν εάν αυτό το σταθερό φαινόμενο παραμόρφωσης της αντίληψης του χώρου, που παρατηρείται στην κινητική συμπεριφορά μετά την αισθητικοκινητική απαρτίωση που είναι απαραίτητη για την επίτευξη της εκούσιας κίνησης στόχευσης, τροποποιείται με την ηλικία. Για το λόγο αυτό υπολογίσθηκε το συστηματικό Λάθος Διεύθυνσης (ΛΔ) της εκούσιας κίνησης στόχευσης.

Επίσης υπολογίσθηκε το Τετράγωνο του Λάθους Διεύθυνσης (ΤΛΔ), το συστηματικό Λάθος Απόστασης (ΛΑ) και το Τετράγωνο του Λάθους Απόστασης (ΤΛΑ) σε μια προσπάθεια εκτίμησης της εξέλιξης της συνολικής χωρικής ακρίβειας της κίνησης στόχευσης.

Υπολογίσθηκαν και άλλες κινηματικές παράμετροι στα παιδιά και στους ενήλικες με στόχο την πιθανή ανεύρεση συσχέτισης της τροποποίησής τους από την ηλικία με τη μεταβολή του συστηματικού λάθους διεύθυνσης και της χωρικής ακρίβειας. Έτσι από τις χρονικές παραμέτρους υπολογίσαμε το Λανθάνοντα Χρόνο (ΛΧ) κίνησης, το συνολικό Χρόνο Κίνησης (ΧΚ) και το Χρόνο Επίτευξης της Μέγιστης Ταχύτητας της κίνησης (ΧΜΤ).

Ακόμη μελετήθηκε η Μέγιστη Ταχύτητα (ΜΤ) για την οποία είναι γνωστό ότι τροποποιείται με την ηλικία, ειδικά στους ηλικιωμένους, σε μια προσπάθεια να καταδείξουμε πιθανές αναπτυξιακές αλλαγές. Τέλος υπολογίσθηκαν τα Λάθη Αναστολής για τα οποία υπάρχουν ενδείξεις από άλλες αναφορές με πειράματα κίνησης ότι μεταβάλλονται με την ηλικία. Η δυσκολία αναστολής που παρατηρείται στα παιδιά

φαίνεται να εξηγείται στα πλαίσια της διαδικασίας ωρίμανσης του Νευρικού συστήματος.

Στα πλαίσια αυτής της μελέτης ήταν σημαντικό να επιβεβαιωθεί ότι είναι γνωστό από προηγούμενες μελέτες και κυρίως ότι η κινητική συμπεριφορά διαμορφώνεται σημαντικά και είναι διαφορετική από αρκετές απόψεις στην ηλικία των 6-11 ετών που επιλέχθηκε σε σχέση με τους ενήλικες.

Αυτή η μελέτη έθεσε επίσης το ερώτημα αν η αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης επηρεάζει τις παραπάνω παραμέτρους και αν η επίδρασή της τροποποιείται με την ηλικία.



## **2. ΥΛΙΚΟ / ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### 2.1 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

### 2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### 2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ

## 2.1 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

18 υγιή παιδιά και 6 υγιείς ενήλικες συμμετείχαν στη μελέτη. Τα παιδιά ήταν ηλικίας 6-11 ετών (11 κορίτσια και 7 αγόρια) και χωρίστηκαν σε 3 ομάδες 6 ατόμων (ΟΜΑΔΑ 1: 6-7 ετών, ΟΜΑΔΑ 2: 8-9 ετών, ΟΜΑΔΑ 3: 10-11 ετών). Οι 6 ενήλικες ήταν 20 έως 53 ετών (4 γυναίκες και 2 άνδρες) και ονομάστηκαν ΟΜΑΔΑ 4.

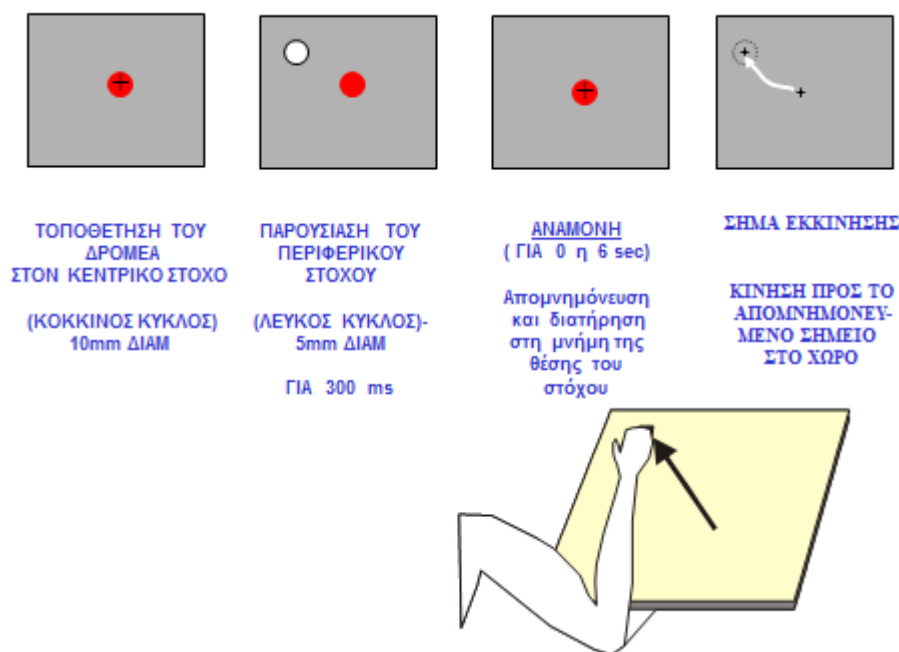
Οι γονείς των παιδιών και οι ενήλικες έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή στη μελέτη μετά από λεπτομερή εξήγηση των πειραματικών διαδικασιών. Το πειραματικό πρωτόκολλο εγκρίθηκε από την επιστημονική επιτροπή ηθικής και δεοντολογίας του Αιγινήτειου Νοσοκομείου.

Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν δεξιόχειρες και πραγματοποίησαν το πείραμα χρησιμοποιώντας το δεξί τους χέρι.

## 2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Τα υποκείμενα βρισκόντουσαν σε καθιστή θέση σε σκοτεινό δωμάτιο απέναντι από οθόνη υπολογιστή 17', τοποθετημένη σε απόσταση 60 cm και χρησιμοποίησαν το δεξί τους χέρι για να κινήσουν ένα χειριστήριο δίκην πένα σε ένα ψηφιοποιημένο πίνακα (Calcomp 2000) που ήταν τοποθετημένος σε μία τράπεζα μπροστά τους. Είχε προηγηθεί δειγματοληψία της θέσης του χειριστηρίου στα 100 Hz και αυτό εμφανιζόταν στην οθόνη του υπολογιστή σαν κυκλικός λευκός δρομέας διαμέτρου 2,5mm. Η αναλογία κίνησης άνω άκρου / κίνηση δρομέα ήταν 1.

Η *EIKONA 5* αναπαριστά την πειραματική διάταξη όπως αυτή εφαρμόστηκε για όλα τα υποκείμενα.



*EIKONA 5: Πειραματική Διάταξη.*

Κάθε προσπάθεια ξεκινούσε όταν ένας κόκκινος δίσκος διαμέτρου 10mm εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης (κεντρικός στόχος). Τότε το υποκείμενο έπρεπε να μετακινήσει τον δρομέα στον κεντρικό στόχο. Μετά από μια ποικίλη περίοδο 1-2 sec, ένας δεύτερος άσπρος δίσκος διαμέτρου 5mm (ο περιφερικός στόχος), εμφανιζόταν στην περιφέρεια ενός νοητού κύκλου ακτίνας 60mm σε 1 από 32 διευθύνσεις (διαστήματα  $11,25^\circ$ ) και παρέμενε σε αυτήν τη θέση για 300msec.

Το επόμενο βήμα ήταν η εξαφάνιση του κεντρικού στόχου. Ο κεντρικός στόχος είτε εξαφανιζόταν άμεσα (καθυστέρηση 0), είτε παρέμενε για διάστημα 6sec περίπου (καθυστέρηση 6). Η εξαφάνιση του κεντρικού στόχου ήταν το σήμα για το υποκείμενο να μετακινήσει τον δρομέα στη θέση που είχε εμφανιστεί ο περιφερικός στόχος και να διατηρήσει τη θέση αυτή για 2 sec. Η κίνηση έπρεπε να γίνει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια.

Στα υποκείμενα δόθηκαν οδηγίες να διατηρούν την κεφαλή και τον κορμό σε όρθια θέση κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειράματος και να χρησιμοποιήσουν μόνο κινήσεις του ώμου και του αγκώνα για να μετακινήσουν τον δρομέα. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην αποφυγή κινήσεων του καρπού ή των δακτύλων. Δεν χρησιμοποιήθηκε κάποια ειδική κατασκευή για να σταθεροποιηθεί ο κορμός ή η κεφαλή, αλλά ο εξεταστής στεκόταν πίσω από το υποκείμενο δίνοντας σαφείς οδηγίες όταν εμφανιζόταν η τάση στο υποκείμενο να αλλάξει τη θέση του σώματός του ή να χρησιμοποιήσει τον καρπό και τα δάκτυλα για τη διενέργεια του πειράματος.

Μετά το πέρας της διαδικασίας κάθε υποκείμενο είχε ολοκληρώσει 3 κινήσεις για κάθε διεύθυνση του στόχου και για κάθε χρονική καθυστέρηση. Συνολικά ο αριθμός των προσπαθειών για κάθε υποκείμενο ανήλθε στις 192 (3 επαναλήψεις x 32 διευθύνσεις x 2 συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης).

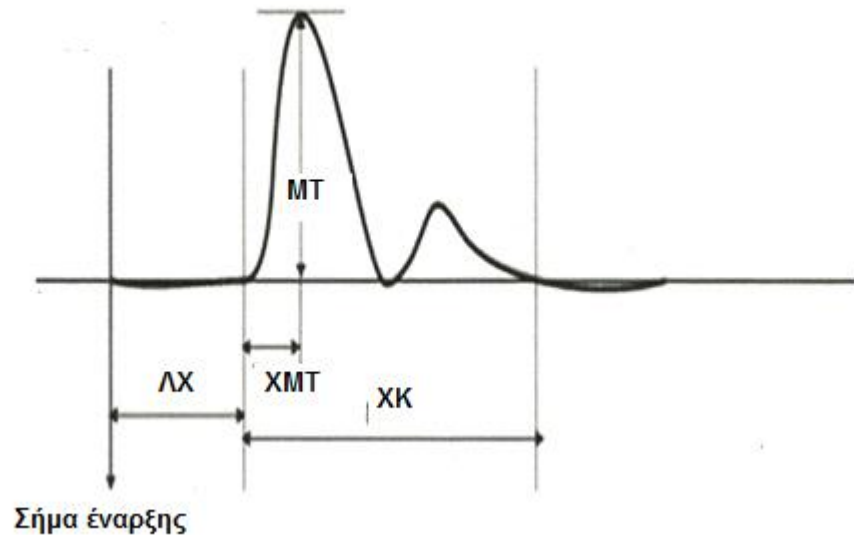
Επιπρόσθετα πριν την έναρξη του πειράματος δόθηκε η δυνατότητα σε κάθε υποκείμενο να διενεργήσει 5-10 προσπάθειες ώστε να εξοικειωθεί με τη διαδικασία.

### 2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα από τις συντεταγμένες X-Y του δρομέα χρησιμοποιήθηκαν για να υπολογιστεί η στιγμιαία ταχύτητα του χειριστηρίου στον ψηφιοποιημένο πίνακα με αριθμητική διαφοροποίηση. Ένα φίλτρο μέσου όρου της κίνησης εφαρμόστηκε σε αυτήν τη σειρά χρόνου για να ομαλοποιήσει τα δεδομένα των τιμών της ταχύτητας. Ένα αμφίδρομο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε για να υπολογίσει και να οπτικοποιήσει το ίχνος της στιγμιαίας ταχύτητας και να υπολογίσει την έναρξη της κίνησης (αύξηση της στιγμιαίας ταχύτητας πάνω από το 0 σε 3 διαδοχικές μετρήσεις = 30msec) και το τέλος της κίνησης (επαναφορά της στιγμιαίας ταχύτητας στο 0 και παραμονή στο 0 για >100msec).

Ο Λανθάνων Χρόνος (ΛΧ) της κίνησης ορίστηκε ως το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην εξαφάνιση του κεντρικού στόχου (σήμα έναρξης) και την έναρξη της κίνησης. Ο Χρόνος Κίνησης (ΧΚ) ορίστηκε ως το χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έναρξη της κίνησης και το τέλος της κίνησης. Επίσης υπολογίστηκε η τιμή της Μέγιστης Ταχύτητας (ΜΤ) και ο Χρόνος επίτευξης της Μέγιστης Ταχύτητας (ΧΜΤ) από την έναρξη της κίνησης (ΣΧΗΜΑ 1Α).

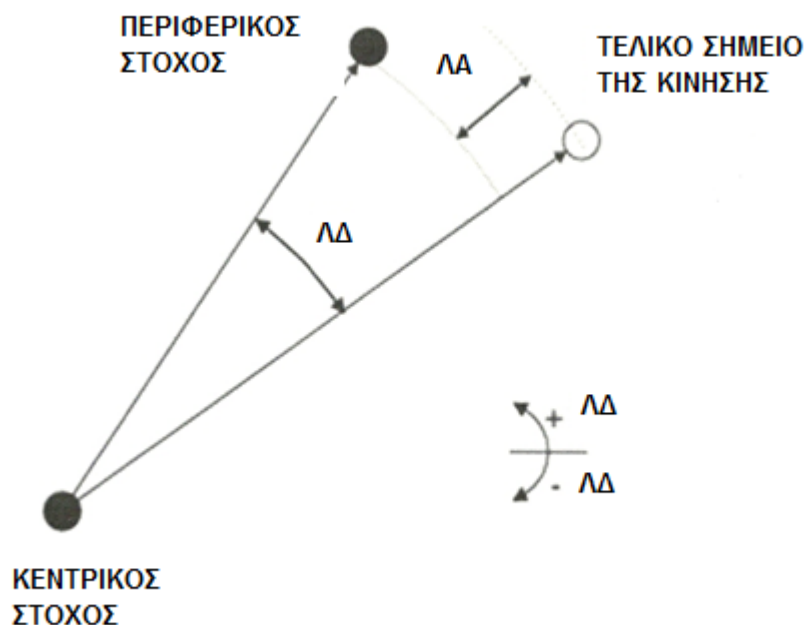
Η τελική θέση της κίνησης με βάση τους άξονες X-Y μετατράπηκε σε συμβατικές πολικές συντεταγμένες (Διεύθυνση και Απόσταση) με την αρχή στη θέση του κεντρικού στόχου.



ΣΧΗΜΑ 1Α:

Τίχνος της καταγραφής της στιγμιαίας ταχύτητας για μία κίνηση ενός υποκειμένου, όπου ο Λανθάνων χρόνος ( $\Lambda X$ ), ο Χρόνος Κίνησης ( $XK$ ), η Μέγιστη Ταχύτητα ( $MT$ ) και ο Χρόνος για την επίτευξη της Μέγιστης Ταχύτητας ( $XMT$ ) σημειώνονται.

Το Λάθος Διεύθυνσης ( $\Lambda\Delta$ ) ορίστηκε ως η διαφορά σε μοίρες (deg) ανάμεσα στη διεύθυνση του τελικού σημείου της κίνησης και τη διεύθυνση του περιφερικού στόχου. Σαν θετικό λάθος διεύθυνσης ορίστηκε η απόκλιση από τον περιφερικό στόχο με φορά αντίστροφη αυτής του ρολογιού. (ΣΧΗΜΑ 1Β).



ΣΧΗΜΑ 1B:

Ορισμός του Λάθους Διεύθυνσης ( $\Lambda\Delta$ ) και του Λάθους Απόστασης ( $\Lambda\Lambda$ ).

