

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**Η ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΣΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ  
ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΙΣΜΑΤΩΝ**

Της  
Ζιάκα Χ. Αικατερίνης

Επιβλέπων Καθηγητής  
Γιάκας Ιωάννης

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική  
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου  
του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών « Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος  
Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Έτος ολοκλήρωσης της διατριβής  
2009

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**Η ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΣΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ  
ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΙΣΜΑΤΩΝ**

Της

Ζιάκα Χ. Αικατερίνης

**Εγκεκριμένο από το καθηγητικό σώμα**

**1<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Γιάκας Ιωάννης Επίκουρος Καθηγητής**

.....

**2<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Τσακλής Παναγιώτης Αναπληρωτής Καθηγητής**

.....

**3<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Ζήση Βασιλική Λέκτορας**

.....

2009

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα είχε σκοπό την μελέτη της διαφοροποίησης του δυναμικού στατικού τόνου με την εφαρμογή πρισματικών γυαλιών τύπου Fresnel 5<sup>0</sup>, σε παιδιά ηλικίας μεταξύ 7 έως 10 ετών, κατά τις κινητικές δραστηριότητες της όρθιας στάσης, και των χρονικών παραμέτρων της δυναμικής δράσης της έγερσης από την καθιστή θέση. Στην παρούσα έρευνα πήραν μέρος 14 παιδιά, ηλικίας μεταξύ 7 και 10 ετών με μέσο όρο ηλικίας τα 8,79 έτη (SD=1,12 έτη). Από αυτά 5 ήταν κορίτσια με μέσο όρο ηλικίας τα 8,67 έτη (SD=1,12) και 9 ήταν αγόρια με μέσο όρο ηλικίας τα 9 έτη (SD=1,22). Οι μετρήσεις κινηματικής ανάλυσης έγιναν από 2 δυναμοδάπεδα BERTEC 40X60, με το οποίο έγινε η συλλογή των κινητικών δεδομένων. Οι μετρήσεις έγιναν σε τρία στάδια: α. το στάδιο πριν την εφαρμογή όπου και καθορίστηκε ο τρόπος εφαρμογής των πρισμάτων όσον αφορά στην τοποθέτηση της πλευράς της βάσης τους για τον κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά, β. το στάδιο της εφαρμογής των πρισμάτων και γ. το στάδιο της απομάκρυνσης των πρισμάτων. Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων, μέσω της ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (GLM Repeated Measures), φάνηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική ( $p > 0.05$ ) μετατόπιση του κέντρου βάρους στη βάση στήριξης για την όρθια στάση των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα. Οι αναλύσεις όσον αφορά στην έγερση από την καθιστή έδειξαν μείωση στις χρονικές παραμέτρους και για τα δύο στάδια της εφαρμογής και απομάκρυνσης των πρισμάτων, αλλά δεν φάνηκε να είναι στατιστικά σημαντικές ( $p < 0.05$ ).

## ABSTRACT

The present study was aimed to examine by means of Fresnel prisms exposure ( $5^0$ ) shifting view in children 7 until 10 years old, changed of quite stance postural activity and the chronic parameter of dynamic raise activity in sitting position. In the present study participated 14 children, in age between 7 years old to 14 years old, with mean age 8,79 years (SD=1,12 years). 5 of them was girls with average 8,67 years of age (SD=1,12) and 9 was boys with average 9 years of age (SD=1,22). The measurements of kinematic analysis was taken by 2 BERTEC 40X60 force plates, for the collection of the kinetic data. The measurement placed on three stages: a. the stage before the prism exposure in witch had determined the shift way of prism exposure in every subject particularly, b. the stage of prism exposure and c. the stage of remove the prisms goggles. The results of Repeated Measures Analysis (GLM) showed to all participates that the centre of gravity was shifted in the base of state on children's quite stance condition ( $p < 0,05$ ). The results also showed that there's been minimized the chronic parameter of dynamic raise activity from a sitting position for both stage, in prism exposure and in removed prisms goggles of participates, but it was no statistical significant ( $p > 0,05$ ).

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την αποπεράτωση της διατριβής μου θα ήθελα πρώτα από όλους να ευχαριστήσω την ολόψυχα τη φίλη μου και Καθηγήτρια Εφαρμογών της Σ.Ε.Υ.Π. του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. κ. Μηλιώτη Στυλιανή, που με την αμέριστη βοήθειά της κατέστη δυνατή η επιτυχής ολοκλήρωση της συγγραφής της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω με όλη μου την καρδιά το σύζυγο μου, τα παιδιά μου και τη μητέρα μου οι οποίοι με την υπομονή και την ηθική υποστήριξη τους, βοήθησαν στην ολοκλήρωση αυτής της έρευνας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ επίσης αποδίδω στους επιβλέποντες καθηγητές μου κ. Τσακλή Παναγιώτη Αναπληρωτή Καθηγητή στη Σ.Ε.Υ.Π. του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. καθώς και στον κ. Γιάκα Ιωάννη Επίκουρο Καθηγητή του ΤΕΦΑΑ Τρικάλων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	ΣΕΛΙΔΑ
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	
ABSTRACT	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	6
<b>ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ</b> .....	8
<b>ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ</b> .....	8
<b>ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΣΧΗΜΑΤΑ</b> .....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	10
Στασιτικός έλεγχος και οπτική αντίληψη.....	10
Χρήση πρισμάτων στη νευροαποκατάσταση .....	12
Στρατηγικές ελέγχου.....	13
Σκοπός της έρευνας.....	14
Σημασία της έρευνας .....	14
Ερευνητικές υποθέσεις .....	15
Μηδενικές υποθέσεις.....	16
Ορισμοί.....	16
Πρισματική απόκλιση.....	17
Πρισματική μετατόπιση.....	17
Πρισματικός προσανατολισμός.....	18
Πρισματική προσαρμογή.....	18
‘Άμεση επίδραση’ στην πρισματική προσαρμογή.....	19
‘Μετεπίδραση’ στον πρισματικό προσανατολισμό.....	19
Στασιτικός έλεγχος.....	19

Στρατηγικές ελέγχου.....	19
Πρισματική επαναρύθμιση (recalibration).....	20
Επανευθυγράμμιση (realignment).....	20
Οπτική ‘αγνόηση’ .....	20
Οριοθετήσεις.....	20
Περιορισμοί.....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>22</b>
Εγκεφαλικές δομές και επίδραση της πρισματικής προσαρμογής.....	23
Κινητική προσαρμογή μέσω της πρισματικής μετατόπισης του οπτικού πεδίου .....	30
Στρατηγική ελέγχου και πρισματική προσαρμογή.....	39
Αισθητικοκινητικές επιδράσεις του πρισματικού προσανατολισμού..	47
Αισθητηριακές βλάβες και επίδραση της πρισματικής προσαρμογής ..	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>54</b>
Δείγμα.....	54
Εργαλεία μέτρησης .....	55
Διαδικασία καταγραφής των δεδομένων.....	55
Αξιολόγηση δυναμικής φόρτισης.....	56
Αξιολόγηση κινηματικής ανάλυσης της έγερσης από την καθιστή θέση.....	57
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>59</b>
Αποτελέσματα της δυναμικής όρθιας στάσης.....	59
Αποτελέσματα της δυναμικής δράσης sitstand σε σχέση με το χρόνο..	72
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>74</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>80</b>

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>81</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....</b>	<b>104</b>

### ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ</b>	<b>ΤΙΤΛΟΣ</b>	<b>ΣΕΛΙΔΑ</b>
<b>Πίνακας 4.1.1</b>	Δημογραφικά χαρακτηριστικά .....	59
<b>Πίνακας 4.1.2</b>	Έλεγχος κανονικότητας κατανομών Kolmogorov – Smirnov.....	60
<b>Πίνακας 4.1.3</b>	Μέσες τιμές και αποκλίσεις κατανομής βάρους Kgr.....	64
<b>Πίνακας 4.1.4</b>	Πολυμεταβλητοί έλεγχοι αλληλεπίδρασης.....	64
<b>Πίνακας 4.1.5</b>	Αρχικός πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 1η μέτρηση.....	66
<b>Πίνακας 4.1.6</b>	Πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 2η μέτρηση.....	67
<b>Πίνακας 4.1.7</b>	Πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 3η μέτρηση.....	67
<b>Πίνακας 4.1.8</b>	Έλεγχοι σφαιρικότητας.....	68
<b>Πίνακας 4.1.9</b>	Πολυμεταβλητοί έλεγχοι αλληλεπίδρασης.....	68
<b>Πίνακας 4.1.10</b>	Έλεγχος επαναλαμβανόμενων αντιθέσεων.....	69
<b>Πίνακας 4.1.11</b>	Μέσες τιμές κατανομής βάρους Kgr. και τυπική απόκλιση για το ‘δεξιό τύπο’ ποδιού.....	69
<b>Πίνακας 4.1.12</b>	Μέσες τιμές κατανομής βάρους Kgr. και τυπική απόκλιση για το αριστερό τύπο ποδιού.....	70
<b>Πίνακας 4.2.1</b>	Μέσοι χρόνοι και τυπική απόκλιση σε sec, μεταξύ έναρξης και ισορροπίας ανά στάδιο μέτρησης.....	73



## ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

<b>Διάγραμμα 4.1.1</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού. 1η Μέτρηση.....	61
<b>Διάγραμμα 4.1.2</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού. 1η μέτρηση.....	61
<b>Διάγραμμα 4.1.3</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού. 2η Μέτρηση.....	62
<b>Διάγραμμα 4.1.4</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού. 2η Μέτρηση.....	62
<b>Διάγραμμα 4.1.5</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού. 3η Μέτρηση.....	63
<b>Διάγραμμα 4.1.6</b>	Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού. 3η Μέτρηση.....	63
<b>Διάγραμμα 4.1.7</b>	Μέσες τιμές βάρους Kgr. ανά μέτρηση.....	65
<b>Διάγραμμα 4.1.8</b>	Μέσες τιμές Kgr. για τα τρία στάδια επαν. μέτρησης για τον ‘δεξί τύπο’ ποδιού.....	70
<b>Διάγραμμα 4.1.9</b>	Μέσες τιμές Kgr. για τα τρία στάδια επαν. μέτρησης για τον αριστερό τύπο ποδιού.....	71
<b>Διάγραμμα 4.2.1</b>	Μέση τιμή, Έναρξη – Ισορροπία, για τα τρία στάδια μέτρησης.....	73

## ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΣΧΗΜΑΤΑ

<b>Σχήμα 1</b>	Σχηματική αναπαράσταση των χρονικών περιόδων της δυναμικής δράσης sitstand.....	72
----------------	--	----

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Στον άνθρωπο ο κινητικός έλεγχος καθορίζεται από τρία κύρια αισθητηριακά συστήματα: το αιθουσαίο, το ιδιοδεκτικό και το οπτικό (Huitema 2005) και μπορεί να προσαρμοστεί μέσω της κινητικής εκπαίδευσης (Gottshall 2006). Για την επιτυχή μετακίνησή του το άτομο θα πρέπει να πληρεί την προϋπόθεση της ικανότητας μετακίνησης του σώματος του στο χώρο προς την επιθυμητή κατεύθυνση, αλλά και της ικανότητας αποτελεσματικής προσαρμογής στις εκάστοτε αλλαγές του χώρου και των συνθηκών του περιβάλλοντος. Η προσαρμογή στο χώρο είναι μία αργή διαδικασία και αφορά τις αλλαγές που συμβαίνουν μέσα στο αισθητηριακό σύστημα (Huitema 2005).

Η αποτελεσματικότητα του ανθρώπου στον τομέα της αυτοεξυπηρέτησης επίσης προϋποθέτει την επιτυχή μετακίνηση κυρίως στην όρθια θέση (βάδιση) αλλά και τη σύνδεση διαφόρων λειτουργικών θέσεων μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα είναι η ικανότητα έγερσης από την καθιστή θέση στην όρθια στάση (Shumway-Cook 1995).

#### *1.1. Στατικός έλεγχος και οπτική αντίληψη*

Η σημαντικότητα της οπτικής αντίληψης στην ανάπτυξη του κινητικού ελέγχου του ατόμου έχει επισημανθεί από πληθώρα ερευνών (e.g.Redding et al., 2005). Σύμφωνα με τον Sage (1977) η φτωχή οπτική αντίληψη έχει αρνητική επιρροή στην κινητική ανάπτυξη τη κινητική συμπεριφορά και το στατικό έλεγχο καθώς το οπτικοαντιληπτικό σύστημα είναι αυτό που έχει υψηλή σημασία για τη ρύθμιση και οργάνωση των συνεργιών (Bernstein, 1996; Turvey & Carello, 1996). Σε απουσία της όρασης, η ιδιοδεκτικότητα είναι η καθοδηγός της μετατόπισης του βάρους του

σώματος και του κινητικού συντονισμού (Black & Riley, 2002). Το κινητικό σύστημα είναι ικανό να δημιουργήσει σταθερά κινητικά πρότυπα για μια συγκεκριμένη κινητική λειτουργία μέσω των στενά συνδεδεμένων συνδέσεων των ιδιοδεκτικών-αντιληπτικών και κινητικών λειτουργιών (Black & Riley, 2002). Καθώς το οπτικό σύστημα είναι αυτό που επαναπροσδιορίζει μία κατάσταση (Black et al., 2002) όταν συμβούν μεταβολές στην οπτική αντίληψη επαναπροσδιορίζεται η κινητική κατάσταση μέσω της ιδιοδεκτικότητας και της δράσης. Τα προαναφερόμενα συνεργαζόμενα συστήματα, σε μία λειτουργία, πρέπει να βρίσκονται σε μία ιδανική ισορροπία για την αντίληψη ενός συνεπής λογικά κόσμου (Redding et al., 2005). Ασυμφωνία μεταξύ αυτών των αισθητηριακών συστημάτων μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (e.g., Held, 1965) καθώς τα τμήματα του σώματος που υποστηρίζουν αυτά τα συστήματα αλλάζουν μέγεθος και σχήμα με διαφορετικούς ρυθμούς τόσο ποσοστιαία όσο και βαθμιαία (Bedford, 1993). Σε αντίθεση, στην ενήλικη ζωή ο καλός συντονισμός είναι συνεχώς απαραίτητος, καθώς τα πολύπλοκα συστήματα λειτουργούν με σεβασμό το ένα στο άλλο (Bedford, 1992).

Συχνά ο σχεδιασμός μίας λειτουργίας απαιτεί οπτική και κινητική καθοδήγηση για την επίτευξη δομών συντονισμού των συνδέσεων μεταξύ οπτικών, κινητικών και ιδιοδεκτικών συστημάτων (Bedford, 1992). Οι δομές συντονισμού είναι λειτουργίες στρατηγικού ελέγχου που αναπτύσσονται με ιεραρχικό τρόπο και διαφοροποιούνται από γενικά σε εξειδικευμένα κινητικά πρότυπα για συγκεκριμένους κινητικούς στόχους (Redding and Wallace, 1997a). Σύμφωνα με τον Bedford (1992) σε μια ανεπιτυχή προσπάθεια εκτέλεσης μιας συγκεκριμένης λειτουργίας, εξαιτίας λανθασμένης οπτικής πληροφόρησης, το κινητικό και το ιδιοδεκτικό σύστημα συνεργάζονται, παρέχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες για την επιτυχή εκτέλεσή της.