Η τιμή του Τετραγώνου του  $\Lambda\Delta$  επίσης υπολογίσθηκε ( $\Gamma\Lambda\Delta$ ). Αυτή η τιμή συνυπολογίζει το συστηματικό λάθος διεύθυνσης από τη θέση του στόχου και το μεταβλητό λάθος διεύθυνσης (που είναι η απόκλιση του λάθους από τη μέση τιμή του σε κάθε προσπάθεια) και είναι το μέτρο της συνολικής ακρίβειας στη στόχευση της διεύθυνσης.

Το Λάθος Απόστασης ( $\Lambda\Lambda$ ) ορίστηκε ως η διαφορά σε mm ανάμεσα στην απόσταση (εύρος) του τελικού σημείου της και την απόσταση (εύρος) του περιφερικού στόχου που είχε καθοριστεί στα 60mm. Έτσι το αρνητικό λάθος απόστασης αντιστοιχούσε σε κίνηση υπομετρική και το θετικό λάθος απόστασης αντιστοιχούσε σε υπερμετρική κίνηση (ΣΧΗΜΑ 1B). Η τιμή του τετραγώνου του  $\Lambda\Lambda$  επίσης



υπολογίστηκε (ΤΛΑ). Αυτή η τιμή είναι το μέτρο της συνολικής ακρίβειας στη στόχευση της απόστασης.

Αποκλείστηκαν από περαιτέρω ανάλυση 635 προσπάθειες στις οποίες τα υποκείμενα κινήθηκαν πριν από το σήμα έναρξης (13,7%). Αυτά τα δεδομένα τα ονομάσαμε λάθη αναστολής και αναλύθηκαν ξεχωριστά. Μπορεί κανείς να τα θεωρήσει σαν μια αποτυχία του υποκειμένου να διατηρήσει τον δρομέα στον κεντρικό στόχο και να αναστείλει την κίνηση μέχρι το σήμα έναρξης.

Από τις εναπομείνουσες 3.973 προσπάθειες αποκλείστηκαν αυτές που η κίνηση ξεκίνησε νωρίτερα από 80msec μετά από το σήμα έναρξης (προβλέψεις-anticipations). Επίσης αποκλείστηκαν αυτές οι προσπάθειες που ο Λανθάνων χρόνος κίνησης ήταν μεγαλύτερος από 1450msec (δηλ. το ανώτερο 1% όλων των προσπαθειών).

Επίσης όλες οι κινήσεις με χρόνο κίνησης  $>1.600\text{msec}$  (ξανά το ανώτερο 1% όλων των προσπαθειών).

Ακόμη αποκλείστηκαν κινήσεις με  $\Delta >45^\circ$  ή  $\Delta < -45^\circ$  (δηλ. το ανώτερο και κατώτερο 1% όλων των Λαθών Διεύθυνσης).

Τέλος αποκλείστηκαν το 5% των προσπαθειών - με  $\Delta < -35\text{mm}$  και 1% των προσπαθειών - με  $\Delta > 35\text{mm}$ . Αποκλείστηκε μεγαλύτερο ποσοστό προσπαθειών με υπομετρία για να είναι βέβαιο ότι τα υποκείμενα μετακίνησαν τον δρομέα τουλάχιστον κοντά στο μισό της απόστασης από το στόχο.

Μετά από εφαρμογή αυτών των κριτηρίων αποκλεισμού διατηρήθηκαν 3.623 προσπάθειες από τις 3.973 προσπάθειες για όλα τα υποκείμενα (91,1 %).

## 2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ

Κάθε μία από τις χωρικές (ΛΔ, ΤΛΔ, ΛΑ, ΤΛΑ) και τις χρονικές (ΛΧ, ΧΚ, ΧΜΤ) παραμέτρους της κίνησης, όπως και η Μέγιστη Ταχύτητα (ΜΤ), αναλύθηκαν ξεχωριστά.

Για την ανάλυση των ΛΔ και ΤΛΔ τα δεδομένα για τις διάφορες διευθύνσεις των στόχων υπολογίσθηκαν κατά το μέσο όρο στα 4 τεταρτημόρια σε 8 ομάδες (0, 11.25, 22.5, 33.75, 45, 56.25, 67.5 και 78.75°). Ένα μοντέλο παραγοντικής Ανάλυσης της Διακύμανσης (ANalysis Of VAriance - ANOVA) χρησιμοποιήθηκε με την ομάδα διεύθυνσης του τεταρτημορίου, την ηλικιακή ομάδα (4 ηλικιακές ομάδες) και τη μνημονική καθυστέρηση (2 μνημονικές καθυστερήσεις) σαν ανεξάρτητους σταθερούς παράγοντες και το υποκείμενο σε κάθε ηλικιακή ομάδα (6 υποκείμενα) σαν ανεξάρτητο τυχαίο παράγοντα.

Για την ανάλυση των ΛΑ και ΤΛΑ τα δεδομένα για τις διάφορες διευθύνσεις των στόχων υπολογίσθηκαν κατά το μέσο όρο σε 2 ομάδες ημιπεδίων: πρώτη ομάδα με κατεύθυνση κίνησης αντίθετη από το σώμα (11.25 έως 168.75°) και δεύτερη ομάδα με κατεύθυνση κίνησης προς το σώμα (191.25 έως 348.75°). Οι δύο οριζόντιες διευθύνσεις των 0 και 180° αποκλείσθηκαν. Ένα μοντέλο παραγοντικής Ανάλυσης της Διακύμανσης (ANalysis Of VAriance - ANOVA) χρησιμοποιήθηκε με την ομάδα διεύθυνσης του ημιπεδίου, την ηλικιακή ομάδα και την ομάδα μνημονικής καθυστέρησης σαν ανεξάρτητους σταθερούς παράγοντες και το υποκείμενο σαν ανεξάρτητο τυχαίο παράγοντα.

Το ίδιο μοντέλο παραγοντικής Ανάλυσης της Διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των χρονικών παραμέτρων της κίνησης (ΛΧ, ΧΚ, ΧΜΤ) και τη

Μέγιστη Ταχύτητα (MT). Σε αυτές τις αναλύσεις η ομάδα μνημονικής καθυστέρησης και η ηλικιακή ομάδα ήταν οι ανεξάρτητοι σταθεροί παράγοντες και το υποκείμενο ο τυχαίος παράγοντας.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc. 1984-2003).

## **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### 3.1 ΧΩΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

### 3.2 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

### 3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

### 3.4 ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

### 3.1 ΧΩΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στο *ΣΧΗΜΑ 2* καταδεικνύεται η μεταβολή του μέσου συστηματικού **Λάθους Διεύθυνσης (ΛΔ)** ανάλογα με τη διεύθυνση του στόχου στις δύο συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης: 0 sec (*ΣΧΗΜΑ 2Α*) και 6 sec (*ΣΧΗΜΑ 2Β*) για κάθε ηλικιακή ομάδα.

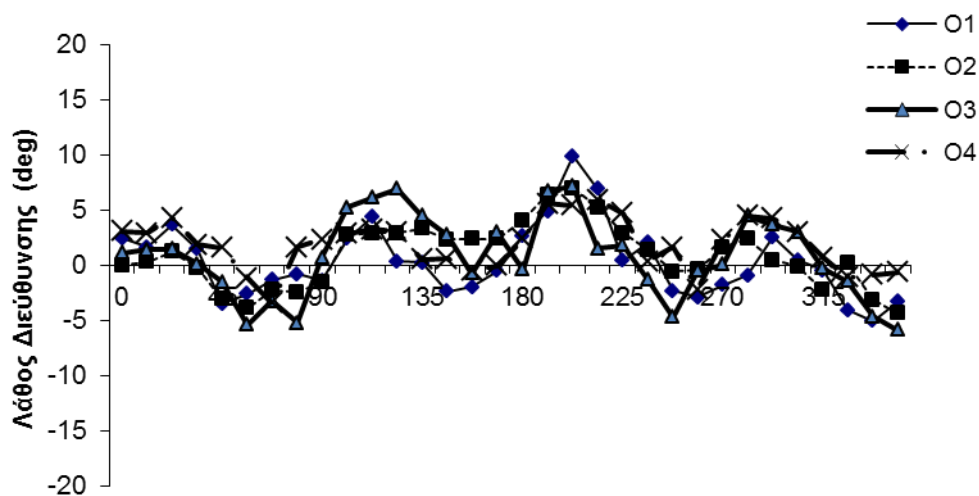
Υπήρξε μια μεταβολή του ΛΔ ανάλογα με τη διεύθυνση του στόχου σε κάθε τεταρτημόριο. Παρατηρείται δηλαδή η αναπαραγωγή του κινητικού oblique effect όπως περιγράφηκε σε προηγούμενες μελέτες.

Αυτό το αποτέλεσμα είναι πιο εμφανές στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec κάτι που επίσης έχει δειχθεί σε προηγούμενες μελέτες.

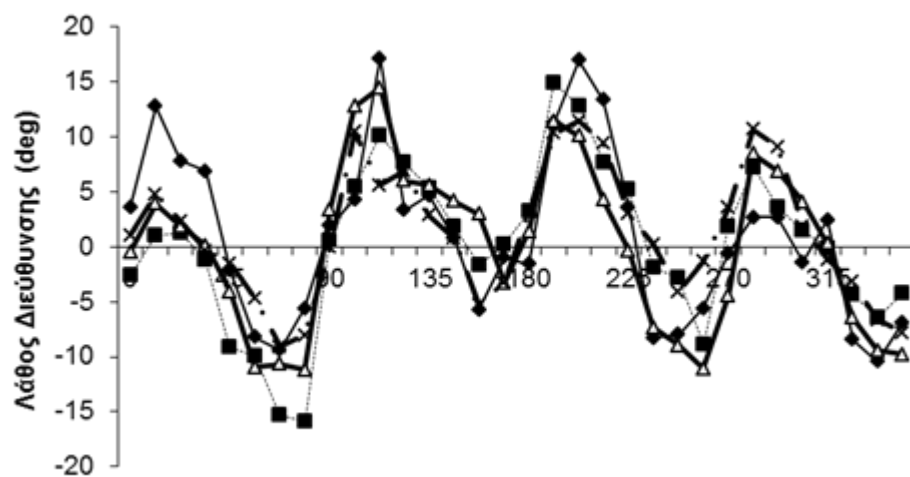
Αυτό που είναι πιο σημαντικό από το *ΣΧΗΜΑ 2* είναι ότι φαίνεται καθαρά πως το κινητικό oblique effect ήταν το ίδιο για τις διάφορες ηλικιακές ομάδες.

Η ανάλυση Διακύμανσης για το Λάθος Διεύθυνσης επιβεβαίωσε μια πολύ σημαντική επίδραση της διεύθυνσης (ομαδοποιημένης σε τεταρτημόρια) ( $F_{7,3239}=66.9, P<10^{-5}$ ), μια σημαντική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{1,3239}=9.8, P=0.02$ ), και μια πολύ σημαντική αλληλεπίδραση της μνημονικής καθυστέρησης και της διεύθυνσης ( $F_{7,3239}=28, P<10^{-5}$ ), ενώ η επίδραση της ηλικιακής ομάδας, ηλικιακής ομάδας και διεύθυνσης, και ηλικιακής ομάδας και διεύθυνσης και μνημονικής καθυστέρησης ήταν όλες μη σημαντικές. Από τις επιδράσεις των τυχαίων παραγόντων (συμπεριλαμβανομένου του παράγοντα υποκειμένου) μόνο 2 ήταν σημαντικές: η τριπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3239}=2.1, P=0.013$ ) και η τριπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και διεύθυνσης ( $F_{105,3239}=1.87, P=0.0007$ ).

Α.



Β.

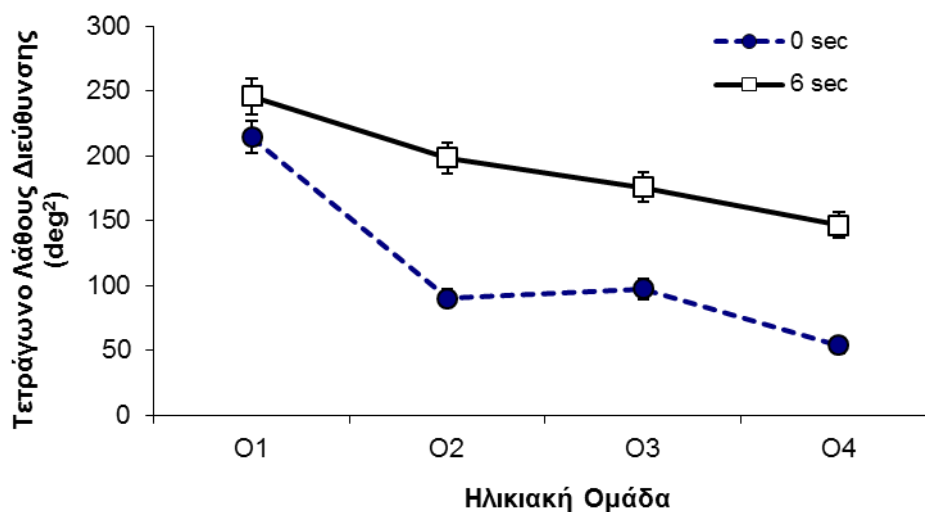


ΣΧΗΜΑ 2:

Α: Διάγραμμα της μεταβολής του μέσου συστηματικού Λάθους Διεύθυνσης (Άξονας Ψ) ανάλογα με τη διεύθυνση του στόχου (Άξονας Χ) για κάθε μία από τις 4 ηλικιακές ομάδες (Ομάδα 1: 6-7 ετών, Ομάδα 2: 8-9 ετών, Ομάδα 3: 10-11 ετών, Ομάδα 4: ενήλικες) στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec.

Β: Όπως το Α, στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec.

Η τιμή του μέσου **Τετραγώνου του Λάθους Διεύθυνσης (ΤΛΔ)** δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τη διεύθυνση σε κάθε τεταρτημόριο όπως επιβεβαίωσε η Ανάλυση Διακύμανσης ( $F_{7,3239}=0.6, P=0.7$ ). Το ΤΛΔ ελαττώθηκε με την αύξηση της ηλικίας και αυξήθηκε με τη μνημονική καθυστέρηση όπως φαίνεται στο *ΣΧΗΜΑ 3*.



*ΣΧΗΜΑ 3:*

*Διάγραμμα του μέσου Τετραγώνου του Λάθους Διεύθυνσης (+/- σταθερό λάθος της μέσης τιμής) για κάθε ηλικιακή ομάδα για τη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec (O1: 6–7 ετών, N=455, O2: 8–9 ετών, N=488, O3: 10–11ετών, N=506, O4: ενήλικες, N=531) και 6 sec (O1: 6–7ετών, N=370, O2: 8–9ετών, N=392, O3: 10–11ετών, N=390, O4: ενήλικες, N=491).*

Πράγματι η Ανάλυση διακύμανσης επιβεβαίωσε τη σημαντική επίδραση της ηλικιακής ομάδας ( $F_{3,3239}=7.05, P=0.003$ ) και τη σημαντική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{1,3239}=26.78, P=0.003$ ). Όλα τα αποτελέσματα των διπλών αλληλεπιδράσεων (ηλικία και μνημονική καθυστέρηση, ηλικία και διεύθυνση,

μνημονική καθυστέρηση και διεύθυνση) και η τριπλή αλληλεπίδραση (ηλικία και μνημονική καθυστέρηση και διεύθυνση) ήταν μη σημαντικές.

Από τις επιδράσεις των τυχαίων παραγόντων μόνο η τριπλή αλληλεπίδραση ηλικίας και μνημονικής καθυστέρησης και υποκειμένου ήταν σημαντική ( $F_{15,3239}=4.86$ ,  $P<10^{-5}$ ).

Το ΣΧΗΜΑ 4 παρουσιάζει τη μεταβολή του μέσου συστηματικού **Λάθους Απόστασης (ΛΑ)** ανάλογα με τη διεύθυνση του στόχου στις δύο συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης 0 sec (ΣΧΗΜΑ 4A) και 6 sec (ΣΧΗΜΑ 4B).

Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι στη συνθήκη αυξημένης μνημονικής καθυστέρησης όλα τα υποκείμενα έτειναν στην υπερμετρία (Θετικό Λάθος Απόστασης) περισσότερο απ' ό,τι στη συνθήκη με μνημονική καθυστέρηση 0 sec.

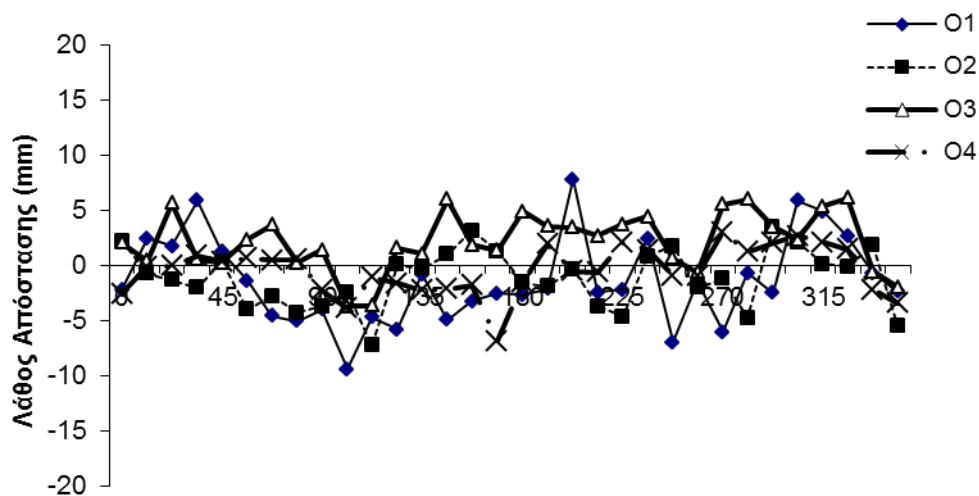
Επίσης στη συνθήκη αυξημένης μνημονικής καθυστέρησης ήταν παρών ένα αποτέλεσμα του ημιπεδίου. Δηλαδή μια μεγαλύτερη υπερμετρία όταν οι κινήσεις κατευθύνονταν σε στόχους προς την κατεύθυνση του σώματος (Διευθύνσεις 191.25 – 348.75°) απ' ό,τι όταν κατευθύνονταν σε στόχους αντίθετα από την κατεύθυνση του σώματος (Διευθύνσεις 11.25 – 168.75°).

Είναι εμφανές από το ΣΧΗΜΑ 4B ότι αυτό το αποτέλεσμα εμφανίζεται στους ενήλικες και τα μεγαλύτερα παιδιά (Ομάδα 3) αλλά όχι στα μικρότερα παιδιά (Ομάδα 1) κάτι που υποδηλώνει μεταβολή του φαινομένου με την ηλικία.

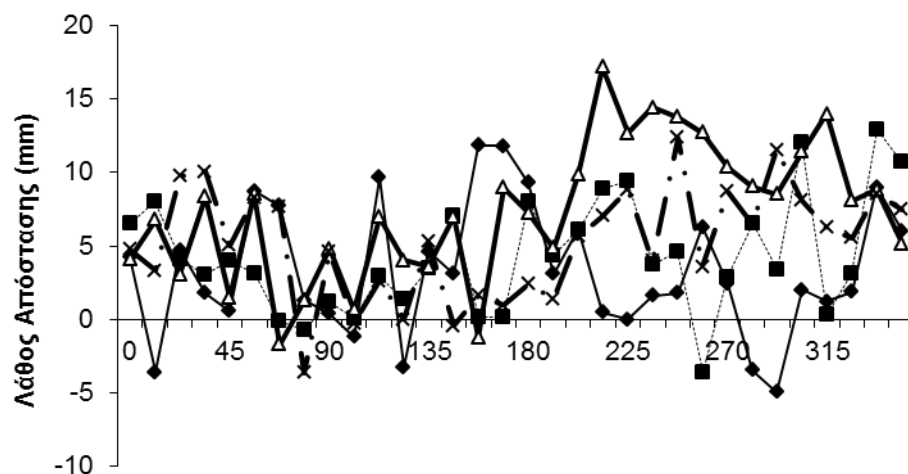
Η Ανάλυση Διακύμανσης επιβεβαίωσε τη σημαντική επίδραση του ημιπεδίου ( $F_{1,3239}=23.01$ ,  $P=0.005$ ), τη σημαντική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης ( $F$



Α.



Β.



ΣΧΗΜΑ 4:

Α: Διάγραμμα της μεταβολής του μέσου συστηματικού Λάθους Απόστασης (Άξονας Ψ) ανάλογα με τη διεύθυνση του στόχου (Άξονας Χ) για κάθε μία από τις 4 ηλικιακές ομάδες (Ομάδα 1: 6-7 ετών, Ομάδα 2: 8-9 ετών, Ομάδα 3: 10-11 ετών, Ομάδα 4: ενήλικες) στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec.

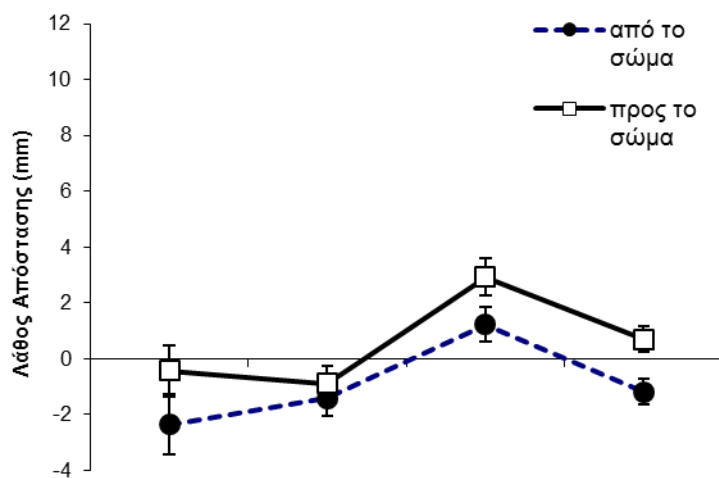
Β: Όπως το Α, στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec.

$_{1,3239}=34.73$ ,  $P=0.003$ ), ενώ η επίδραση της ηλικιακής ομάδας και οι διπλές αλληλεπιδράσεις ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης, ηλικιακής ομάδας και ημιπεδίου και μνημονικής καθυστέρησης και ημιπεδίου δεν ήταν σημαντικές. Η τριπλή αλληλεπίδραση όμως ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης και ημιπεδίου ήταν σημαντική ( $F_{3,3239}=4.91$ ,  $P=0.001$ ).

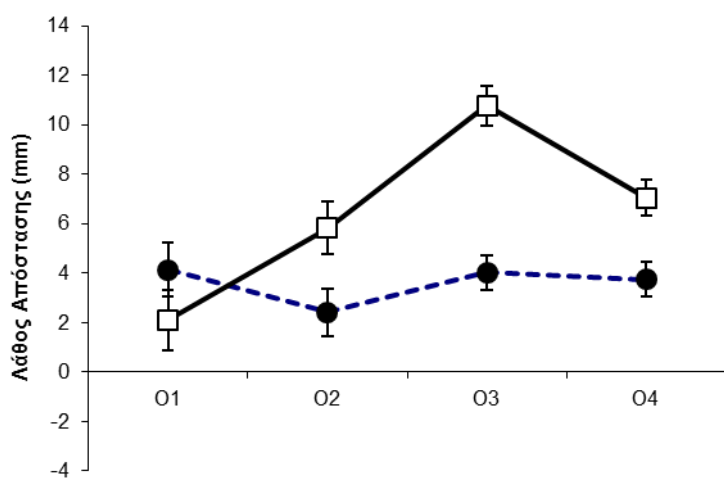
Στο *ΣΧΗΜΑ 5* εμφανίζεται το γράφημα για αυτό το εύρημα. Το μέσο συστηματικό (ΛΑ) ήταν μεγαλύτερο (υπερμετρία) για τη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec σε σύγκριση με τη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec στους ενήλικες και τα μεγαλύτερα παιδιά αλλά όχι στα μικρότερα παιδιά (Ομάδα 1). Ακόμη περισσότερο η υπερμετρία κορυφώθηκε στα μεγαλύτερα παιδιά και μετά ελαττώθηκε στους ενήλικες.

Τέλος η Ανάλυση Διακύμανσης κατέληξε σε 2 σημαντικές επιδράσεις των τυχαίων παραγόντων: την αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου ( $F_{15,3239}=5.09$ ,  $P=0.001$ ) και την τριπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και ημιπεδίου και υποκειμένου ( $F_{15,3239}=5.23$ ,  $P=0.001$ ). Όλες οι άλλες επιδράσεις των τυχαίων παραγόντων δεν ήταν σημαντικές.

Α.



Β.



ΣΧΗΜΑ 5:

Α: Διάγραμμα του μέσου συστηματικού Λάθους Απόστασης (+/- σταθερό λάθος της μέσης τιμής) για κάθε ηλικιακή ομάδα (O1: 6–7 ετών, N=455, O2: 8–9 ετών, N=488, O3: 10–11ετών, N=506, O4: ενήλικες, N=531) για όλους τους στόχους με κατεύθυνση προς το

σώμα σε σχέση με όλους τους στόχους με κατεύθυνση αντίθετη από το σώμα για τη μνημονική καθυστέρηση 0sec.

B: Όπως το A, στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec (O1: 6–7 ετών, N=370, O2: 8–9 ετών, N=392, O3: 10–11ετών, N=390, O4: ενήλικες, N=491)

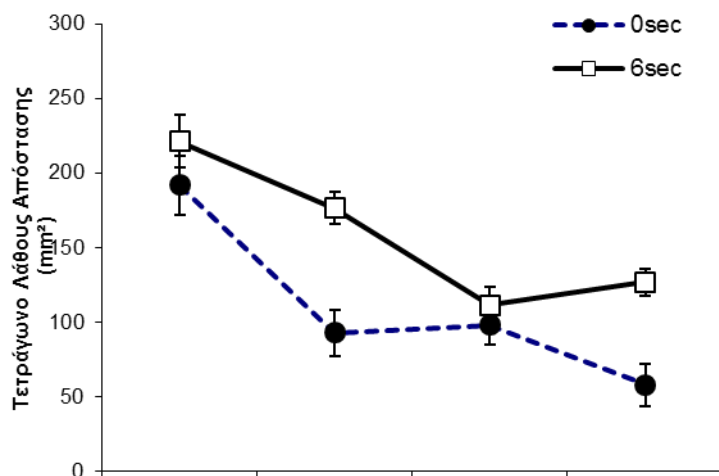
Το ΣΧΗΜΑ 6 παρουσιάζει το μέσο **Τετράγωνο του Λάθους Απόστασης (ΤΛΑ)** για κάθε ηλικιακή ομάδα, για κάθε μνημονική καθυστέρηση για κινήσεις με κατεύθυνση αντίθετη από το σώμα (ΣΧΗΜΑ 6A) και κατεύθυνση προς το σώμα (ΣΧΗΜΑ 6B).

Μία ελάττωση στο ΤΛΑ με την αύξηση της ηλικίας είναι εμφανής. Επίσης το ΤΛΑ είναι μεγαλύτερο για τη συνθήκη με τη μνημονική καθυστέρηση 6 sec και αυτή η διαφορά είναι πιο έντονη για τις κινήσεις με κατεύθυνση προς το σώμα (ΣΧΗΜΑ 6B).

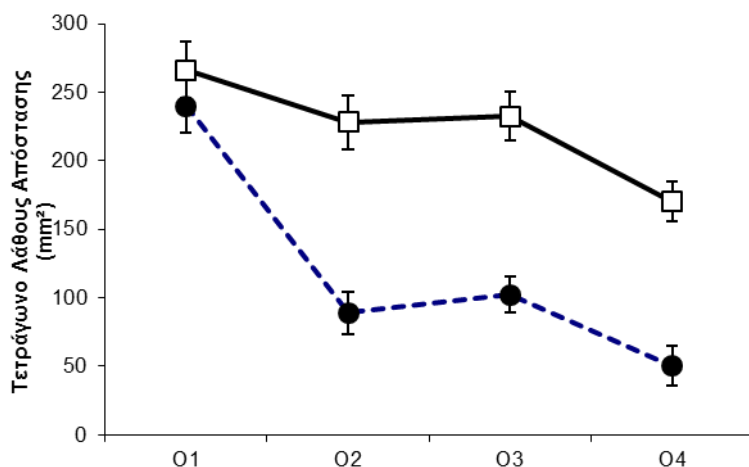
Η Ανάλυση Διακύμανσης έδειξε ότι το ΤΛΑ επηρεάστηκε σημαντικά από την ηλικιακή ομάδα ( $F_{3,3239}=8.16$ ,  $P=0.002$ ), το ημιπεδίο ( $F_{1,3239}=40.55$ ,  $P=0.001$ ), και τη μνημονική καθυστέρηση ( $F_{1,3239}=26.53$ ,  $P=0.003$ ). Η αλληλεπίδραση μνημονικής καθυστέρησης και ημιπεδίου ήταν επίσης σημαντική ( $F_{1,3239}=17.28$ ,  $P<10^{-4}$ ) ενώ οι αλληλεπιδράσεις ηλικιακής ομάδας και ημιπεδίου, ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης και η τριπλή αλληλεπίδραση δεν ήταν.

Τέλος, οι μόνες σημαντικές επιδράσεις των τυχαίων παραγόντων ήταν η τριπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3239}=2.95$ ,  $P=0.02$ ) και η τετραπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης και ημιπεδίου ( $F_{15,3239}=2.11$ ,  $P=0.007$ ).

Α.



Β.



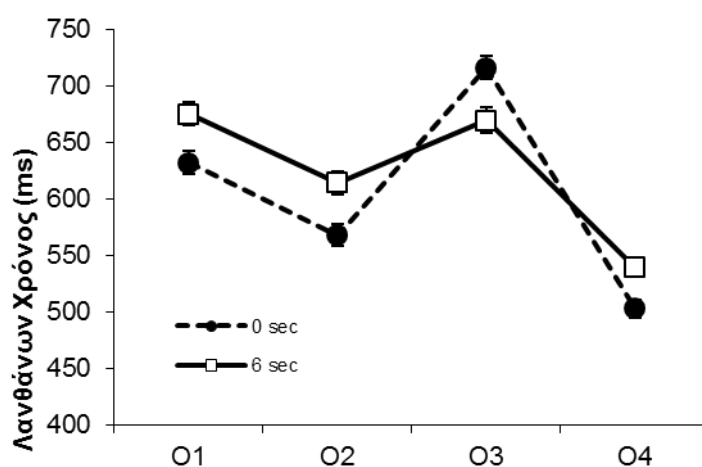
ΣΧΗΜΑ 6:

A: Διάγραμμα του μέσου Τετραγώνου του Λάθους Απόστασης (+/- σταθερό λάθος της μέσης τιμής) για κάθε ηλικιακή ομάδα (O1: 6–7 ετών, N=455, O2: 8–9 ετών, N=488, O3: 10–11ετών, N=506, O4: ενήλικες, N=531) για όλους τους στόχους με κατεύθυνση αντίθετη από το σώμα.

B: Όπως το A, για όλους τους στόχους με κατεύθυνση προς το σώμα (O1: 6–7 ετών, N=370, O2: 8–9 ετών, N=392, O3: 10–11ετών, N=390, O4: ενήλικες, N=491)

### 3.2 ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

Το ΣΧΗΜΑ 7 παρουσιάζει τον μέσο Λανθάνοντα Χρόνο (ΛΧ) για τις διάφορες ηλικιακές ομάδες στη συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης 0 και 6 sec.