## **1.2. Χρήση πρισμάτων στη νευροαποκατάσταση**

Τα πρίσματα είναι τριών επιπέδων γυάλινες διαφανείς πυραμίδες τα οποία έχουν μία βάση και μία κορυφή. Μπορούν να τοποθετηθούν ανά ζεύγη προσαρμοσμένα σε ειδικούς περιστρεφόμενους σκελετούς γυαλιών με προσανατολισμό της βάσης τους προς διάφορες κατευθύνσεις, με στόχο να μεταβάλλουν τον προσανατολισμό του ατόμου στον χώρο. Καθώς ο προσανατολισμός του ατόμου μέσω των πρισμάτων επηρεάζει την αντίληψη του χώρου, τα πρίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επηρεάσουν τον στατικό τόνο, τη στατική αντίδραση και την ισορροπία (Benabib, 2007).

Ο στατικός έλεγχος στον άνθρωπο διαφοροποιείται με την πάροδο του χρόνου προσαρμοζόμενος στα νέα δεδομένα, ενώ η εκπαίδευση του ελέγχου της στάσης και κίνησης μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας προσαρμογής (Gottshall et al., 2005). Σύμφωνα με τους Pisella et al., (2006) οι νευρολογικοί μηχανισμοί παρουσιάζουν πλαστικότητα ως προς την οπτική αντίληψη του χώρου γεγονός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πανίσχυρο εργαλείο για την νευροαποκατάσταση το οποίο μπορεί να παράγει άμεσες επιδράσεις στο οπτικοαντιληπτικό και κινητικό σύστημα καθώς επίσης και στην προσήλωση προσοχής και την υψηλή γνωστική νευρολογική λειτουργία

Η ενσωμάτωση στην νευροαποκατάσταση του χειρισμού της οπτικής αντίληψης του χώρου της έχει θεαματικά αποτελέσματα βελτίωσης των κινητικών λειτουργικών θεραπευτικών στόχων (Benabib, 2007). Ο χειρισμός της οπτικής αντίληψης του χώρου γίνεται μέσω πρισματικών γυαλιών. Μέσω των πρισμάτων αλλάζει η αντίληψη της μέσης γραμμής του σώματος στο χώρο, διευκολύνεται η μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος, αλλάζει η ιδιοδεκτική επανατροφοδότηση από τη βάση στήριξης σε όλο το σώμα, ευθυγραμμίζοντας

κεφαλή-αυχένα-κορμό και άκρα, και τέλος ενισχύεται η επανοργάνωση του σώματος στη νέα αντίληψη που αφορά στη μέση γραμμή μέσω της επίδρασης του οπτικού και αιθουσαίου συστήματος (Benabib,2007). Η χρήση των πρισμάτων μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα καθημερινών λειτουργικών δραστηριοτήτων, όπως τη στατική ισορροπία (Tilikete et al., 2001), το διάβασμα (Farnè et al., 2002), και την οδήγηση αναπηρικού αμαξιδίου (Courtois-Jacquin et. al., 2006).

### ***1.3. Στρατηγικές ελέγχου***

Οι Στρατηγικές ελέγχου αφορούν στην ικανότητα διασύνδεσης και διάδρασης των αισθητηριακών συστημάτων ώστε να λαμβάνουν, να επεξεργάζονται και να οργανώνουν τις αισθητηριακές πληροφορίες με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να αντιλαμβάνεται έναν συνεπή λογικά κόσμο (Redding et al.,2005).

Σε φυσιολογικές συνθήκες υπάρχουν συγκεκριμένες στρατηγικές ελέγχου για τις προσαρμογές της κινητικής συμπεριφοράς του ατόμου. Για κάθε κινητική δράση κωδικοποιείται η οπτικοκινητική πληροφορία που σχετίζεται με το συγκεκριμένο κινητικό στόχο (Redding et al.,2005). Στο επίπεδο της στρατηγικής ελέγχου όσον αφορά τον προσανατολισμό στο χώρο, όταν υπάρχει διαφορά μεταξύ οπτικού και ιδιοδεκτικού προσανατολισμού ο οπτικός αποπροσανατολισμός στο χώρο, που μπορεί να συμβεί μέσω της εφαρμογής των πρισμάτων, μπορεί να αυξάνει σταθερά το λάθος, συγκρινόμενος με τον ιδιοδεκτικό προσανατολισμό, αναπτύσσοντας επαναπροσανατολισμό και επανευθυγράμμιση (Redding et al.,2005). Η ρύθμιση της θέσης-στάσης, η στρατηγική ελέγχου και η επανοργάνωση της αντίληψης του χώρου είναι οι κατηγορίες των διαδικασιών που μπορούν να επηρεάσουν την κινητική εκτέλεση κατά τη διάρκεια προσανατολισμού μέσω των πρισμάτων (Martin et al., 2002). Η αισθητικοκινητική ασυμμετρία που παρουσιάζεται λόγω της πρισματικής μετατόπισης είναι ικανή να παράγει αλλαγές τόσο στην αντίληψη όσο και στην

ενεργητική στατική λειτουργία των τμημάτων του σώματος (Redding et al.,2005). Η οπτική εξάσκηση μπορεί να επηρεάσει βελτιωτικά λειτουργικούς οπτικούς στόχους σε παιδιά με κινητικές δυσλειτουργίες, ενσωματώνοντάς την στο πρόγραμμα εκπαίδευσης και αποκατάστασης (Benabib,2007).

#### **1.4. Σκοπός της έρευνας**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να μελετηθούν οι επιδράσεις της εφαρμογής πρισμάτων τύπου Fresnel, απόκλισης  $5^0$  σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων. Συγκεκριμένα θα καταγραφούν οι αποκλίσεις της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος κατά την όρθια στάση, καθώς και οι επιδράσεις που αφορούν στις χρονικές παραμέτρους της στατικής ισορροπίας κατά την έγερση από την καθιστή στην όρθια στάση.

#### **1.5. Σημασία της έρευνας**

Από τη συστηματική ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας προκύπτει ότι παρά την πληθώρα μελετών σχετικά με τις επιδράσεις των πρισμάτων σε φυσιολογικούς ενήλικες, δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες σε παιδιά τουλάχιστον από όσο είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε. Η μελέτη της επίδρασης των πρισμάτων στο χειρισμό της οπτικής αντίληψης σε φυσιολογικά παιδιά θα αποτελέσει ένα πλαίσιο αναφοράς για την εφαρμογή των πρισμάτων σε παιδιά με κινητικές δυσλειτουργίες.

Καθώς η ασυμμετρία του σώματος αποτελεί ένα κοινό χαρακτηριστικό σε ασθενείς με νευρομυϊκά προβλήματα η πιθανή μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος, που μπορεί να προκύψει μέσω των πρισμάτων λόγω της αλλαγής της αντίληψης της μέσης γραμμής του σώματος, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν ένα επιπρόσθετο θεραπευτικό μέσο για την εκπαίδευση του στατικού ελέγχου σε παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων.

Για να καταστεί δυνατή η χρήση των πρισματικών γυαλιών ως θεραπευτικό μέσο σε παιδιά με κινητικές δυσλειτουργίες είναι αναγκαίο ένα πλαίσιο αναφοράς αποτελεσμάτων του πρισματικού προσανατολισμού σε αντίστοιχο φυσιολογικό πληθυσμό (ηλικίας 7-10 ετών)

#### **1.6. Ερευνητικές υποθέσεις**

1. Η εφαρμογή πρισμάτων σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα προκαλέσει μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση ως απάντηση στην πρισματική μετατόπιση.
2. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (άμεση επίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα προκληθεί μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση προς την πλευρά της πρισματικής μετατόπισης
3. Μετά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (μετεπίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα προκληθεί μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση προς την αντίθετη πλευρά της πρισματικής μετατόπισης
4. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (άμεση επίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα καταγραφεί η ύπαρξη επίδρασης της πρισματικής απόκλισης, της χρονικής παραμέτρου στο στάδιο έναρξης-ισορροπίας της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος κατά τη δυναμική δραστηριότητα sit - stand
5. Μετά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (μετεπίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα καταγραφεί μείωση της χρονικής παραμέτρου έναρξης-ισορροπίας της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος κατά τη δυναμική δραστηριότητα sit - stand

### **1.7. Μηδενικές υποθέσεις**

1. Η εφαρμογή πρισμάτων σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων δεν θα προκαλέσει μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση ως απάντηση στην πρισματική μετατόπιση.
2. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (άμεση επίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα προκληθεί μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση προς την αντίθετη πλευρά της πρισματικής μετατόπισης
3. Μετά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (μετεπίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων θα προκληθεί μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος στην όρθια στάση προς την ίδια πλευρά της πρισματικής μετατόπισης.
4. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (άμεση επίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων δεν θα καταγραφεί η ύπαρξη επίδρασης της πρισματικής απόκλισης, της χρονικής παραμέτρου στο στάδιο έναρξης-ισορροπίας της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος
5. Μετά τη διάρκεια της εφαρμογής πρισμάτων (μετεπίδραση) σε φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων δεν θα καταγραφεί μείωση της χρονικής παραμέτρου στο στάδιο έναρξης-ισορροπίας της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος

### **1.8. Ορισμοί**

#### Πρίσματα

Τα πρίσματα είναι είδος γυαλιών. Τα πρισματικά περιστρεφόμενα γυαλιά είναι τριών επιπέδων διαφανείς πυραμίδες οι οποίες έχουν μία βάση και μία κορυφή.



Μπορούν να τοποθετηθούν με ποικίλους τρόπους, πάντα όμως ανά ζεύγη με τη βάση τους προσανατολισμένη προς την ίδια κατεύθυνση. (Benabib,2007). Η εφαρμογή των πρισμάτων διαφοροποιεί την οπτική αντίληψη του χώρου. Ο σκοπός της χρήσης των πρισμάτων είναι να συνδυάσει και να οργανώσει τις πληροφορίες από το ιδιοδεκτικό, οπτικό και αισθησιακό στην νέα αντιληπτική κατάσταση.

### Πρισματική απόκλιση

Τα πρίσματα αποκλίνουν ή διαθλούν το φως αλλάζοντας την οπτική αντίληψη στον άνθρωπο, με αποτέλεσμα την κίνηση ευθυγράμμισης των ματιών, ώστε να επιτευχθεί η διοπτρική όραση (Benabib,2007).

### Πρισματική μετατόπιση

Η εφαρμογή των πρισμάτων διαφοροποιεί την αντίληψη του προσανατολισμού της μέσης γραμμής του σώματος προς την αντίθετη κατεύθυνση της βάσης του πρίσματος. Η επίδραση των πρισμάτων στην οπτική αντίληψη του χώρου αφορά στις αλλαγές στο επίπεδο αντίληψης του χώρου στο οποίο συμβαίνει η κινητική δράση. Η περιστροφή της βάσης των πρισμάτων επιτρέπει τη νέα αντιληπτική προσαρμογή στο χώρο μέσω της παρουσίασης νέου αντιληπτικού επιπέδου κινητικής δράσης(Benabib, 2007). Συγκεκριμένα :

- Στροφή της βάσης του πρίσματος προς τα επάνω μετατοπίζει την οπτική αντίληψη του χώρου προς τα κάτω και μπροστά. Υπάρχει μία αίσθηση σύνθλιψης του χώρου. Προκαλείται αυχενική κάμψη.
- Στροφή της βάσης του πρίσματος προς τα κάτω μετατοπίζει την οπτική αντίληψη του χώρου προς τα κάτω και πίσω. Υπάρχει μία αίσθηση επέκτασης της αντίληψης του χώρου. Προκαλείται αυχενική έκταση.

- Στροφή της βάσης του πρίσματος προς τα δεξιά μετατοπίζει την αντίληψη του χώρου προς τα αριστερά. Υπάρχει η αίσθηση ότι όλος ο αντιληπτικός χώρος είναι προς αριστερά, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση του κέντρου βάρους προς τα αριστερά.
- Στροφή της βάσης του πρίσματος προς τα αριστερά μετατοπίζει την αντίληψη του χώρου προς τα δεξιά. Υπάρχει η αίσθηση ότι ολόκληρος ο χώρος έχει μετακινηθεί προς τα δεξιά με αποτέλεσμα τη μετατόπιση του κέντρου βάρους προς τα δεξιά (Benabib, 2007).

Τα πρίσματα μπορούν να αλλάξουν το στατικό τόνο, επηρεάζοντας την αντίληψη της μέσης γραμμής του σώματος. Αυτό συμβαίνει διευκολύνοντας την μετατόπιση του κέντρου βάρους σε σχέση με την ευθυγράμμιση της κεφαλής-αυχένα και αυχένα-κορμού σε σχέση με τον κάθετο και τον οριζόντιο άξονα ισορροπίας του ανθρώπου στο χώρο. Αυτή η μετατόπιση του κέντρου βάρους διαφοροποιεί το ιδιοδεκτικό ερέθισμα από τη βάση στήριξης σε ολόκληρο το σώμα συμβάλλοντας στον ευθειασμό κεφαλής-αυχένα-κορμού, και ενισχύει την επίδραση των οπτικών και αιθουσαίων ερεθισμάτων (Benabib, 2007).

#### Πρισματικός προσανατολισμός

Ο πρισματικός προσανατολισμός είναι το αποτέλεσμα της πρισματικής μετατόπισης που συμβάλει στην προσαρμογή του προσανατολισμού του ανθρώπου στο χώρο στη νέα κατάσταση αντίληψης του χώρου και να επηρεάσει την αντίδραση του σώματος σ' αυτή την αλλαγή της αντίληψης (Benabib, 2007).

#### Πρισματική προσαρμογή

Η προσπάθεια προσαρμογής του ανθρώπου, στην νέα αντίληψη του χώρου, μέσω της πρισματικής απόκλισης και της πρισματικής μετατόπισης καλείται πρισματική προσαρμογή. Η πρισματική προσαρμογή αναφέρεται σε δύο καταστάσεις,

την «άμεση επίδραση» και την «μετεπίδραση» (Redding et al., 2005; Redding and Wallace 2006).

#### ‘Άμεση επίδραση’ στην πρισματική προσαρμογή

Το αποτέλεσμα της επίδρασης των πρισμάτων κατά τη διάρκεια της χρονικής περιόδου της εφαρμογής τους καλείται ‘άμεση επίδραση’. Αφορά στην μετατόπιση της μέσης γραμμής του σώματος και του κέντρου βάρους προς την αντίθετη πλευρά της βάσης των πρισμάτων και είναι η άμεση απάντηση σε μία πρώιμη προσπάθεια προσανατολισμού του ανθρώπου στο χώρο.

#### ‘Μετεπίδραση’ στον πρισματικό προσανατολισμό

Όταν αφαιρεθούν τα πρίσματα για κάποιο χρονικό διάστημα, η αντίληψη του χώρου παραμένει ίδια με αυτήν της πρισματικής προσαρμογής και καλείται ‘μετεπίδραση’ του πρισματικού προσανατολισμού. Αυτό είναι και το ‘κέρδος’ της εφαρμογής των πρισμάτων εφόσον και μετά την αφαίρεσή τους μπορούν και μετεπιδρούν στην αντίληψη του χώρου μετακινώντας τη μέση γραμμή του σώματος προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

#### Στατικός έλεγχος

Ο στατικός έλεγχος είναι η ικανότητα του ανθρώπου να μπορεί να ισορροπεί και να μετακινείται ενάντια στη βαρύτητα (Shumway-Cook 1995). Το αιθουσαίο, το ιδιοδεκτικό και το οπτικό σύστημα είναι τα τρία κύρια αισθητηριακά συστήματα που δίνουν επανατροφοδότηση σχετικά με τη θέση του σώματος στο χώρο (Huitema 2005). Ο στατικός έλεγχος είναι δυνατόν να προσαρμοστεί μέσω της κινητικής εκπαίδευσης (Gottshall 2006).