ΣΧΗΜΑ 7:

Διάγραμμα του μέσου Λανθάνοντα Χρόνου (+/- σταθερό λάθος της μέσης τιμής) για κάθε ηλικιακή ομάδα στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec (O1: 6-7 ετών, N=455, O2: 8-9 ετών, N=488, O3: 10-11ετών, N=506, O4: ενήλικες, N=531) και στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec (O1: 6-7 ετών, N=370, O2: 8-9 ετών, N=392, O3: 10-11ετών, N=390, O4: ενήλικες, N=491)

Παρατηρήθηκε ελάττωση του Λανθάνοντα χρόνου κίνησης από την ηλικιακή ομάδα 1 (παιδιά 6-7 ετών) στην ηλικιακή ομάδα 2 (παιδιά 8-9 ετών). Κατόπιν μία αύξηση, στην ηλικιακή ομάδα 3 (παιδιά 10-11 ετών) όπου και έφθασε την τιμή για την

μικρότερη ηλικιακά ομάδα. Τέλος στους ενήλικες η τιμή του μέσου λανθάνοντα χρόνου μειώθηκε και πάλι για να φθάσει στη χαμηλότερή της τιμή.

Δεν υπήρξε έντονη επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης στον μέσο Λανθάνοντα χρόνο.

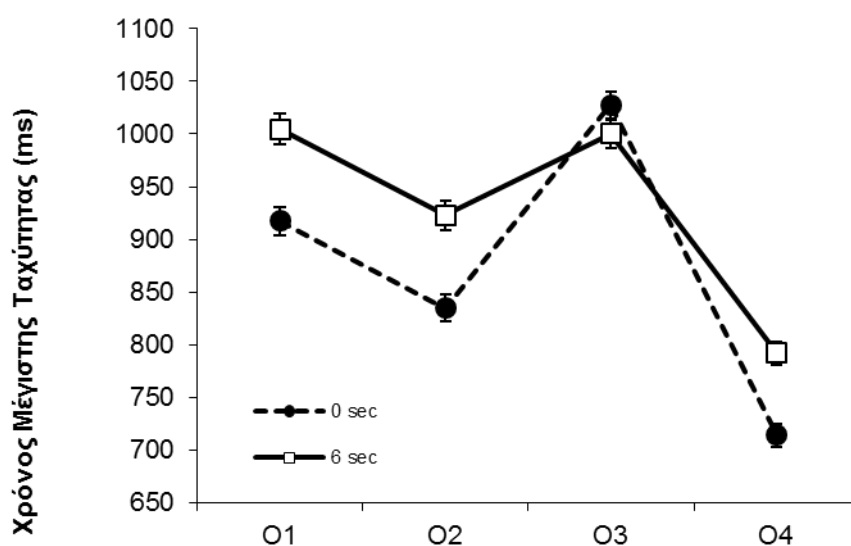
Η ανάλυση Διακύμανσης του Λανθάνοντα Χρόνου (ΛΧ) έδειξε σημαντική επίδραση της ηλικιακής ομάδας ( $F_{3,3575}=5.84$ ,  $P=0.007$ ) ενώ η επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης και η αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης δεν ήταν σημαντική. Η επίδραση των τυχαίων παραγόντων ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου ( $F_{15,3575}=4.08$ ,  $P=0.005$ ) και ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3575}=5.97$ ,  $P<10^{-5}$ ) ήταν επίσης σημαντική.

Η Ανάλυση Διακύμανσης για το μέσο **Χρόνο Κίνησης (ΧΚ)** δεν έδειξε σημαντική επίδραση της ηλικιακής ομάδας ούτε της μνημονικής καθυστέρησης, ενώ και η αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης δεν ήταν σημαντική.

Η επίδραση των τυχαίων παραγόντων συνίσταται στη σημαντική αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου ( $F_{15,3575}=31.89$ ,  $P<10^{-5}$ ) και τη σημαντική τριπλή αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3575}=3.69$ ,  $P<10^{-5}$ ).

Στο ΣΧΗΜΑ 8 απεικονίζεται διαγραμματικά η μέση τιμή του Χρόνου για τη Μέγιστη Ταχύτητα (XMT) για τις διάφορες ηλικιακές ομάδες στις συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης 0 και 6 sec.

Παρατηρείται αύξηση του XMT με την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης και ελάττωση του XMT με την αύξηση της ηλικίας εκτός από την ηλικιακή ομάδα 3 (τα μεγαλύτερα παιδιά 10-11 ετών). Σε αυτή την ηλικιακή ομάδα παρατηρείται μια απότομη αύξηση στον XMT και η επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης εξαφανίζεται.



ΣΧΗΜΑ 8:

Διάγραμμα του μέσου Χρόνου για την επίτευξη της Μέγιστης Ταχύτητας (+/- σταθερό λάθος της μέσης τιμής) για κάθε ηλικιακή ομάδα στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 0 sec (O1: 6–7 ετών, N=455, O2: 8–9 ετών, N=488; O3: 10–11ετών, N=506, O4: ενήλικες, N=531) και στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec (O1: 6–7 ετών, N=370, O2: 8–9 ετών, N=392, O3: 10–11ετών, N=390, O4: ενήλικες, N=491).



Η Ανάλυση Διακύμανσης του ΧΜΤ επιβεβαίωσε σημαντική επίδραση της ηλικιακής ομάδας ( $F_{3,3575}=4.12, P=0.02$ ), σημαντική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{1,3575}=14.24, P=0.01$ ) και σημαντική αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{3,3575}=3.5, P=0.04$ ).

Τέλος στους τυχαίους παράγοντες η αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου ( $F_{15,3575}=15.63, P<10^{-5}$ ) και ηλικιακής ομάδας και υποκειμένου και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3575}=3.51, P<10^{-5}$ ) ήταν επίσης σημαντικές.

### 3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

Η αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης οδήγησε σε αύξηση της μέσης **Μέγιστης Ταχύτητας (MT)** αλλά δεν παρατηρήθηκε επίδραση της ηλικιακής ομάδας σε αυτή.

Η Ανάλυση Διακύμανσης της μέσης MT ανέδειξε σημαντική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{1,3575}=7.33, P=0.04$ ) ενώ η επίδραση της ηλικιακής ομάδας και η αλληλεπίδραση ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης δεν ήταν σημαντικές.

Τέλος στους τυχαίους παράγοντες η επίδραση του υποκειμένου ( $F_{5,3575}=3.3, P=0.04$ ), υποκειμένου και ηλικιακής ομάδας ( $F_{15,3575}=14, P<10^{-5}$ ), και υποκειμένου και ηλικιακής ομάδας και μνημονικής καθυστέρησης ( $F_{15,3575}=5.68, P<10^{-5}$ ) ήταν όλες σημαντικές.

### 3.4 ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ 1 παρουσιάζει το ποσοστό των προσπαθειών όπου ένα λάθος αναστολής παρουσιάστηκε για κάθε ηλικιακή ομάδα στις συνθήκες μνημονικής καθυστέρησης 0 και 6 sec.

*ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσοστό λαθών Αναστολής (έναρξη κίνησης πριν το σήμα έναρξης)*

<b>Ηλικιακή Ομάδα</b>	<b>0 sec(%)</b>	<b>6 sec (%)</b>	<b>Διαφορά (%)</b>	<b>Σημαντικότητα*</b>
Ομάδα 1 (6–7 ετών)	5.2	24.5	19.3	$<10^{-4}$
Ομάδα 2 (8–9 ετών)	6.2	24.0	17.7	$<10^{-4}$
Ομάδα 3 (10–11 ετών)	5.9	25.9	20.0	$<10^{-4}$
Ομάδα 4 (Ενήλικες)	5.9	12.7	6.8	
Όλοι	5.8	21.7	15.9	

\*Καταδεικνύει τη σημαντικότητα ( $P$ ) της διαφοράς στο ποσοστό ανάμεσα στους ενήλικες και κάθε μία από τις ηλικιακές ομάδες των παιδιών.

Μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι το ποσοστό των λαθών αυξήθηκε σημαντικά στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης 6 sec, για όλες τις ηλικιακές ομάδες ( $X^2=47.3, P<10^{-5}$ ). Αυτή η αύξηση ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη για τα παιδιά απ' ό,τι για τους ενήλικες όπως φαίνεται από την 3<sup>η</sup> στήλη του ΠΙΝΑΚΑ 1.

Πράγματι, η αύξηση του ποσοστού των λαθών αναστολής διέφερε σημαντικά ανάμεσα στους ενήλικες και σε κάθε μία από τις ηλικιακές ομάδες των παιδιών όπως φαίνεται και από την τελευταία στήλη του ΠΙΝΑΚΑ 1.

## **4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### 4.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗΣ - ΧΩΡΙΚΗ

#### ΑΚΡΙΒΕΙΑ

### 4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ

### 4.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ - ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

### 4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ

#### 4.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΑΠΑΡΤΙΩΣΗΣ - ΧΩΡΙΚΗ

##### ΑΚΡΙΒΕΙΑ

Σε αυτή τη μελέτη παρατηρήθηκε μεταβολή του μέσου (συστηματικού) λάθους διεύθυνσης των από μνήμης κινήσεων στόχευσης σε σχέση με τη διεύθυνση του στόχου στην ηλικιακή ομάδα των ενηλίκων, εύρημα που αναπαράγει τα ευρήματα προηγούμενων μελετών (Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000, Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2007, Gourtzelidis P. Smyrnis N. Evdokimidis I. Balogh A. 2001, Theleritis C. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2004, Mantas A. Evdokimidis I. Smyrnis N. 2008). Αυτό το Λάθος Διεύθυνσης ήταν σημαντικά πιο έντονο στη συνθήκη μνημονικής καθυστέρησης επίσης αναπαράγοντας τα ευρήματα προηγούμενων μελετών. Πολύ πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι το λάθος αυτό είναι παρόν στην συμπεριφορά των παιδιών και παρέμεινε αμετάβλητο από τα παιδιά μέχρι τους ενήλικες.

Έχει ήδη δειχθεί η σχέση ανάμεσα στο κινητικό (motor) oblique effect και στο αντιληπτικό (perceptual) oblique effect (Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2007). Επίσης έχει δειχθεί ότι αυτό το κινητικό (motor) oblique effect είναι ενεργό στα πολύ πρώιμα στάδια της αισθητικοκινητικής (οπτικοκινητικής) απαρτίωσης του χώρου (Mantas A. Evdokimidis I. Smyrnis N. 2008). Το oblique effect στην οπτική διάκριση ανευρίσκεται σε βρέφη ηλικίας 6 εβδομάδων (Leehey SC. Moskowitz-Cook A. Brill S. Held R. 1975). Το απτικό oblique effect επίσης παρατηρήθηκε σε παιδιά που εκτέλεσαν πειράματα με δεμένα τα μάτια (Gentaz E, Hatwell Y. 1995). Σε ακόμη μια μελέτη οι Gentaz E. Streri A. (2004) βρήκαν ένα απτικό oblique effect σε βρέφη ηλικίας 5 μηνών. Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι το oblique effect είναι ένα σταθερό αντιληπτικό

φαινόμενο που εμφανίζεται ήδη από τη γέννηση και δεν αλλάζει με την ηλικία (Gentaz E. Baud-Bovy G. Luyat M. 2008).

Νευροφυσιολογικές ενδείξεις μας κατευθύνουν να σκεφτούμε ότι τουλάχιστον ένα τμήμα αυτού του αντιληπτικού φαινομένου βασίζεται σε διαδικασίες ενέργειας φλοιωδών μηχανισμών. Οι Maffei L. Campbell FW. (1970) έδειξαν ότι το εύρος του προκλητού δυναμικού για οπτικά παρουσιαζόμενες κάθετες και οριζόντιες γραμμές ήταν μεγαλύτερο συγκρινόμενο με το εύρος για τις πλάγιες γραμμές. Σε μια μελέτη με fMRI επίσης παρατηρήθηκε ότι το ύψος της BOLD απάντησης στην περιοχή V1 για οριζόντιες και κάθετες γραμμές ήταν μεγαλύτερο απ' ό τι για τις λοξές γραμμές (Furmanski CS. Engel SA. 2000). Αυτά τα ευρήματα οδηγούν στην υπόθεση ότι το oblique effect σχετίζεται με την οργάνωση των πρωτοταγών φλοιικών περιοχών που εμπλέκονται στη διαδικασία της αντιληπτικής πληροφορίας. Με βάση αυτά τα στοιχεία μπορεί κανείς να προβεί στην πρόβλεψη ότι το κινητικό oblique effect θα παρουσιάζεται στα παιδιά και θα παραμένει αμετάβλητο με την αύξηση της ηλικίας, ενώ άλλες χωρικές και χρονικές παράμετροι της κίνησης θα εξελίσσονται. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συνηγορούν υπέρ αυτής της υπόθεσης.

Σε αυτή τη μελέτη παρατηρήθηκε ότι η από μνήμης στόχευση κατέληξε σε συστηματική υπερμετρική κίνηση ως προς τη μέση θέση του στόχου και αυτό το αποτέλεσμα ήταν πιο έντονο για τις κινήσεις με κατεύθυνση προς τη μεριά του σώματος του υποκειμένου. Αυτό το εύρημα παρατηρήθηκε στην ομάδα των ενηλίκων και στην ομάδα των μεγαλύτερων παιδιών αλλά όχι στην ομάδα των παιδιών ηλικίας 6-7 ετών. Έτσι καταδεικνύεται ένας σαφής διαχωρισμός στην ανάπτυξη της επεξεργασίας της διεύθυνσης και της απόστασης και επιβεβαιώνεται η γνωστή υπόθεση ότι διαφορετικοί μηχανισμοί εμπλέκονται στην επεξεργασία της διεύθυνσης και της

απόστασης κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της κίνησης στόχευσης (Gordon J. Ghilardi MF. Ghez C. 1994). Αυτή η μελέτη έδειξε ότι η παραμόρφωση στον προσδιορισμό της απόστασης αναδεικνύεται με την αύξηση της ηλικίας, ενώ η παραμόρφωση στον προσδιορισμό της διεύθυνσης είναι σταθερή και αμετάβλητη με την ηλικία κάτι που υποδηλώνει έναν πιο θεμελιώδη διαχωρισμό στην εξέλιξη των συστημάτων του εγκεφάλου που ευθύνονται για την κωδικοποίηση-προσδιορισμό του εύρους και της διεύθυνσης της κίνησης.

Είναι καλά εδραιωμένη στη σχετική βιβλιογραφία η άποψη ότι η απόδοση των παιδιών σε πειράματα με κινήσεις στόχευσης του άνω άκρου όπως αυτό που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν τη μελέτη παρουσιάζει ένα πρότυπο παρόμοιο με αυτό των ενηλίκων μετά την ηλικία των 11 ετών (Schneiberg S. Sveistrup H. McFadyen B. McKinley P. Levin MF. 2002). Έχει βρεθεί ότι τα μικρότερα παιδιά παρουσίαζαν περισσότερα λάθη στη στόχευση από τα μεγαλύτερα παιδιά και τους ενήλικες (Thomas JR. 1980, Hay L. Bard C. Fleury M. Teasdale N. 1991, Yan JH. Thomas JR. Stelmach GE. Thomas KT. 2000, Yan JH. Thomas KT. Stelmach GE. Thomas JR. 2003). Σε αυτή τη μελέτη παρατηρήθηκε ότι το Τετράγωνο της τιμής του Λάθους Διεύθυνσης και το Τετράγωνο της τιμής του Λάθους απόστασης ελαττώνονταν με την αύξηση της ηλικίας από τα μικρά παιδιά στους ενήλικες. Αυτές οι μεταβλητές αντανakλούν τη συνολική ακρίβεια στόχευσης (συμπεριλαμβάνοντας το συστηματικό και το μεταβλητό στοιχείο του λάθους). Η ελάττωση του ΤΛΔ και του ΤΛΑ αντιστοιχεί σε αύξηση της ακρίβειας στόχευσης. Η αύξηση της ακρίβειας στόχευσης με την αύξηση της ηλικίας σε αυτό το ηλικιακό φάσμα επιβεβαιώνει τα προηγούμενα ευρήματα και παρέχει περαιτέρω στήριξη στο συμπέρασμα ότι το κινητικό oblique effect είναι παράγωγο ενός αντιληπτικού oblique effect που πιθανώς υφίσταται εκ γενετής και είναι ένα

χαρακτηριστικό της κινητικής συμπεριφοράς αμετάβλητο με την ηλικία, ενώ άλλα χωρικά χαρακτηριστικά της κινητικής συμπεριφοράς μεταβάλλονται σημαντικά με την ηλικία.