#### Στρατηγικές ελέγχου

Οι Στρατηγικές ελέγχου αφορούν στην ικανότητα διασύνδεσης και διάδρασης των αισθητηριακών συστημάτων ώστε να λαμβάνουν, να επεξεργάζονται και να

οργανώνουν τις αισθητηριακές πληροφορίες με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να αντιλαμβάνεται έναν συνεπή λογικά κόσμο.

### Πρισματική επαναρύθμιση (recalibration)

Η πρισματική επαναρύθμιση είναι στρατηγική της εκ νέου σχεδίασης των κωδικοποιημένων κινήσεων στο χώρο, όταν έχει προηγηθεί μία λάθος εκτέλεση εξαιτίας της γρήγορης κινητικής απάντησης ως προσαρμογή στον πρισματικό προσανατολισμό. Η πρισματική επαναρύθμιση αφορά ρυθμίσεις ως προς την ταύτιση της αντίληψης του οπτικού και ιδιοδεκτικού χώρου που αφορούν στον σκοπό-στόχο.

### Επανευθυγράμμιση (realignment)

Η επανευθυγράμμιση είναι η διαδικασία της μετατροπής της σχεδίασης του χώρου, μετά από πρισματικό προσανατολισμό, ώστε να φέρει τα εισερχόμενα μηνύματα των αισθητηριακών συστημάτων σε συντονισμό. Στην επανευθυγράμμιση οι οπτικά κωδικοποιημένοι στόχοι φυσιολογικά οδηγούν στον συντονισμό των άκρων, και η προσαρμογή αυτή μπορεί και επαναφέρει γνήσιο σχεδιασμό του χώρου.

### Οπτική ‘αγνόηση’

Η οπτική μονόπλευρη ‘αγνόηση’ είναι ένα σύνδρομο, στο οποίο οι ασθενείς αποτυγχάνουν να λάβουν, να απαντήσουν ή να προσανατολιστούν στα ερεθίσματα που εισέρχονται από το χώρο και αφορούν στην αντίθετη πλευρά της βλάβης του εγκεφάλου. Η οπτική ‘αγνόηση’ δεν αφορά μόνο το οπτικό σύστημα αλλά είναι αισθητηριακή απόρριψη όλων των ερεθισμάτων που αφορούν στην αντίθετη της βλάβης πλευρά.

## **1.9. Οριοθετήσεις**

1. Η έρευνα έγινε στις εγκαταστάσεις του ΑΤΕΙΘ και χρειάστηκε έγγραφη συναίνεση του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, για την χρησιμοποίηση του «Εργαστηρίου Βιοαναλυτικών Εφαρμογών».

2. Το έγγραφο 'βεβαίωσης συναίνεσης δοκιμαζομένου' στην παρούσα μελέτη, που αφορούσε τη διαδικασία και τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας συμπληρώθηκε και υπογράφηκε από τους γονείς των παιδιών.
3. Το έγγραφο 'έγκρισης συμμετοχής στην έρευνα' συμπληρώθηκε και υπογράφηκε επίσης από τους γονείς των παιδιών.
4. Η ηλικία των συμμετεχόντων έπρεπε να είναι μεταξύ 7-10 ετών.
5. Όλα τα παιδιά ελέγχθηκαν από οφθαλμίατρο ο οποίος βεβαίωσε τη φυσιολογική όραση, γεγονός που αποτελούσε προϋπόθεση της συμμετοχής στην έρευνα.
6. Όλα τα παιδιά ήταν υγιή, και αρτιμελή και δεν παρουσίαζαν κανένα σύμπτωμα κινητικής δυσλειτουργίας.

#### ***1.10. Περιορισμοί***

1. Στην περίπτωση άρνησης της συμπλήρωσης, από τους γονείς, της 'βεβαίωσης συναίνεσης δοκιμαζομένου' στο πρόγραμμα, αποκλειόταν η συμμετοχή του παιδιού στην έρευνα.
2. Εάν οι γονείς είχαν αντίρρηση ως προς τη συμπλήρωση και την υπογραφή του εγγράφου της 'έγκρισης συμμετοχής σε έρευνα', αποκλειόταν η συμμετοχή του παιδιού τους στην έρευνα.
3. Αποκλείστηκαν παιδιά που δεν ήταν στην ηλικία μεταξύ 7-10 ετών.
4. Τα παιδιά που ελέγχθηκαν από τον οφθαλμίατρο και δεν βρέθηκαν να έχουν φυσιολογική όραση, αποκλείστηκαν από την έρευνα.
5. Όσα από τα παιδιά δεν ήταν υγιή ή αρτιμελή ή παρουσίαζαν κάποιο σύμπτωμα κινητικής δυσλειτουργίας αποκλείστηκαν από την έρευνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Στη σύγχρονη αλλά και παλαιότερη βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα μελετών που αναφέρονται στη πρισματική προσαρμογή των στρατηγικών ελέγχου του ανθρώπου, είτε σε επίπεδο επίλυσης κάποιων συγκεκριμένων κινητικών προβλημάτων (Lueder and Norman, 2006) είτε σε επίπεδο προσπάθειας επιβεβαίωσης συγκεκριμένων θεωρητικών υποθέσεων (Riddell et al. 1999), είτε τέλος σε ερευνητικό επίπεδο με στόχο την ανακάλυψη νέων δεδομένων προσαρμογής του οπτικοκινητού και αντιληπτικοκινητικού συστήματος. Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών επεκτείνουν την κατανόηση του αντιληπτικού και κινητικού ελέγχου (Fernández-Ruiz et al., 2000; Kitazawa et al., 1995; Kitazawa et al., 1997; Martin et al., 1996a; Martin et al., 2002; Roller et al., 2001) και της νευροπαθολογίας (Berberovic et al., 2004; Farnè et al., 2002; Farber et al., 2003; Frassinetti et al., 2002; Maravita et al., 2003; Pisella et al., 2002; Robe et al. 1998/1999; Rossetti et al., 1998; Tilikete et al., 2001).

Η προσαρμογή στον πρισματικό αποπροσανατολισμό φαίνεται να είναι ιδιαίτερος, συνδεδεμένη με τον τρόπο εφαρμογής των πρισμάτων (Sekiyaama et al., 2000; Stratton, 1897a; Stratton, 1897b; Taylor, 1962) καθώς πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για αυτό το σκοπό από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα (Held and Hein, 1958; Helmholtz, 1909; Kohler, 1951) λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητα της πρισματικής προσαρμογής (Redding and Wallace, 1993, 1997a, 2002, 2003a). Η εφαρμογή των πρισμάτων στον άνθρωπο και η επίδρασή τους παραμένει ακόμη ένα ανοικτό πεδίο μελέτης για τους σύγχρονους ερευνητές.

## **2.1. Εγκεφαλικές δομές και επίδραση της πρισματικής προσαρμογής**

Οι έρευνες που ασχολήθηκαν με την πρισματική προσαρμογή εστιάσθηκαν στη μελέτη της επίδρασης της στην παρεγκεφαλίδα, τα βασικά γάγγλια και τους λοβούς του εγκεφάλου (βλ. Kohler, 1964; Kornheiser, 1976).

Ο καθοριστικός ρόλος της παρεγκεφαλίδας στην κινητική προσαρμογή του ανθρώπου, ως αποτέλεσμα της εφαρμογής πρισμάτων έχει αναφερθεί σε αρκετές έρευνες, (Michael and Ciuffreda, 2006; Weiner et al, 1983; Redding and Wallace 1998; Martin et al. 1996; Baizer et al., 1974). Ο Martin και οι συνεργάτες του (1996) και οι Redding and Wallace (1998) παρατήρησαν μικρή ή απύσχα κινητική προσαρμογή στην εφαρμογή πρισμάτων σε ασθενείς με γενικευμένη παρεγκεφαλιδική ατροφία, κατώτερη υπερτροφία της ελαίας του προμήκη, ή εστιακές θρομβωτικές νεκρώσεις στην οπίσθια κατώτερη παρεγκεφαλιδική αρτηρία. Τα αποτελέσματα αυτών των δύο ερευνών μπορεί να αποτελέσουν, μία πολύ χρήσιμη πληροφορία της κινητικής πρόγνωσης για τη συγκεκριμένη κατηγορία ασθενών.