Σε αυτήν τη μελέτη επίσης παρατηρήθηκε μια αύξηση και των δύο ειδών λαθών με την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης και αυτή η αύξηση των λαθών ήταν σταθερή σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. Η ελάττωση στην ακρίβεια στόχευσης με την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης σε υγιείς ενήλικες επιβεβαιώνει προηγούμενα ευρήματα (McIntyre J. Stratta F. Lacquaniti F. 1998, Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000). Αυτή μελέτη διερεύνησε περαιτέρω το φαινόμενο σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες. Αν και βρέθηκε ότι η μνημονική καθυστέρηση και η ηλικία επέδρασαν στην ακρίβεια, οι δύο επιδράσεις ήταν ανεξάρτητες και αυτό μας κατευθύνει να υποθέσουμε ότι η ελάττωση στη χωρική ακρίβεια λόγω της αύξησης της μνημονικής καθυστέρησης δεν σχετιζόταν με την μεταβολή της ηλικίας.

Θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι η αύξηση του κινητικού «θορύβου» που εισάγεται με τη μνημονική καθυστέρηση και οδηγεί σε ελάττωση στην ακρίβεια στο χώρο της κίνησης στόχευσης, είναι το αποτέλεσμα μιας βασικής νευροφυσιολογικής διαδικασίας που είναι ήδη ώριμη στην ηλικία των 6 ετών. Έχει δειχθεί σε μελέτες νευρωνικών καταγραφών ότι κατά τη διάρκεια της περιόδου μνημονικής καθυστέρησης παρατηρείται ελάττωση της νευρωνικής δραστηριότητας σε σχέση με τη χρονική περίοδο παρουσίασης του στόχου, σε νευρώνες του κινητικού και του βρεγματικού φλοιού. (Smyrnis N. Taira M. Ashe J. Georgopoulos AP. 1992, Constantinidis C. Steinmetz MA. 1996). Σε μια πρόσφατη μελέτη (Geier CF. Garver K. Terwilliger R. Luna B. (2009) διερευνήθηκε η ενεργοποίηση του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια ενός πειράματος με σακκαδικές κινήσεις με μνημονική καθυστέρηση σε παιδιά και ενήλικες.



Οι ερευνητές συμπέραναν ότι ένα «πυρηνικό» σύστημα περιοχών στο βρεγματικό και το μετωπιαίο φλοιό ενεργοποιείται παρόμοια και στα παιδιά και στους ενήλικες κατά τη διάρκεια του πειράματος. Παρατήρησαν επίσης διαφορές ανάλογα με την ηλικία στην επιστράτευση άλλων συμπληρωματικών περιοχών κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πειράματος ειδικά στις προσπάθειες με μεγάλα διαστήματα μνημονικής καθυστέρησης (μνημονική καθυστέρηση 10 sec). Συμπερασματικά μπορεί κανείς να ισχυρισθεί ότι μια βασική επίδραση της μνημονικής καθυστέρησης μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της διαφορικής ενεργοποίησης των «πυρηνικών» περιοχών στις από μνήμης κινήσεις στόχευσης που είναι παρόμοιες για τους ενήλικες και τα παιδιά και ενεργοποιούνται παρόμοια τουλάχιστον για μικρότερες περιόδους μνημονικής καθυστέρησης (6sec).

#### 4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ

Η σύγχρονη επιστημονική αντίληψη για την ανάπτυξη των λεπτών-επιδέξιων κινήσεων αποδέχεται ότι η διαδικασία ωρίμανσης αυτών δεν έχει ολοκληρωθεί στην πρώτη δεκαετία της ζωής (Schneiberg S. Sveistrup H. McFadyen B. McKinley P. Levin MF. 2002) και ο Λανθάνων Χρόνος για την έναρξη μιας κίνησης όπως και ο συνολικός Χρόνος της Κίνησης ελαττώνονται από την παιδική ηλικία (3-5ετών) έως την εφηβεία (Bard C. Hay L. Fleury M. 1990). Σε συμφωνία με αυτά τα ευρήματα παρατηρήθηκε μια σημαντική ελάττωση στον Λανθάνοντα Χρόνο της κίνησης με την αύξηση της ηλικίας από τα παιδιά στους ενήλικες. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι αυτή η ελάττωση του Λανθάνοντα Χρόνου με την ηλικία ήταν μη μονοτονική, δηλαδή παρατηρήθηκε μείωση στον μέσο Λανθάνοντα Χρόνο στην ηλικία των 8-9 ετών που ακολουθήθηκε από αύξηση για την ηλικιακή ομάδα των 10-11 ετών. Αυτή η μη μονοτονική σχέση του Λανθάνοντα Χρόνου με την ηλικία έχει επίσης καταδειχθεί από άλλους ερευνητές αν και η αντίστροφη αύξηση του Λανθάνοντα Χρόνου έχει επισυμβεί σε ελαφρώς διαφορετικά ηλικιακά φάσματα σε κάθε μελέτη (8 έτη στους Pellizzer G, Hauert CA. 1996, 10 έτη στους Rival C. Olivier I. Ceyte H. 2003, 7 έτη στη μελέτη Favilla M. 2006).

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι δεν κατεγράφη μεταβολή του Λανθάνοντα Χρόνου με την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης, ούτε αλληλεπίδραση μνημονικής καθυστέρησης και ηλικίας.

Από τα αποτελέσματα της εργασίας δεν επιβεβαιώθηκε σημαντική επίδραση της ηλικίας ή της μνημονικής καθυστέρησης στον Χρόνο Κίνησης. Αυτό το

αποτέλεσμα δεν είναι σε συμφωνία με προηγούμενα ευρήματα (Bard C. Hay L. Fleury M. 1990). Εξετάζοντας τον μέσο Χρόνο Κίνησης παρατηρείται ότι πράγματι ελαττώνεται στην ηλικιακή ομάδα των ενηλίκων σε σχέση με τις ηλικιακές ομάδες των παιδιών αλλά αυτό το αποτέλεσμα δεν εκφράζεται με στατιστική σημαντικότητα πιθανώς λόγω της μεγάλης δια-υποκειμενικής μεταβλητότητας του Χρόνου Κίνησης που παρατηρήθηκε στα δεδομένα, κάτι για το οποίο συνηγορεί και η ισχυρή επίδραση των τυχαίων παραγόντων στο χρόνο κίνησης.

Στην παρούσα μελέτη καταγράφηκε σημαντική διαφορά με την ηλικία στο Χρόνο επίτευξης της Μέγιστης Ταχύτητας. Ο μέσος Χρόνος Μέγιστης Ταχύτητας ήταν μεγαλύτερος στα παιδιά. Αυτή η παρατήρηση πιθανώς αντανακλά ένα γνωστό φαινόμενο ότι το πρότυπο της καταγραφής της ταχύτητας της κίνησης σε σχέση με το χρόνο στα παιδιά δεν είναι ακριβώς το γνωστό κωδωνοειδές που ανευρίσκεται στους ενήλικες. Πολλές φορές 2 ή περισσότερες τιμές κορύφωσης της ταχύτητας μπορεί να παρατηρηθούν στα παιδιά και η υψηλότερη κορυφή μπορεί να εμφανισθεί πιο αργά στο χρόνο (Meyer DE. Abrams RA. Kornblum S. Wright CE. Smith JE. 1998, Yan JH. Thomas KT. Stelmach GE. Thomas JR. 2003).

Ο Χρόνος για την επίτευξη της Μέγιστης Ταχύτητας ήταν μεγαλύτερος για τις κινήσεις με αυξημένη μνημονική καθυστέρηση. Ανευρέθηκε μια ενδιαφέρουσα αλληλεπίδραση μνημονικής καθυστέρησης και ηλικίας για τον Χρόνο Μέγιστης Ταχύτητας. Αυτή η αλληλεπίδραση παρουσιάσθηκε στην ηλικιακή ομάδα των 10-11 ετών ενισχύοντας έτσι την υπόθεση για τη μη μονοτονική ωρίμανση των χρονικών χαρακτηριστικών της κίνησης (Pellizzer G. Hauert CA. 1996).

#### 4.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ - ΛΑΘΗ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

Η Μέγιστη Ταχύτητα της κίνησης στόχευσης επηρεάστηκε από την αύξηση της μνημονικής καθυστέρησης αλλά δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της τιμής της με την αύξηση της ηλικίας. Αυτό το εύρημα έχει δειχθεί και σε προηγούμενες μελέτες με πειράματα κινήσεων στόχευσης σε παιδιά ηλικίας 4-12 ετών (Kuhtz-Buschbeck JP, Stolze H, Johnk K, Boczek-Funcke A, Illert M, 1998). Η κορύφωση της τιμής της μέγιστης ταχύτητας φαίνεται να έχει εδραιωθεί πριν την ηλικία των 6 ετών.

Ένα από τα ευρήματα αυτής της μελέτης αναφέρεται στο ποσοστό των λαθών αναστολής. Κατεγράφη μεγάλη διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης των λαθών αυτών ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες. Όλες οι ηλικιακές ομάδες παρήγαγαν περισσότερα λάθη αναστολής (αποτυχία να παραμείνουν στον κεντρικό στόχο μέχρι την εμφάνιση του σήματος έναρξης της κίνησης) στη συνθήκη με τη μνημονική καθυστέρηση 6 sec, όπως αναμενόταν, αλλά η συχνότητα εμφάνισης των λαθών αναστολής στη συνθήκη με την αυξημένη μνημονική καθυστέρηση ήταν πολύ μεγαλύτερη για τα παιδιά απ' ό τι για τους ενήλικες.

Η έλλειψη αναστολής στα παιδιά είναι ένα γνωστό φαινόμενο και έχει παρατηρηθεί σε πειράματα που απαιτούν ανασταλτικό έλεγχο, π.χ. οι αντισακκαδικές κινήσεις (Fischer B, Biscaldi M, Gezeck S, 1997, Luna B, Garver KE, Urban TA, Lazar NA, Sweeney JA, 2004, Irving EL, Tajik-Parvinchi DJ, Lillakas L, González EG, Steinbach MZ, 2008). Σε μια μελέτη (Luna B, Garver KE, Urban TA, Lazar NA, Sweeney JA, 2004) έγινε διερεύνηση των λαθών αναστολής σε ένα πείραμα σακκαδικών κινήσεων με μνημονική καθυστέρηση σε παιδιά και ενήλικες και

καταδείχθηκε ελάττωση των λαθών αναστολής από την ηλικιακή ομάδα των 8-9 ετών προς ηλικιακές ομάδες μεγαλύτερων ετών. Οι ίδιοι συγγραφείς επίσης παρατήρησαν ότι για παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας και εφήβους (10–17ετών) δεν κατεγράφη σημαντική αύξηση των λαθών αναστολής σε σχέση με τους ενήλικες στο πείραμα σακκαδικών κινήσεων με μνημονική καθυστέρηση.

Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε μια σημαντική αύξηση των λαθών αναστολής στο πείραμα με τις από μνήμης κινήσεις στόχευσης του άνω άκρου για τα παιδιά ηλικίας 6-11 ετών σε σχέση με τους ενήλικες και άρα στο ηλικιακό φάσμα της παρούσας μελέτης τα αποτελέσματα είναι βασικά σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Luna B. Garver KE. Urban TA. Lazar NA. Sweeney JA. (2004) στο πείραμα σακκαδικών κινήσεων με μνημονική καθυστέρηση.

#### 4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπερασματικά, καταδείχθηκε ότι το κινητικό oblique effect δεν επηρεάζεται από την ηλικία και παρέμεινε ίδιο από την παιδική ηλικία έως την ενηλικίωση. Το εύρημα αυτό παρέχει ισχυρές ενδείξεις υπέρ της υπόθεσης ότι πρόκειται για μια παραμόρφωση της αντιληπτικής διαδικασίας που υφίσταται από τη γέννηση. Αντίθετα ένα συστηματικό λάθος στον υπολογισμό της απόστασης εμφανίστηκε σε μεταγενέστερη παιδική ηλικία προκρίνοντας έτσι έναν σαφή διαχωρισμό της ανάπτυξης των χωρικών χαρακτηριστικών της κίνησης. Συνολικά, η Ακρίβεια στον υπολογισμό της διεύθυνσης και της απόστασης στις κινήσεις στόχευσης όπως και ο Λανθάνων Χρόνος και ο Χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας και τα Λάθη αναστολής μεταβλήθηκαν με την αύξηση της ηλικίας καταδεικνύοντας έτσι τη συνεχή βελτίωση του κινητικού ελέγχου από την παιδική ηλικία στην ενηλικίωση.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αισθητικοκινητική απαρτίωση του χώρου μέσω πειραμάτων εκούσιας κίνησης στόχευσης προς απομνημονευμένους στόχους στον δισδιάστατο χώρο στα παιδιά. Το επόμενο βήμα θα μπορούσε να είναι η διεξαγωγή πειραμάτων στον τρισδιάστατο χώρο. Η σύγχρονη τεχνολογία καθιστά πλέον κάτι τέτοιο εφικτό. Ενδιαφέρον θα είχε να δει κανείς τι φαινόμενα παρατηρούνται στην άλλη άκρη του ηλικιακού φάσματος, σε ηλικιωμένους υγιείς ενήλικες. Επίσης η διενέργεια του πειράματος από ασθενείς με εκφυλιστικές παθήσεις του εγκεφάλου θα βοηθούσε στην κατανόηση του φαινομένου. Τέλος η συμβολή πειραμάτων με ταυτόχρονη καταγραφή της δραστηριότητας του εγκεφάλου και πειραμάτων με νευρωνικές καταγραφές σε πειραματόζωα θα αύξανε τις γνώσεις μας για την εξέλιξη της αισθητικοκινητικής απαρτίωσης.

## **5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. **Amiel – Tison C. Grenier A. 1980.** Evaluation neurologique du nouveau – ne et du nourrisson. New York: Masson 81-102
2. **Andersen RA. στο Mountcastle VB. Plum F. Geiger SR. (εκδ.) 1987.** *Higher functions of the brain, part 2: The Nervous system, vol. 5, Handbook of Physiology, section 1.* Bethesda, MD: American Physiological Association, 483-518.
3. **Appelle S. 1972.** Perception and discrimination as a function of stimulus orientation: the "oblique effect" in man and animals. *Psychol Bul* 78(4):266-278.
4. **Bálint R. 1909.** Seelenlähmung des Schauens, optische Ataxie, räumliche Störung der Aufmerksamkeit. *Monatzeitschrift für Psychiatrie und Neurologie* 25:51-81.
5. **Bard C. Hay L. Fleury M. 1990.** Timing and accuracy of visually directed movements in children: control of direction and amplitude components. *J Exp Child Psychol* 50(1):102-118.
6. **Baud-Bovy G. Viviani P. 2004.** Amplitude and direction errors in kinesthetic pointing. *Exp Brain Res* 157(2):197-214.
7. **Bertenthal B. von Hofsten C. 1998.** Eye, head and trunk control: the foundation of manual development. *Neurosci Biobehav Rev* 22:515-520
8. **Berthier NE. Keen R. 2006.** Development of reaching in infancy. *Exp Brain Res* 169(4):507-518.
9. **Bower TGR. Broughton JM. Moore MK. 1970 (α).** The coordination of visual and tactual input in infants. *Percept Psychophys* 8:51-53.
10. **Bower TGR. Broughton JM. Moore MK. 1970 (β).** Demonstration of intention in the reaching behavior of neonate humans. *Nature* 228:679-681.



11. **Brown JS. Knauft EB. Rosenbaum G. 1948.** The accuracy of positioning reactions as a function of their direction. *Am J Psychol* 61:167-182.
12. **Brown JV. Sepehr MM. Ettlinger G. Skreczek W. 1986.** The accuracy of aimed movements to visual targets during development: the role of visual information. *J Exp Child Psychol* 41(3):443-460.
13. **Bruner JS. Koslowski B. 1972.** Visually preadapted constituents of manipulatory action. *Perception* 1(1):3-14.
14. **Caminiti R. Johnson PB. Galli C. Ferraina S. Burnod Y. 1991.** Making arm movements within different parts of space. The premotor and motor cortical representation of a coordinate system for reaching to visual targets. *J Neurosci* 11:1182-1197.
15. **Constantinidis C. Steinmetz MA. 1996.** Neuronal activity in posterior parietal area 7a during the delay periods of a spatial memory task. *J Neurophysiol* 76(2):1352-1355.
16. **de Graaf JB. Sittig AC. Denier van der Gon JJ. 1991.** Misdirections in slow goal-directed arm movements and pointer-setting tasks. *Exp Brain Res* 84(2):434-438.
17. **de Graaf JB. Sittig AC. Denier van der Gon JJ. 1994.** Misdirections in slow, goal-directed arm movements are not primarily visually based. *Exp Brain Res.* 99(3):464-472.
18. **Dellen TV. Kalverboer AF. 1984.** Single movement control and information processing, a developmental study. *Behav Brain Res* 12:237-238
19. **Desmurget M. Grafton ST. Vindras P. Gréa H. Turner RS. 2004.** The basal ganglia network mediates the planning of movement amplitude. *Eur J Neurosci* 19:2871-2880.

20. **Duhamel JR. Colby CL. Goldberg ME. 1992(α)** The updating of the representation of visual space in parietal cortex by intended eye movements. *Science* 255:90-92.
21. **Duhamel JR. Goldberg ME. Fitzgibbon EJ. 1992(β)** Saccadic dysmetria in a patient with a right frontoparietal lesion. *Brain* 115:1387-1402.
22. **Essock EA. 1980.** The oblique effect of stimulus identification considered with respect to two classes of oblique effects. *Perception* 9(1):37-46.
23. **Favilla M. 2006.** Reaching movements in children: accuracy and reaction time development. *Exp Brain Res* 169(1):122-125.
24. **Fischer B. Biscaldi M. Gezeck S. 1997.** On the development of voluntary and reflexive components in human saccade generation. *Brain Res* 18;754(1-2):285-297.
25. **Fitts PM. 1954.** The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of the movement. *J Exp Psychol* 47:381-391.
26. **Fujii N. Mushiake H. Tanji J. 1998.** An oculomotor representation area within the ventral premotor cortex. *Proc Natl Acad Sci USA* 95:12034-12037.
27. **Furmanski CS. Engel SA. 2.000** An oblique effect in human primary visual cortex. *Nat Neurosci* 3(6):535-536.
28. **Gauthier GM. Vercher JL. Ivaldi FM. Marchetti E. 1988.** Oculo-manual tracking of visual targets: control learning, coordination control and coordination model *Exp Brain Res* 73:127-137.
29. **Gauthier GM. Nommay D. Vercher JL. 1990.** The role of ocular muscle proprioception in visual localization of targets. *Science* 249:58-61
30. **Geier CF. Garver K. Terwilliger R. Luna B. 2009.** Development of working memory maintenance. *J Neurophysiol* 101(1):84-99.

31. **Gentaz E. Hatwell Y. 1995.** The haptic 'oblique effect' in children's and adults' perception of orientation. *Perception* 24(6):631-646.
32. **Gentaz E. Hatwell Y. 1998.** The haptic oblique effect in the perception of rod orientation by blind adults. *Percept Psychophys* 60(1):157-167.
33. **Gentaz E. Streri A. 2004.** An "Oblique Effect" in infants' haptic perception of spatial orientations. *J Cogn Neurosci* 16(2):253-259.
34. **Gentaz E. Baud-Bovy G. Luyat M. 2008.** The haptic perception of spatial orientations. *Exp Brain Res* 187(3):331-348.
35. **Georgopoulos AP. Kalaska JF. Caminiti R. Massey JT. 1982.** On the relations between the direction of two-dimensional arm movements and cell discharge in primate motor cortex. *J Neurosci.* 2(11):1527-1537.
36. **Georgopoulos AP. Caminiti R. Kalaska JF. Massey JT. 1983.** Spatial coding of movement: a hypothesis concerning the coding of movement direction by motor cortical population. *Exp Brain Res (Suppl. 7):*327-340.
37. **Georgopoulos AP. 1986.** On reaching. *Annu Rev Neurosci* 9: 147-170.
38. **Georgopoulos AP. 1991.** Higher order motor control. *Annu Rev Neurosci* 14:361-377.
39. **Ghez C. Krakauer J. 2000.** The organization of movement. Στο **Kandel E. Schwartz J. Jessel T. (εκδ) Principles of Neural Science, 4<sup>th</sup> ed.** New York: McGraw-Hill 653-673.
40. **Goldberg M. Wurtz R. 2013.** Visual Processing and Action. Στο **Kandel E. Schwartz J. Jessell T. Siegelbaum S. Hudspeth A. (εκδ). 2013. Principles of Neural Science, 5<sup>th</sup> ed.** New York: McGraw-Hill. 638-653.
41. **Goodale MA. Milner AD. 1992.** Separate visual pathways for perception and action. *Trends Neurosci* 15(1):20-25.

42. **Goodale MA. Milner AD. Jakobson LS. Carey DP. 1991.** A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature* 10;349(6305):154-156.
43. **Gordon J. Ghilardi MF. Ghez C. 1994.** Accuracy of planar reaching movements. I. Independence of direction and extent variability. *Exp Brain Res* 99(1):97-111.
44. **Gourtzelidis P. Smyrnis N. Evdokimidis I. Balogh A. 2001.** Systematic errors of planar arm movements provide evidence for space categorization effects and interaction of multiple frames of reference. *Exp Brain Res.* 139(1):59-69.
45. **Hay L. 1978.** Accuracy of children on an open-loop pointing task. *Percept Mot Skills* 47:1079-1082.
46. **Hay L. 1979.** Spatial-temporal analysis of movements in children: motor programs versus feedback in the development of reaching. *J Mot Behav* 11:189-200
47. **Hay L. Bard C. Fleury M. 1986.** Visuo-manual coordination from 6 to 10: specification, control and evaluation of direction and amplitude parameters of movement. Στο **Wade MG, Whiting HTA (εκδ.)** *Motor development in children: aspects of coordination and control.* Dordrecht: Martinus Nijhoff.
48. **Hay L. 1990.** Developmental changes in eye-hand coordination behaviors: Preprogramming versus feedback control. Στο **Bard C, Fleury M, Hay L. (εκδ.)** *Development of eye-hand coordination across the life-span.* Columbia: University of South Carolina 217-244.
49. **Hay L. Bard C. Fleury M. Teasdale N. 1991.** Kinematics of aiming in direction and amplitude: a developmental study. *Acta Psychol (Amst).* 77(3):203-215.

50. **Hebb DO. 1949.** *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory.* New York: John Wiley.
51. **Hollerbach JM. Flash T. 1982.** Dynamic interactions between limb segments during planar arm movements. *Biol Cybernet* 44: 67-77.
52. **Huttenlocher J. Hedges LV. Duncan S. 1991.** Categories and particulars: prototype effects in estimating spatial location. *Psychol Rev* 98(3):352-376.
53. **Irving EL. Tajik-Parvinchi DJ. Lillakas L. González EG. Steinbach MZ. 2008.** Mixed pro and antisaccade performance in children and adults. *Brain Res* 1255:67-74.
54. **Jeannerod M. 1986.** The formation of finger grip during prehension. A cortically mediated visuomotor pattern. *Behav Brain Res* 19:99-116.
55. **Jeannerod M. 1990.** *The Neural and Behavioral Organization of goal-directed movements.* Oxford: Clarendon Press.
56. **Kalaska JF. Caminiti R. Georgopoulos AP. 1983.** Cortical mechanisms related to the direction of two-dimensional arm movements: relations in parietal area 5 and comparison with motor cortex. *Exp Brain Res* 51: 247-260.
57. **Kalaska JF. Crammond DJ. 1992.** Cerebral cortical mechanisms of reaching movements. *Science* 255: 1517-1523.
58. **Kandel E. Schwartz J. Jessell T. Siegelbaum S. Hudspeth A. (εκδ). 2013.** *Principles of Neural Science, 5<sup>th</sup> ed.* New York: McGraw-Hill. 739-740.
59. **Kattoulas E. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. Raos V. Moschovakis A. 2008.** Arm movement metrics influence saccade metrics when looking and pointing towards a memorized target location. *Exp Brian Res* 189(3): 323-338.

60. **Keele SW. 1981.** Behavioral analysis of movement. Στο **Brooks VB. (εκδ.)** *Handbook of Physiology, Sect. I: The Nervous System, Vol. 2: Motor Control, Part 2.* Baltimore Williamsand Wilkins. 1391-1414.
61. **Konczak J. Borytta M. Topka H. Dichgans J. 1995.** The Development of goal-directed reavhing in infants: hand trazectory formation and joint torque control. *Exp Brain Res* 106:156-168.
62. **Konczak J. Dichgans J. 1997.** The development towards stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life *Exp Brain Res* 117: 346-354.
63. **Krukowski AE. Stone LS. 2005.** Expansion of direction space around the cardinal axes revealed by smooth pursuit eye movements. *Neuron* 20;45(2):315-23.
64. **Kuhtz-Buschbeck JP. Stolze H. Johnk K. Boczek-Funcke A. Illert M. 1998.** Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Exp Brain Res* 122:424-432.
65. **Kurata K. 1993.** Premotor cortex of monkeys: Set- and movement-related activity reflecting amplitude and direction of wrist movements. *J Neurophysiol* 69: 187-200.
66. **Lacquaniti F. Soechting JF. Terzuolo CA. 1982.** Some factors pertinent to the organization and control of arm movements. *Brain Res* 9;252(2):394-397.
67. **Luna B. Garver KE. Urban TA. Lazar NA. Sweeney JA. 2004.** Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Dev* 75(5):1357-72.
68. **Leehey SC. Moskowitz-Cook A. Brill S. Held R. 1975.** Orientational anisotropy in infant vision. *Science* 28;190(4217):900-902.

69. **Maffei L. Campbell FW. 1970.** Neurophysiological localization of the vertical and horizontal visual coordinates in man. *Science* 23;167(3917):386-387.
70. **Mantas A. Evdokimidis I. Smyrnis N. 2008.** Perception action interaction: the oblique effect in the evolving trajectory of arm pointing movements. *Exp Brain Res* 184(4):605-616.
71. **Marteniuk RG. Mackenzie CL. Jeannerod M. Athenes S, Dugas C. 1987** Constraints on human arm movement trajectories. *Can J Psychol* 41:365-368
72. **McDonnell PM. 1979.** Patterns of eye-hand coordination in the first year of life. *Can J Psychol* 33:253-267.
73. **McIntyre J. Stratta F. Lacquaniti F. 1998.** Short-term memory for reaching to visual targets: psychophysical evidence for body-centered reference frames. *J Neurosci* 15;18(20):8423-8435.
74. **Meyer DE. Abrams RA. Kornblum S. Wright CE. Smith JE. 1998.** Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychol Rev* 95(3):340-370.
75. **Morasso P. 1981.** Spatial control of arm movements. *Exp Brain Res* 42:223-227
76. **Morgan M. Phillips JG. Bradshaw JL. Mattingley JB. Iansak R. Bradshaw JA. 1994.** Age related motor slowness: simply strategic? *J Gerontol* 49: M133-M139.
77. **Nissen MJ. Bullemer P. 1987.** Attentional requirements of learning: evidence from performance measures. *Cogn Psychol* 19:1-32.
78. **Olson CR. Colby CL. 2013.** The organization of Cognition. Στο **Kandel E. Schwartz J. Jessell T. Siegelbaum S. Hudspeth A. (εκδ). 2013.** *Principles of Neural Science, 5<sup>th</sup> ed.* New York: McGraw-Hill. 392-411.

79. **Paillard J. 1982.** The contribution of peripheral and central vision to visually guided reaching. Στο **Ingle DJ. Goodale MA. Mansfield RJW. (εκδ.)** *Analysis of visual behavior*. Cambridge MA: MIT Press 367-385.
80. **Pellizzer G. Hauert CA. 1996.** Visuo-manual aiming movements in 6- to 10-year-Old children: evidence for an asymmetric and asynchronous development of information processes. *Brain Cogn* 30(2):175-193.
81. **Perenin MT. Vighetto A. 1988.** Optic ataxia: a specific disruption in visuo-motor mechanisms. I: Different aspects of the deficit in reaching for objects. *Brain* 111(Pt. 3): 643-674.
82. **Piaget J. 1954.** The origins of impression in children. New York: WW Norton.
83. **Pohl PS. Winstein CJ. Fisher BE. 1996.** The locus of age-related movement slowing: sensory processing in continuous goal-directed aiming. *J Gerontol* 51:P94-P102
84. **Poulton EC. 1975.** Range effects in experiments on people. *Am J Psychol* 88:3-32.
85. **Raibert MH. 1977.** *Motor Control and Learning by the State-Space Model*. Cambridge, MA:Artificial Intelligence Laboratory, MIT.
86. **Rival C. Olivier I. Ceyte H. 2003.** Effects of temporal and/or spatial instructions on the speed-accuracy trade-off of pointing movements in children. *Neurosci Lett* 9;336(1):65-69.
87. **Rizzolatti G. Luppino G. Matelli M. 1998.** The organization of the cortical motor systems: new concepts. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 106:283-296
88. **Rizzolatti G. Matelli M. 2003.** Two different streams form the dorsal visual system. *Exp Brain Res* 153: 146-157.



89. **Rosander K. von Hofsten C. 2002.** Development of gaze tracking of small and large objects. *Exp Brain Res* 146: 257-264
90. **Rosenbaum D. 1991.** *Human motor control*. New York Academic Press.
91. **Rothwell JC. Traub MM. Day BL. Obeso JA. Thomas PK. Marsden CD. 1982.** Manual motor performance in a deafferented man. *Brain* 105 (Pt 3):515-42.
92. **Sanes DH. Reh TH. Harris WA. 2012.** Behavioral Development. Στο *Development of The Nervous system*. Elsevier 287-329
93. **Schneiberg S. Sveistrup H. McFadyen B. McKinley P. Levin MF. 2002.** The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Exp Brain Res* 146(2):142-154.
94. **Schmidt RA. Zelaznik H. Hawkins B. Frank JS. Quinn JT Jr. 1979.** Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychol Rev.* 47(5):415-51.
95. **Schmidt RA. 1988.** *Motor control and learning, 2<sup>nd</sup> ed*. Champaign, IL: Human Kinetics publishers.
96. **Smyrnis N. Taira M. Ashe J. Georgopoulos AP. 1992.** Motor cortical activity in a memorized delay task. *Exp Brain Res* 92(1):139-51.
97. **Smyrnis N. Gourtzelidis P. Evdokimidis I. 2000.** A systematic directional error in 2-D arm movements increases with increasing delay between visual target presentation and movement execution. *Exp Brain Res* 131(1):111-120.
98. **Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2007.** "Motor oblique effect": perceptual direction discrimination and pointing to memorized visual targets share the same preference for cardinal orientations. *J Neurophysiol* 97(2):1068-1077.