Πολλοί ασθενείς με βλάβη στον πλάγιο λοβό της παρεγκεφαλίδας δεν παρουσιάζουν στοιχεία προσαρμογής κατά την εφαρμογή των πρισμάτων, παρόλο που η εσωτερική (egocentric) αντίληψη του χώρου είναι διαταραγμένη (Welch, 1978). Σύμφωνα με τον Karoor και τους συνεργάτες του (2001) τέτοιες προσαρμογές δεν παρατηρούνται παρά μόνο εάν υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων αισθήσεων. Η εφαρμογή πρισμάτων σε φυσιολογικά άτομα, προκαλούν μία διαταραχή και ασυμφωνία μεταξύ της υποκειμενικής και αντικειμενικής αίσθησης της αντίληψης του χώρου. Αυτή η ασυμφωνία πολύ γρήγορα μειώνεται με την προσαρμογή στα φυσιολογικά άτομα (Huang and Ciuffreda, 2006) στους ασθενείς όμως με βλάβη στον πλάγιο λοβό της παρεγκεφαλίδας, είναι ήδη παρούσα μία ασυμφωνία σε νευρολογικό υπόβαθρο, στην υποκειμενική και αντικειμενική

αντίληψη της μέσης γραμμής του σώματος τους στο χώρο (Srein, 1989). Με την εφαρμογή των πρισμάτων μειώνεται αυτή η ασυμφωνία της εσωτερικής αντίληψης του χώρου με αποτέλεσμα κάθε περαιτέρω προσαρμογή μπορεί να μην είναι επιθυμητή ή απαραίτητη ή και να είναι δυσάρεστη (Huang and Ciuffreda, 2006).

Σύμφωνα με τον Bonnefai-Kyriacou και τους συνεργάτες του (1998) σε παρεγκεφαλιδική δυσλειτουργία βρέθηκε να επηρεάζεται η ακρίβεια του σύστοιχου αταξικού χεριού, προκαλώντας ‘κινητικό τρόμο’ σε αργές δραστηριότητες καθώς και υπερβολικά λάθη σε γρήγορης στόχευσης κινήσεις. Η παρεγκεφαλίδα, και ειδικότερα το οπίσθιο τμήμα του φλοιού της (Martin et al., 1996; Baizer et al., 1999) έχει υποδειχθεί από μελέτες σε ασθενείς με βλάβες-ελλείμματα, ως μία πολύ σημαντική δομή στην πρισματική προσαρμογή σε πλάγια μετατόπιση του οπτικού πεδίου (Weiner et al., 1983). Η ανακρίβεια της κίνησης του άκρου μπορεί να παρατηρηθεί και χωρίς να υπάρχει επίδραση στην ικανότητα του ατόμου για πρισματική προσαρμογή, ενώ έλλειμμα στην πρισματική προσαρμογή του αταξικού χεριού, έχει παρατηρηθεί μετά από μονόπλευρη βλάβη στο οπίσθιο τμήμα της παρεγκεφαλίδας (Martin et al., 1996; Baizer et al., 1999). Η παρεγκεφαλίδα δέχεται από τα άκρα ιδιοδεκτικές πληροφορίες, καθώς και οπτικά ερεθίσματα τα οποία μπορούν να εκληφθούν ως ένα λάθος σήμα (Baizer et al., 1999, Stein & Glickstein, 1992).

Ο Pisella και οι συνεργάτες του (2005) ασχολήθηκαν με την εντόπιση ετερόπλευρης βλάβης της παρεγκεφαλιδικής λειτουργίας στην πρισματική προσαρμογή, σε έναν ασθενή με μονόπλευρη βλάβη της πρόσθιας περιοχής του φλοιού της παρεγκεφαλίδας, και ειδικά στην αριστερή ανώτερη παρεγκεφαλιδική αρτηρία [superior cerebellar artery (SCA)], ο οποίος παρουσίαζε αταξία και έντονο ίλιγγο. Μέτρησαν τις μετεπιδράσεις της πρισματικής προσαρμογής σε 4 συνδυασμούς προσανατολισμού: α. από τις ενδεχόμενες επιδράσεις χρησιμοποίησης των χεριών



(αριστερό χέρι σε σχέση με δεξί) και β. από την κατεύθυνση της πρισματικής απόκλισης (αριστερά πρίσματα σε σχέση με δεξιά πρίσματα). Ο ασθενής παρουσίασε πρισματική προσαρμογή στην προς τα αριστερά πρισματική μετατόπιση του οπτικού πεδίου, αλλά όχι προς τη δεξιά, ανεξαρτήτως από το ποιο χέρι χρησιμοποίησε κατά τη διάρκεια του προσανατολισμού. Αυτή η μελέτη δείχνει το έλλειμμα της προσαρμογής ειδικά στην πρισματική κατεύθυνση μετά από βλάβη στην περιοχή της SCA, ανεξάρτητα από το χέρι που χρησιμοποιείται στον πρισματικό προσανατολισμό. Σε αντίθεση, στη μελέτη του Martin και των συνεργατών του (1996) σε 5 ασθενείς με βλάβη στην περιοχή της οπίσθιας κατώτερης παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας, η επηρεασμένη πρισματική προσαρμογή στο αταξικό χέρι φαίνεται αντιφατική σε σχέση με τα αποτελέσματα της μελέτης του Pisella και των συνεργατών του (2005). Σε βλάβη του κατώτερου τμήματος της παρεγκεφαλίδας σε πείραμα σε πίθηκους, αναφέρεται έλλειμμα της πρισματικής προσαρμογής μόνο για το αταξικό χέρι (Baizer et al., 1999). Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι ο Weiner και οι συνεργάτες του (1983) βρήκαν σημαντική προσαρμογή στην εκτέλεση του κινητικού στόχου κατά τον πρισματικό προσανατολισμό (άμεση επίδραση) σε ασθενείς με βλάβη στην παρεγκεφαλίδα, αλλά χωρίς μετεπιδράσεις στον πρισματικό προσανατολισμό. Ο Weiner και οι συνεργάτες του (1983) εισηγήθηκαν ότι το δεξιό πρόσθιο τμήμα της παρεγκεφαλίδας είναι κρίσιμο και για την προσαρμογή αλλά και για την ενημέρωση της οπτικής απόκλισης. Η παρεγκεφαλίδα φαίνεται να εμπλέκεται στις θεραπευτικές επιδράσεις της πρισματικής προσαρμογής (Luauté et al., 2002). Ενώ το έλλειμμα της πρισματικής προσαρμογής έχει σχέση με βλάβη στην παρεγκεφαλίδα (Rossetti et al., 1998; Pisella et al., 2004), και ενώ έχει φανεί ο ρόλος της παρεγκεφαλίδας στην αντίληψη της πρισματικής απόκλισης (Rossetti et al., 1998), σύμφωνα με τον Weiner και τους συνεργάτες του (1983) διευκρινίζεται η

αναγκαιότητα του δεξιού πρόσθιου τμήματος της παρεγκεφαλίδας στην πρισματική προσαρμογή.