99. **Soechting JF. Lacquaniti F. 1981.** Invariant characteristics of a pointing movement in man. *J Neurosci.* 1:710-720.
100. **Sumway-Cook A. Woollacott M. 2007.** Reach, grasp, and Manipulation: Changes across the life span. Στο *Motor Control. Translating research into clinical practice. 3<sup>rd</sup> ed.* Philadelphia Lippincot Williams & Wilkins. 468-492.
101. **Theleritis C. Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2004.** The effects of increasing memory load on the directional accuracy of pointing movements to remembered targets. *Exp Brain Res* 157(4):518-525.
102. **Thomas JR. 1980.** Acquisition of motor skills: information processing differences between children and adults. *Res Q Exerc Sport* 51(1):158-173.
103. **Twitchel T. 1970.** Reflex mechanisms and the development of prehension. Στο: **Connolly K. (εκδ.) Mechanisms of motor skill development.** New York: Academic.
104. **Ungerleider G. Mishkin M. 1982.** Two cortical visual systems. Στο **Ingle D, Goodale M. Mansfield R. (εκδ.) Analysis of Visual Behavior :549-586** Cambridge, MA: MIT Press.
105. **von Hofsten C. 1984.** Developmental changes in the organization of pre-reaching movements. *Dev Psychol* 3:378-388.
106. **von Hofsten C. 1993.** Studying the development of goal-directed behavior. Στο **Kalverboer AF. Hopkins B. Geuze R. (εκδ.) Motor development in early and later childhood: longitudinal approaches.** Cambridge UK: Cambridge University 109-124
107. **von Hofsten C. 2003.** On the development of perception and action. Στο **Valsiner J. Connolly K. (εκδ.) Handbook of developmental Psychology.** Thousand Oaks CA:Sage

108. **Welford AT. 1982.** Motor skills and aging. Στο **Mortimer J. Pirozzolo FJ. Maleta G. (εκδ.)** *The aging motor system*. New York: Praeger 152-187
109. **White BL. Castle P. Held R. 1964.** Observations on the development of visually-directed reaching. *Child Dev* 35: 349-364.
110. **Williams H. 1990. Aging and eye-hand coordination.** Στο **Bard C, Fleury M, Hay L. (εκδ.)** *Development of eye-hand coordination across the life-span*. Columbia: University of South Carolina 327-357.
111. **Woodworth RS. 1899.** *The accuracy of voluntary movement*. *Psychol Rev* 3(suppl 13):1-114.
112. **Yan JH. Thomas JR. Stelmach GE. Thomas KT. 2000.** Developmental features of rapid aiming arm movements across the lifespan. *J Mot Behav*. 32(2):121-140.
113. **Yan JH. Thomas KT. Stelmach GE. Thomas JR. 2003.** Developmental differences in children's ballistic aiming movements of the arm. *Percept Mot Skills* 96(2):589-598.

## 6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

SYNOPSIS

ΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΟΡΚΟΣ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε προηγούμενες μελέτες ένα συστηματικό Λάθος Διεύθυνσης (“the motor oblique effect”) ανευρέθηκε σε απομνημονευμένες κινήσεις στόχευσης του άνω άκρου στο δισδιάστατο χώρο από υγιείς ενήλικες. Σε αυτή τη μελέτη επεκτείναμε αυτές τις παρατηρήσεις και ανακαλύψαμε ότι τα παιδιά ηλικίας 6-11 ετών αναδεικνύουν το ίδιο φαινόμενο – motor oblique effect.

Σε αντίθεση άλλες χωρικές και χρονικές παράμετροι της κίνησης (Συστηματικό Λάθος Απόστασης, Το Τετράγωνο του Λάθους Διεύθυνσης, Το Τετράγωνο του Λάθους Απόστασης, Ο Λανθάνων Χρόνος για την έναρξη της κίνησης και ο Χρόνος μέχρι την επίτευξη της Μέγιστης Ταχύτητας) επηρεάζονται με την αύξηση της ηλικίας.

Η μνημονική καθυστέρηση προκάλεσε αύξηση του Τετραγώνου του Λάθους Διεύθυνσης και Απόστασης ανεξάρτητα από την ηλικία.

Τέλος η αποτυχία αναστολής της κίνησης κατά τη διάρκεια της μνημονικής καθυστέρησης ήταν πιο συχνή στα παιδιά απ’ ότι στους ενήλικες.

Αυτά τα αποτελέσματα ενισχύουν την υπόθεση ότι το motor oblique effect που σχετίζεται με σφάλματα στη διαδικασία αντιληπτικής επεξεργασίας είναι σταθερό από την παιδική ηλικία ενώ αντίθετα άλλες παράμετροι της κίνησης τροποποιούνται με την ηλικία - κάτι που αντανακλά την συνεχή βελτίωση του ελέγχου της κίνησης από την παιδική ηλικία έως την ενηλικίωση. Η διάσταση των αποτελεσμάτων της επίδρασης της μνήμης και της ηλικίας υποδηλώνει ότι η κινητική ενεργός μνήμη είναι ήδη ώριμη στα μικρά παιδιά.

## SYNOPSIS

In previous studies a systematic directional error (the “motor oblique effect”) was found in 2D memory pointing movements of healthy adults. In this study we extend these observations to observe that healthy children (aged 6 – 11 years old) displayed the same motor oblique effect.

In contrast other spatial and temporal movement parameters (systematic amplitude error, square directional and amplitude error, latency and the time to maximum velocity) changed with increasing age.

Memory delay increased the square directional and amplitude error independent of age.

Finally, failure of movement inhibition during the delay was more frequent in children compared to adults.

These results favor the hypothesis that the motor oblique effect related to perceptual processing biases is constant from childhood while other movement parameters are modulated by age reflecting the continuing optimization of motor control from childhood to adulthood.

The dissociation of memory and age effects suggests that motor working memory is already mature in young children.

ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΟΡΚΟΣ

**ΟΜΝΥΜΙ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΙΗΤΡΟΝ ΚΑΙ ΑΣΚΛΗΠΙΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΝ ΚΑΙ ΠΑΝΑΚΕΙΑΝ ΚΑΙ ΘΕΟΥΣ ΠΑΝΤΑΣ ΤΕ ΚΑΙ ΠΑΣΑΣ ΙΣΤΟΡΑΣ ΠΟΙΟΥΜΕΝΟΣ, ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΗΣΕΙΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ ΟΡΚΟΝ ΤΟΝΔΕ. ΗΓΗΣΕΣΘΑΙ ΜΕΝ ΤΟΝ ΔΙΔΑΞΑΝΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ ΙΣΑ ΓΕΝΕΤΗΣΙΝ ΕΜΟΙΣΙ, ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΟΙΝΩΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΧΡΕΩΝ ΧΡΗΖΟΝΤΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΓΕΝΟΣ ΤΟ ΕΞ ΑΥΤΟΥ ΑΔΕΛΦΕΟΙΣ ΙΣΟΝ ΕΠΙΚΡΙΝΕΕΙΝ ΑΡΡΕΣΙ, ΚΑΙ ΔΙΔΑΞΕΙΝ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ, ΗΝ ΧΡΗΖΩΣΙ ΜΑΝΘΑΝΕΙΝ, ΑΝΕΥ ΜΙΣΘΟΥ ΚΑΙ ΞΥΓΓΡΑΦΗΣ. ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΗΣ ΤΕ ΚΑΙ ΑΚΡΟΗΣΙΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΟΙΠΗΣ ΑΠΑΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΥΙΟΙΣΙ ΤΕ ΕΜΟΙΣΙ ΚΙΑ ΤΟΙΣΙ ΤΟΥ ΕΜΕ ΔΙΔΑΞΑΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΑΙΣΙ ΣΥΓΓΕΓΡΑΜΜΕΝΟΙΣΙ ΤΕ ΚΑΙ ΩΡΚΙΣΜΕΝΟΙΣ ΝΟΜΩ ΙΗΤΡΙΚΩ ΑΛΛΩ ΔΕ ΟΥΔΕΝΙ. ΔΙΑΙΤΗΜΑΣΙ ΤΕ ΧΡΗΖΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ, ΕΠΙ ΔΗΛΗΣΕΙ ΔΕ ΚΑΙ ΑΔΙΚΗ ΕΙΡΞΕΙΝ. ΟΥ ΔΩΣΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΦΑΡΜΑΚΟΝ ΟΥΔΕΝΙ ΑΙΤΗΘΕΙΣ ΘΑΝΑΣΙΜΟΝ, ΟΥΔΕ ΥΦΗΓΗΣΟΜΑΙ ΞΥΜΒΟΥΛΙΗΝ ΤΟΙΗΝ ΔΕ ΟΜΟΙΩΣ ΔΕ ΟΥΔΕ ΓΥΝΑΙΚΙ ΠΕΣΣΟΝ ΦΘΟΡΙΟΝ ΔΩΣΩ. ΑΓΝΩΣ ΔΕ ΚΑΙ ΟΣΙΩΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΩ ΒΙΟΝ ΤΟΝ ΕΜΟΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΝ ΤΗΝ ΕΜΗΝ. ΟΥ ΤΕΜΕΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΜΗΝ ΛΙΘΙΩΝΤΑΣ, ΕΚΧΩΡΗΣΩ ΔΕ ΕΡΓΑΤΗΣΙΝ ΑΔΡΑΣΙΝ ΠΡΗΞΙΟΣ ΤΗΣΔΕ. ΕΣ ΟΙΚΙΑΣ ΔΕ ΟΚΟΣΑΣ ΑΝ ΕΣΙΩ, ΕΣΕΛΕΥΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ, ΕΚΤΟΣ ΕΩΝ ΠΑΣΗΣ ΑΔΙΚΗΣ ΕΚΟΥΣΙΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΙΗΣ ΤΗΣ ΤΕ ΑΛΛΗΣ ΚΑΙ ΑΦΡΟΔΙΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΙ ΤΕ ΓΥΝΑΙΚΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΔΡΕΙΩΝ, ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΤΕ ΚΑΙ ΔΟΥΛΩΝ. Α Δ' ΑΝ ΕΝ ΘΕΡΑΠΕΙΗ Η ΙΔΩ Η ΑΚΟΥΣΩ, Η ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΘΕΡΑΠΕΙΗΣ ΚΑΤΑ ΒΙΟΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ, Α ΜΗ ΧΡΗΠΟΤΕ ΕΓΚΑΛΕΣΘΑΙ ΕΞΩ, ΣΙΓΗΣΟΜΑΙ, ΑΡΡΗΤΑ ΗΓΕΥΜΕΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΤΟΙΑΥΤΑ. ΟΡΚΟΝ ΕΝ ΟΥΝ ΜΟΙ ΤΟΝΔΕ ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΕΟΝΤΙ ΚΑΙ ΜΗ ΞΥΓΧΕΟΝΤΙ ΕΙΗ ΕΠΑΥΡΑΣΘΑΙ ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΣ, ΔΟΞΑΖΟΜΕΝΩ ΠΑΡΑ ΠΑΣΙΝ ΑΝΘΡΩΠΟΙΣ ΕΣ ΤΟΝ ΑΙΕΙ ΧΡΟΝΟΝ, ΠΑΡΑΒΑΙΝΟΝΤΙ ΔΕ ΚΑΙ ΕΠΙΟΡΚΕΟΝΤΙ, ΤΑΝΑΝΤΙΑ ΤΟΥΤΕΩΝ.**

## ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟΣ ΟΡΚΟΣ

(ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ)

Ορκίζομαι στον Απόλλωνα τον Ιατρό και τον Ασκληπιό και στην Υγεία και στην Πανάκεια και σε όλους τους Θεούς επικαλούμενος τη μαρτυρία τους, να τηρήσω πιστά κατά τη δύναμη και την κρίση μου αυτό τον όρκο και το συμβόλαιό μου αυτό. Να θεωρώ αυτόν που μου δίδαξε αυτήν την τέχνη ίσο με τους γονείς μου και να μοιραστώ μαζί του τα υπάρχοντά μου και τα χρήματά μου αν έχει ανάγκη φροντίδας. Να θεωρώ τους απογόνους του ίσους με τα αδέρφια μου και να τους διδάξω την τέχνη αυτή αν θέλουν να τη μάθουν, χωρίς αμοιβή και συμβόλαιο. Και να μεταδώσω με παραγγελιές, οδηγίες και συμβουλές όλη την υπόλοιπη γνώση μου και στα παιδιά μου και στα παιδιά εκείνου που με δίδαξε και στους άλλους μαθητές που έχουν κάνει γραπτή συμφωνία μαζί μου και σε αυτούς που έχουν ορκιστεί στον ιατρικό νόμο και σε κανέναν άλλο. Και να θεραπεύω τους πάσχοντες κατά τη δύναμή μου και κατά την κρίση μου χωρίς ποτέ, εκουσίως, να τους βλάψω ή να τους αδικήσω και να μη δώσω ποτέ σε κανένα, έστω και αν μου το ζητήσει, θανατηφόρο φάρμακο, ούτε να δώσω ποτέ τέτοια συμβουλή, ομοίως, να μη δώσω ποτέ σε γυναίκα φάρμακο για να αποβάλει. Να διατηρήσω δε τη ζωή μου καθαρή και αγνή, και να μη χειρουργήσω πάσχοντες από λίθους, αλλά να αφήσω την πράξη αυτή για τους ειδικούς και σε όποια σπίτια κι αν μπω, να μπω για την ωφέλεια των πασχόντων αποφεύγοντας κάθε εκούσια αδικία και βλάβη και κάθε γενετήσια πράξη και με γυναίκες και με άνδρες, ελεύθερους και δούλους. Και ότι δω ή ακούσω κατά την άσκηση του επαγγέλματός μου, ή κι εκτός, για τη ζωή των ανθρώπων, που δεν πρέπει ποτέ να κοινοποιηθεί, να σιωπήσω και να το κρατήσω μυστικό. Αν τον όρκο μου αυτό τηρήσω πιστά και δεν τον αθετήσω, είτε να απολαύσω για πάντα την εκτίμηση όλων των ανθρώπων για τη ζωή μου και για την τέχνη μου, αν όμως παραβώ και αθετήσω τον όρκο μου να υποστώ τα αντίθετα από αυτά.



## ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

### ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΠΑΝΤΕΣ
ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ	03 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1967
ΥΠΗΚΟΟΤΗΤΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΕΓΓΑΜΟΣ, 2 ΤΕΚΝΑ
Email	<a href="mailto:gpantes@med.uoa.gr">gpantes@med.uoa.gr</a>

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

2002	ΤΙΤΛΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑΣ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ
1997-2002	ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΕ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ, ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ, ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ
1994	ΠΤΥΧΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
1988-1994	ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
1988	ΠΤΥΧΙΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ
1986-1988	ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΛΑΡΙΣΑΣ
1979-1985	1ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ και 1ο ΛΥΚΕΙΟ ΒΟΛΟΥ
1973-1979	11ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΒΟΛΟΥ

**ΞΕΝΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ** Αγγλικά, Γαλλικά, **ΧΡΗΣΗ Η/Υ** Άριστος χειρισμός

### ΜΕΛΟΣ ΕΤΑΙΡΕΙΩΝ-ΣΥΛΛΟΓΩΝ

Ιατρικός Σύλλογος Αθηνών	(Athens Medical Association)
Πανελλήνιος Ιατρικός Σύλλογος	(Panhellenic Medical Association)
Ελληνική Νευρολογική Εταιρεία	(Hellenic Neurological Society)
Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Νευρολογικών εταιρειών	(European Federation of Neurological Societies)
Ελληνική Εταιρεία για τις Νευροεπιστήμες	(Hellenic Society for Neuroscience)
Εταιρεία Νόσου Alzheimer και Συναφών Διαταραχών Αθηνών	(Athens Association of Alzheimer Disease and Relative Disorders)
Ομοσπονδία Ευρωπαϊκών Εταιρειών για τις Νευροεπιστήμες	(Federation of European Neuroscience Societies)
Διεθνής Οργανισμός για την έρευνα του εγκεφάλου	(International Brain Research Organization)
Εταιρεία για τις Νευροεπιστήμες των ΗΠΑ	(Society for Neuroscience)

### ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

2003- Ιδιωτικό Ιατρείο.

- 2003- Ιατρός Ειδικού Σώματος Ι.Κ.Α. Διεύθυνση Αναπηρίας και Ιατρικής της Εργασίας. Κέντρα  
Ενιαίας Πιστοποίησης Αναπηρίας.
- 2003- Ιατρός Νευρολόγος στην Τοπική μονάδα Υγείας Ι.Κ.Α. - Ε.Ο.Π.Π.Υ. Κεραμεικού. Παροχή  
περιθάλψεως ασθενών ασφαλισμένων του Ε.Ο.Π.Υ.Υ.
- 2003-2005 Ελεγκτής Ιατρός του Ο.Α.Ε.Ε. και από το 2006 - 2011 Θεραπευτής.
- 1999-2002 Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αιγινήτειο Νοσοκομείο, Νευρολογική  
Κλινική. Ειδίκευση στη Νευρολογία.
- 1997-1998 Γενικό Νομαρχιακό Νοσοκομείο Βόλου, Ψυχιατρικός Τομέας. Ειδίκευση στην Ψυχιατρική.
- 1997 404 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο Λάρισας. Ειδίκευση στην Παθολογία.
- 1996-1997 Καθήκοντα Ιατρού κατά τη διάρκεια της θητείας σε στρατιωτικές μονάδες Νήσου Λέσβου.
- 1995-1996 Υποχρεωτική Υπηρεσία Υπαίθρου στο Περιφερικό Ιατρείο Καμπανού, Κέντρο Υγείας  
Κανδάνου, Νομαρχιακό Γενικό Νοσοκομείο Χανίων.