Παρά του ότι η παρεγκεφαλίδα φαίνεται να είναι πολύ σημαντική στην πρισματική προσαρμογή (Fink et al.,2000; Thach et al.,1992; Clower et al.,2001), το υπεύθυνο κέντρο παραμένει ο δεξιός πλάγιος λοβός του εγκεφάλου (Michel et al.2003). Στα συμπεράσματα της μελέτης του Clower και των συνεργατών του (2001) αναφέρεται δραστηριότητα στον οπίσθιο πλευρικό φλοιό του εγκεφάλου και όχι στην παρεγκεφαλίδα σε φυσιολογικά άτομα, λόγω της πρισματικής μετατόπισης, κατά τη διάρκεια προσπάθειας να απλώσουν το χέρι να φτάσουν ένα στόχο,. Παρόλα αυτά σε έρευνα του Pisella και των συνεργατών του (2001) έχει φανεί ότι σε ασθενείς με μονόπλευρη βλάβη του οπίσθιου πλευρικού φλοιού του εγκεφάλου δεν παρουσιάστηκε έλλειμμα στην προσαρμογή στα πρίσματα. Στη μελέτη του Schmähmann (1998), αναφέρεται ότι, οι αμοιβαίες συνδέσεις μεταξύ της παρεγκεφαλίδας και του οπίσθιου πλευρικού φλοιού του εγκεφάλου μπορούν να εξασφαλίσουν έναν ανατομικό υπόστρωμα που υποστηρίζει παρεγκεφαλιδική συμμετοχή σε υψηλές ρυθμιστικές γνωστικές διαδικασίες.

Σύμφωνα με τον Fernandez-Ruiz και τους συνεργάτες του (2003) η πρισματική προσαρμογή είναι μία μορφή οπτικοκινητικής μάθησης, στην οποία το οπτικό και κινητικό σύστημα πρέπει να προσαρμοσθούν στη νέα αντιληπτική κατάσταση, όταν προκληθεί μία οπτική διαταραχή εξαιτίας της οριζόντιας απόκλισης του οπτικού πεδίου μέσω των πρισμάτων. Ο πιθανός ρόλος των βασικών γαγγλίων στην οπτικοκινητική μάθηση, μελετήθηκε από τον Fernandez-Ruiz και τους συνεργάτες του (2003) σε ασθενείς με Parkinson(PD) και Huntington (HD Στην έρευνα των Fernandez-Ruiz και των συνεργατών του (2003) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι παρόλο που οι ασθενείς είχαν πρόβλημα στα βασικά γάγγλια και

πρόβλημα στον οπτικοκινητικό έλεγχο, είχαν φυσιολογικό επίπεδο προσαρμογής στην πρισματική προσαρμογή. Τα αποτελέσματα της έρευνας των προαναφερθέντων ερευνητών υποστηρίζουν την υπόθεση ότι, τα βασικά γάγγλια δεν εμπλέκονται στην μάθηση νέων σχεδιασμών μεταξύ των οπτικών διαδοχών και των κινητικών απαντήσεων, και συμφωνεί με τα ευρήματα των Willingham & Koroshetz (1993) και Willingham και οι συνεργάτες του (1996). Στην ίδια μελέτη των Fernandez-Ruiz και των συνεργατών του (2003) παρατηρήθηκε επίσης μειωμένη μετεπίδραση, η οποία διαφοροποιεί τη φυσιολογική συσχέτιση μεταξύ προσαρμογής και μετεπίδρασης γεγονός που υποδεικνύει ότι σε βλάβη των βασικών γαγγλίων δεν επηρεάζεται η πρισματική προσαρμογή αλλά η μετεπίδραση και αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της επίδρασης διαφορετικών παραγόντων γνωστικής αντίληψης.

Ο Willingham και οι συνεργάτες του (1996) υποστηρίζουν ότι οι ασθενείς με HD παρουσιάζουν ανέπαφη ικανότητα μάθησης ενός νέου κινητικού στόχου που απαιτεί καινούργιο οπτικοκινητικό σχεδιασμό, ενώ αντίθετα σε επαναλαμβανόμενες κινητικές ακολουθίες επηρεάζεται σημαντικά η εκτέλεση.

Ο Weiner και οι συνεργάτες του (1993) και ο Stern και οι συνεργάτες του (1988) επίσης ασχολήθηκαν με το ρόλο των βασικών γαγγλίων στην πρισματική προσαρμογή, σε ασθενείς με Parkinson, αναφέροντας φυσιολογική πρισματική προσαρμογή. Επίσης σε έρευνα του Canavan και των συνεργατών του (1990), βρέθηκε ότι ασθενείς με Parkinson, σε πρώιμο στάδιο, χρειάζονται περισσότερες προσπάθειες για να επιτευχθεί πρισματική προσαρμογή από αυτούς που πάσχουν χρόνια. Συμπερασματικά οι μελέτες σε ασθενείς με PD, αναφέρουν φυσιολογική πρισματική προσαρμογή (Weiner et al., 1983; Stern et al., 1988), και επηρεασμένη την πρισματική προσαρμογή σε ασθενείς με HD (Paulsen et al., 1993).

Ο Pérennou και οι συνεργάτες του (1997) ερεύνησαν την υπόθεση ότι ο δεξιός εγκέφαλος είναι κυρίαρχος στην οπτική καθοδήγηση της ισορροπίας του σώματος. Τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου είναι υπεύθυνα για διαφορετικές λειτουργίες, και υποδηλώνεται μία επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου σε επίπεδο αντίληψης, ενώ το δεξιό ημισφαίριο είναι καλά προσαρμοσμένο σε ολιστικές διαδικασίες (Delis et al., 1986; Hellige, 1993). Στο πεδίο της δράσης, υποδηλώνεται μία δεξιά επικράτηση που αφορά στον έλεγχο όλου του σώματος και στη στατική ισορροπία (Pérennou et al., 1997). Η παρεγκεφαλιδική διαδικασία της οργάνωσης των πληροφοριών του χώρου επίσης φανερώνει μία αξιοσημείωτη δεξιά επικράτηση, η οποία βασίζεται σε ένα δίκτυο κατανεμημένο στο δεξί ημισφαίριο με κρίσιμα κομβικά σημεία, συμπεριλαμβανομένου του προκινητικού φλοιού και του οπίσθιου πλάγιου φλοιού (Corbetta et al., 1993; Gitelman et al., 1996). Ο Gitelman απέδειξε ότι σε επίπεδο σύνθετων κινήσεων, η συνέπεια του δεξιού ημισφαιρίου βασίζεται όχι μόνο στη μυϊκή δράση αλλά και στο συνολικό στόχο της κινητικής δράσης (Gitelman et al., 1996). Σύμφωνα με τον Amblard και τους συνεργάτες του (1985) η όραση φαίνεται να έχει έναν συνεπή ρόλο στην στατική ισορροπία, ιδιαίτερα στο μετωπιαίο επίπεδο. Ο Pérennou και οι συνεργάτες του (1997) στην προσπάθεια διερεύνησης της επικράτησης του δεξιού ημισφαιρίου στον οπτικό έλεγχο της σταθεροποίησης ολοκλήρου του σώματος, διοχέτευσαν οπτικές πληροφορίες στο ένα μόνο ημισφαίριο, καλύπτοντας το πεδίο όρασης στο άλλο μάτι, σε 8 υγιή άτομα, που εκτελούσαν ένα στατικό στόχο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, παρόλο που υπάρχει μία ικανότητα του αριστερού ημισφαιρίου στην επεξεργασία της οπτικής πληροφόρησης με σταθεροποίηση της κεφαλής, το βασικό συμπέρασμα στην έρευνα αυτή είναι η επικράτηση της συμβολής του δεξιού ημισφαιρίου στη σταθεροποίηση της κεφαλής στη στρατηγική του χώρου (Pérennou et al., 1997). Τα αποτελέσματα

αυτά έρχονται σε συμφωνία με την άποψη της προεπικράτησης της στατικής έλλειψης ισορροπίας σε ασθενείς με βλάβη στο δεξιό ημισφαίριο του εγκεφάλου (Bohannon et al., 1986; Robe et al., 1997), και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα ελέγχου για επέκταση της έρευνας σε ασθενείς με εγκεφαλική βλάβη.