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

- 2004-2005 Έμμισθος Επιστημονικός συνεργάτης. Διδασκαλία Νευροφυσιολογίας. Σ.Ε.Υ.Π. Τ.Ε.Ι.  
Αθήνας.

### ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

- 2011- Άμισθος Επιστημονικός Συνεργάτης. Α΄ Νευρολογική κλινική Εθνικού και  
Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αιγινήτειο Νοσοκομείο.
- 2005-2007 Επιστημονικός Συνεργάτης. Νευρολογική Κλινική Ναυτικού Νοσοκομείου Αθηνών.
- 2001-2011 Επιστημονικός Βοηθός στο Κέντρο Ειδικών Νευρολογικών Νοσημάτων, Ειδικό Ιατρείο  
Νοητικών Λειτουργιών, Νευρολογική Κλινική Εθνικού και Καποδιστριακού  
Πανεπιστημίου Αθηνών, Αιγινήτειο Νοσοκομείο.
- 2000- Επιστημονικός Βοηθός Μονάδα Γνωσιακής Νευροφυσιολογίας Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Νευρολογική κλινική, Αιγινήτειο Νοσοκομείο.
- 2001-2003 Αιγινήτειο Νοσοκομείο, Νευρολογική κλινική Πανεπιστημίου Αθηνών. Συμμετοχή σε  
Διεθνή Πολυκεντρική Μελέτη: GAL-INT 28, Φάση IV: «Η επίδραση της Γκαλανταμίνης  
στην λειτουργία της προσοχής σε ασθενείς με ήπια ως μέτρια άνοια τύπου Alzheimer και  
αξιολόγηση του αποτελέσματος από το άτομο που παρέχει φροντίδα και τον ιατρό». (Effect  
of Galantamine on attention in patients with mild to moderate Dementia of the Alzheimer  
type and the evaluation of the effect of Galantamine by the caregiver and the physician”).

### ΟΜΙΛΙΕΣ

- 2008-2009 Ομιλίες σε ΚΑΠΗ, Λέσχες Φιλίας, του Νομού Αττικής στα πλαίσια ενημέρωσης  
Αθήνα από την Εταιρεία Νόσου Alzheimer και Συναφών Διαταραχών Αθηνών.
- 19-22 04 2007 21<sup>ο</sup> Ετήσιο Πανελλήνιο συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων  
Αθήνα «Νευρολογία. Η Ελληνική πραγματικότητα».
- 18-20 05 2001 19η Εαρινή Συνάντηση Ελλήνων Νευρολόγων. «Προπτυχιακή εκπαίδευση

Καλαμπάκα των φοιτητών Ιατρικής στη Νευρολογία στην Ελλάδα».

● 20-25 04 2001 2<sup>nd</sup> European Federation of Neurological Societies European Cooperation

Τρέστ, ΤΣΕΧΙΑ Neurology Workshop. “Neurological Pregraduate Education in Greece”.

## ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

● Mitsikostas DD. **Pantes GV**. Avramidis TG. Karageorgiou KE. Gatzonis SD. Stathis PG. Fili VA. Siatouni AD. Vikelis M. 2010. An Observational Trial to Investigate the Efficacy and Tolerability of Levetiracetam in Trigeminal Neuralgia. *Headache* 50(8):1371-1377.

● **Pantes G**. Mantas A. Evdokimidis I. Smyrnis N. 2009. Memory pointing in children and adults: dissociations in the maturation of spatial and temporal movement parameters. *Exp Brain Res* 196(3):319-328.

● Mitsikostas DD. **Pantes G**. Avramidis T. Karageorgiou K. Gatzonis S. Stathis P. Fili V. Siatouni A. 2007. An Observational Trial to Investigate the Efficacy and Tolerability of Levetiracetam in Trigeminal Neuralgia. *European Journal of Neurology* Vol 14, Suppl 1, 146-147.

● Finckh U. Kuschel C. Anagnostouli M. Patsouris E. **Pantes GV**. Gatzonis S. Kapaki E. Davaki P. Lamszus K. Stavrou D. Gal A. 2005. Novel mutations and repeated findings of mutations in familial Alzheimer disease. *Neurogenetics* 6(2):85-89.

● Smyrnis N. Kattoulas E. Evdokimidis I. Stefanis NC. Avramopoulos D. **Pantes G**. Theleritis C. Stefanis CN. 2004. Active eye fixation performance in 940 young men: effects of IQ, schizotypy, anxiety and depression. *Exp Brain Res* 156(1):1-10.

● Kapaki EK. Voumvourakis CI. Michalopoulou M. Paraskevas GP. Kilidireas K. **Pantes G**. Nikolaou C. 2000. Tau protein in multiple sclerosis (MS) correlates with IgG index, but not with EDSS scores. *European Journal of Neurology* Vol 7, Suppl 3, 91.

## ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

● Sakka P. **Pantes G**. Vicelis M. Margioli E. Zoi P., Nikaki M. Kamtsiadeli V. Katsari M. Nika A. Vlachogianni A. Potamianou D. Malaxati M. Alevra E. Danasi E. 2010. Cognitive performance screening project in a population of urban dwelling elderly people. 25th International Conference of Alzheimer’s Disease International (ADI), Thessaloniki Greece, March 10-13 Book of Abstracts 96.

● Mitsikostas DD. **Pantes G**. Avramidis T. Karageorgiou K. Gatzonis S. Stathis P. Fili V. Siatouni A. 2007. An observational study to investigate the efficacy and tolerability of levetiracetam in trigeminal neuralgia (TN). 11<sup>th</sup> Congress of the European Federation of Neurological Societies, Brussels, Belgium August 25-28 Abstracts CD ROM.

- Anagnostouli M. Patsuris E. Finckh U. **Pantes G.** Kapaki E. Gatzonis S. Lamszus K. Stavrou D. Zambelis T. Zournas C. Paraskevas G. Vassilopoulos D. 2005. Genetic and Clinicopathological findings in two novel Greek early-onset familial Alzheimer Disease families. 7<sup>th</sup> International Conference AD/PD, Sorrento, Italy, March 9-13 Book of Abstracts 24.
- **Pantes G.** Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2004. Spatial accuracy of memorized arm pointing movements in children. Society for Neuroscience, Abstracts CD ROM.
- **Pantes G.** Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2003. Directional biases during mental extrapolation of a line segment to a visual target: evidence Of distortion in 2-D space representation in children. Society for Neuroscience, Abstracts CD ROM.
- Kattoulas E. Smyrnis N. Evdokimidis I. Stefanis N.C. Avramopoulos D. **Pantes G.** Theleritis C. Stefanis CN. 2003. Active eye fixation performance in 940 young men: effects of IQ, schizotypy, anxiety and depression. Society for Neuroscience, Abstracts CD ROM.
- **Pantes G.** Smyrnis N. Mantas A. Evdokimidis I. 2003. Spatial Accuracy and Kinematic Characteristics of memorized arm pointing movements in children. 18<sup>th</sup> Annual Meeting of Hellenic Society for Neuroscience Book Of Abstracts PA 52.
- Kapaki EK. Voumvourakis CI. Michalopoulou M. Paraskevas GP. Kilidireas K. **Pantes G.** Nikolaou C. 2000. Tau protein in multiple sclerosis (MS) correlates with IgG Index, but not with EDSS scores. 5<sup>th</sup> European Federation of Neurological Societies Congress P 2096.

#### ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ-ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- Νευρολογικά Νέα. “European Association of young Neurologists and Trainees”.  
Περιοδικό ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ 16: 3 Μάϊος –Ιούνιος 2007, Σελ 198.

#### ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

- Β.Βαγενάς, Τ.Ντόσκας, **Γ.Παντές**, Χ.Μπαϊρακτάρης, Ε.Αρβανιτοπούλου, Μ.Βικελής. 2012. Μελέτη παρατήρησης για την καταγραφή του τρόπου ζωής ασθενών με νόσο Alzheimer που βρίσκονται σε θεραπεία με διαδερμικό έμπλαστρο ριβαστιγμίνης. 38<sup>ο</sup> Ετήσιο Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο Β. Π. 66.
- Ι. Ζαλώνης, Φ. Χρηστίδη, Δ. Κολοβού, Ε Καπάκη, Ε. Καραρίζου, **Γ. Παντές**, Ν. Ι. Τριανταφύλλου, Π. Σγουρόπουλος, Δ. Βασιλόπουλος. 2010. Νευροψυχολογικές Δυσλειτουργίες σε Άτομα με Υποκειμενικές Αιτίασεις Διαταραχών Μνήμης και Εκδηλώσεις Ανησυχίας / Άγχους για Επικείμενη Έκπτωση των Ανωτέρων Λειτουργιών. 24<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων Β.Π. ΑΑ 020.
- Δ. Κολοβού, Χ. Χρυσοβιτσιάνου, **Γ.Παντές**, Ι. Ζαλώνης, Π. Σγουρόπουλος, Π. Δαβάκη. 2010.

Αποτελέσματα Μελέτης Ασθενών με Νοητικές Διαταραχές στο Ειδικό Ιατρείο Νοητικών Λειτουργιών του Αιγινήτειου Νοσοκομείου. 24<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων Β.Π. ΑΑ 024.

- Α. Σιατούνη, **Γ. Παντές**, Σ. Γκατζώνης, Δ. Σακκάς. 2009. Παρουσίαση περιστατικού με αντανακλαστική επιληψία. 23<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων Β.Π. ΑΑ 095.
- Δ. Κολοβού, Ι. Ζαλώνης, **Γ. Παντές**, Χ. Χρυσοβιτσιάνου, Π. Σγουρόπουλος. 2008. Διαφορική διάγνωση μεταξύ Αγγειακής Άνοιας, Μετωποκροταφικής Άνοιας και μετωπιαίας παραλλαγής νόσου Alzheimer με τη διενέργεια ψυχομετρικών δοκιμασιών που ελέγχουν τις λειτουργίες του μετωπιαίου λοβού. 22<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων Β.Π. ΑΑ 067.
- Χ. Αθανασοπούλου, Α. Σκούρα, Δ. Κολοβού, **Γ. Παντές**, Χ. Χρυσοβιτσιάνου, Π. Δαβάκη, Π. Σγουρόπουλος, Δ. Βασιλόπουλος. 2007. Κοινωνικά Χαρακτηριστικά ασθενών εξετασθέντων στη μονάδα διαταραχών νοητικών λειτουργιών του κέντρου ειδικών νευρολογικών νοσημάτων. 21<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ελλήνων Νευρολόγων Β.Π. ΑΑ 135.
- **Γ. Παντές**, Ν. Σμυρνής, Α. Μαντάς, Ι. Ευδοκίμης. 2003. Ανομοιογένεια στην αντίληψη του χώρου: Μελέτη Εξελικτικών παραμέτρων στα παιδιά. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχοφυσιολογίας. Β.Π. ΑΑ 25.
- Ε. Κάττουλας, Ν. Σμυρνής, Χ. Θελερίτης, **Γ. Παντές**, Α. Μαντάς, Ι. Ευδοκίμης. 2003. Μελέτη Οπτικής Προσήλωσης σε 982 άτομα: συσχέτιση με δείκτη νοημοσύνης, παρούσα ψυχοπαθολογία και σχιζοτυπία. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχοφυσιολογίας. Β.Π. ΑΑ 14.
- **Γ. Παντές**, Κ. Φωκάς, Η. Καμπούρης, Δ. Κανδύλης, Γ. Καπρίνης. 1998. Η χρήση των ψυχοτρόπων στα ψυχιατρικά επείγοντα. 15<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Ψυχιατρικό Συνέδριο. Β.Π. ΑΑ 174.
- Η. Καμπούρης, Δ. Κανδύλης, **Γ. Παντές**, Κ. Φωκάς, Γ. Καπρίνης. 1998. Τα ψυχιατρικά Επείγοντα στην “Παραλαβή” του Γενικού Νοσοκομείου. (Ο ειδικός τους χαρακτήρας). 15<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Ψυχιατρικό Συνέδριο. Β.Π. ΕΑ 016.

## ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΑ

- 19 Ιουνίου-14 Ιουλίου  
2006 Ξυλόκαστρο Κορινθίας  
Καλοκαιρινό Ινστιτούτο της Διεθνούς Νευροψυχολογικής Εταιρείας. (The Vivien Smith Advanced Studies Summer Institute of the International Neuropsychological Society).
- «Νευροψυχολογία σε όλο το ηλικιακό φάσμα» (Neuropsychology across the Lifespan).
  - Clinically Relevant Functional Neuroanatomy
  - Genetic, Neuroimaging, and Neuropsychological Assessments of the Dementias
  - Cerebral Blood Flow, Metabolism and Cognitive Function in Normal Aging and Dementing Disorders
- 20 Ιουνίου-15 Ιουλίου  
Καλοκαιρινό Ινστιτούτο της Διεθνούς Νευροψυχολογικής

2005 Ξυλόκαστρο Κορινθίας Εταιρεία. (The Vivien Smith Advanced Studies Summer Institute of the International Neuropsychological Society).

**«Γενετικά σύνδρομα Νοητικής υστέρησης» (Genetically Based syndromes of mental retardation).**

- Developmental vs. “Difference” Theories of Mental Retardation: A New Insight.
- A Developmental Approach to Genetic Disorders
- Cognition, Language, Personality, and Genotype/Phenotype Relations in Williams Syndrome
- Behavioral Phenotypes and Genotypes in Neurodevelopmental Disorders

●21 Ιουνίου-16 Ιουλίου Καλοκαιρινό Ινστιτούτο της Διεθνούς Νευροψυχολογικής  
2004 Ξυλόκαστρο Κορινθίας Εταιρεία. (The Vivien Smith Advanced Studies Summer Institute of the International Neuropsychological Society).

**«Οι Μετωπιαίοι Λοβοί του Ανθρώπου» (The Human Frontal lobes).**

- Cognitive-Emotional Interactions and Executive Control in Primate Prefrontal Cortex
- Neuropsychology of the Frontal Lobes: Clinical Implications
- The Frontal Lobes: Development, Function and Pathology
- Executive Function and Working Memory in Children
- Neuroanatomical and Cognitive Substrates of Skilled Movement
- Actions from Within
- Clinical Aspects of Frontal Lobe Lesions

●22 Ιουνίου-19 Ιουλίου Καλοκαιρινό Ινστιτούτο της Διεθνούς Νευροψυχολογικής  
2003 Ξυλόκαστρο Κορινθίας Εταιρεία. (The Vivien Smith Advanced Studies Summer Institute of the International Neuropsychological Society).

**«Μνήμη και Αμνησίες» (Memory and the Amnesias).**

- The Neuropsychology of semantic memory
- Memory and the Brain. (Neuroanatomical and Functional correlates of Memory and Memory Disorder)
- Memory and Brain Injury

●19 Ιουνίου-17 Ιουλίου Καλοκαιρινό Ινστιτούτο της Διεθνούς Νευροψυχολογικής  
2002 Ξυλόκαστρο Κορινθίας Εταιρεία. (The Vivien Smith Advanced Studies Summer Institute of the International Neuropsychological Society).

**«Γλώσσα και Εγκέφαλος» (Language and the Brain).**

- Neuropsychology of language
- History of Neurolinguistics
- Cognitive Neurolinguistics

**ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ, ΚΥΚΛΟΥΣ ΟΜΙΛΙΩΝ, ΔΙΕΘΝΗ ΚΑΙ  
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΑ**

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ

**Pantes G, Mantas A, Evdokimidis I, Smyrnis N. 2009.**

Memory pointing in children and adults: dissociations in the maturation of spatial and temporal movement parameters.

Cognition and Action Group, Neurology Department, Medical School, Aeginition Hospital, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Greece.

*Exp Brain Res* 196(3):319-328.