Η σταθερότητα της κεφαλής στη στρατηγική έλεγχου του χώρου φαίνεται να είναι παράγοντας ‘κλειδί’ στο δυναμικό στατικό έλεγχο, καθώς βρέθηκε να βελτιώνει οπτικές και αιθουσαίες διαδικασίες που συνεισφέρουν στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος (Assaiante & Amblard, 1993; Grossman et al., 1988; Pozzo et al., 1990; Amblard et al., 1997). Η οπτική συνεισφορά στην σταθεροποίηση της κεφαλής έχει αποδειχθεί και σε φυσιολογικούς ενήλικες στην καθιστή θέση σε περιστρεφόμενη καρέκλα (Guitton et al., 1986). Επίσης η σταθεροποίηση της κεφαλής μέσω της οπτικής προσήλωσης σε στόχο φαίνεται να αποτελεί παράγοντα κλειδί για την επιτυχή εκτέλεση βολής στην καλαθοσφαίριση (Ripoll et al., 1986). Εντούτοις η όραση φάνηκε να έχει μικρή επίδραση στην σταθεροποίηση της κεφαλής στο χώρο σε παιδιά ή ενήλικες κατά τη βάδιση (Assaiante & Amblard, 1993; Pozzo et al., 1990).

Οι Newport και Jackson (2006) μελέτησαν τη συνεισφορά του οπίσθιου πλευρικού φλοιού και των συνδέσεων του στο στοιχείο της στρατηγικής της πρισματικής προσαρμογής που απαιτείται για την αντιληπτική επανευθυγράμμιση. Τα αποτελέσματα της προαναφερθείσας μελέτης παρουσιάζουν ισχυρές αποδείξεις για την εμπλοκή του οπίσθιου πλευρικού φλοιού στην πρισματική προσαρμογή. Και επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι οι διαδικασίες της στρατηγικής έλεγχου και η επανευθυγράμμιση στο χώρο είναι λειτουργικά διαχωρισμένες.

Σε ανατομικό και θεωρητικό επίπεδο, το σύστημα ελαίας του προμήκη και παρεγκεφαλίδας έχει φανεί να είναι αυτό στο οποίο λαμβάνει χώρα η προσαρμογή και η μάθηση (Albus 1971; Gilbert 1975; Ito 1972; Marr 1969). Σε άλλες μελέτες των

πρισματικών προσαρμογών, που χρησιμοποίησαν οφθαλμική επανατροφοδότηση για την κίνηση του βραχίονα, έχει φανεί ότι ή η προσαρμογή ήταν προσβεβλημένη ή απύσχα σε βλάβη στο σύστημα ελαίας του προμήκη και της παρεγκεφαλίδας (Baizer and Glickstein, 1974; Baizer et al., 1999; Gauthier et al., 1979; Martin et al., 1996a; Weiner et al., 1983).

Σύμφωνα με τον Martin και τους συνεργάτες του (1996a) δεν υπήρξε καμία πρισματική προσαρμογή ή ήταν επηρεασμένη σε ασθενείς με γενικευμένη παρεγκεφαλιδική ατροφία, υπερτροφία της κάτω ελαίας του προμήκη ή με εστιακές θρομβωτικές περιοχές στην κατανομή από την οπίσθια κατώτερη παρεγκεφαλιδική αρτηρία στο μονόπλευρο κατώτερο παρεγκεφαλιδικό σκέλος, ή στο μονόπλευρο μέσο παρεγκεφαλιδικό σκέλος .

## ***2.2. Κινητική προσαρμογή μέσω της πρισματικής μετατόπισης του οπτικού πεδίου***

Ο πρισματικός προσανατολισμός προκαλεί μηχανισμούς προσαρμογής στην αντιληπτικοκινητική εκτέλεση σε όλη τους την πολυπλοκότητα (Redding & Wallace, 1997a). Τρεις τουλάχιστον διαδικασίες προσαρμογής εκμαιεύονται από τον πρισματικό προσανατολισμό: η ρύθμιση της στάσης του σώματος, η στρατηγική ελέγχου και η επανοργάνωση του χώρου. Σε όλες αυτές τις διαδικασίες επηρεάζεται η εκτέλεση κατά τη διάρκεια πρισματικού προσανατολισμού και σε επίπεδο ‘άμεσης’ επίδρασης αλλά και σε επίπεδο ‘μετεπίδρασης’ (Redding et al., 2005). Η αισθητικοκινητική ασυμφωνία εξαιτίας πρισματικής μετατόπισης μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές είτε μόνο της αντίληψης της στάσης του σώματος είτε και της πραγματικής στάσης του σώματος. Κλασική επίδειξη αλλαγής στην αντίληψη της θέσης του σώματος μέσω των πρισμάτων αποτελεί η οπτική σύλληψη, κατά την οποία το άτομο αισθάνεται ότι το χέρι του βρίσκεται εκεί που το βλέπει (Hay et al., 1965; Tastevin, 1937). Η οπτική σύλληψη είναι μία από τις γενικές κατηγορίες

στρατηγικών που επιστρατεύονται για την επίλυση των ενδοαισθητηριακών αποκλίσεων (Welch & Warren, 1986). Για παράδειγμα η ασυμμετρία στο οπτικό πεδίο που παράγεται από τον πρισματικό αποπροσανατολισμό, μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στην αίσθηση της θέσης της κεφαλής (Redding & Wallace, 2003b, 2004a). Η ενδοαισθητηριακή απόκλιση δεν παράγει από μόνη της μετεπιδράσεις (Welch & Warren, 1980; Welch et al., 1979), μπορεί όμως να μειώσει την άμεση επίδραση του πρισματικού αποπροσανατολισμού στην εκτέλεση κατά τη διάρκεια εφαρμογής των πρισμάτων προκαλώντας την εμφάνιση προσαρμογής. Για παράδειγμα, η αίσθηση στροφής της κεφαλής (χωρίς πραγματική κίνηση στροφής) σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της πρισματικής μετατόπισης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των πρισμάτων μειώνει την επίδραση του πρισματικού αποπροσανατολισμού με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται λάθος στόχευση στην ίδια κατεύθυνση της πρισματικής μετατόπισης (Redding & Wallace, 2003b, 2004a).

Ο Redding και οι συνεργάτες του (2005) σε έρευνά τους υποστήριξαν ότι, όταν ένα κινητικό πλάνο αποτυγχάνει την επίτευξη του στόχου του, όπως συμβαίνει κατά τη διάρκεια εφαρμογής των πρισμάτων, εάν υπάρχει επαρκής χρόνος, μία άμεση επανατροφοδότηση μπορεί να οδηγήσει στη διόρθωση του λάθους στην εκτέλεση, ή όταν τα αποτελέσματα είναι γνωστά από προηγούμενες προσπάθειες μπορεί να επαναπροσδιοριστεί η θέση του στόχου για το κινητικό πλάνο και να βελτιωθεί ο προσανατολισμός του στόχου στις επόμενες προσπάθειες. Η επαναρύθμιση είναι ένα είδος επικοινωνιακής γνώσης σύμφωνα με τον Welch και τους συνεργάτες του (1978), αλλά μπορεί να γενικευθεί στην εκτέλεση κινητικών πλάνων μετά τον πρισματικό προσανατολισμό, όπως έχουν δηλώσει οι Redding & Wallace σε πολλές έρευνες (2002, 2003a, 2001, 2004b). Ωστόσο η επαναρύθμιση δεν μπορεί να είναι η μόνη αιτία μετεπίδρασης, εάν και μόνο μπορεί να εμφανίζεται κατά

την απουσία λαθών στην εκτέλεση (Dewar, 1971; Howard et al., 1974; Jakobson & Goodale, 1989; Templeton et al., 1974; Uhlarik, 1973). Η προσαρμογή της στάσης, η στρατηγική επαναρύθμισης και η επανευθυγράμμιση στο χώρο, αποτελούν μετεπιδράσεις στην πρισματική εφαρμογή συνεισφέροντας στην προσαρμογή της εκτέλεσης (Redding & Wallace, 1993, 2003b, 2004a).

Στον άνθρωπο η ρίψη σε ένα στόχο μπορεί να εκπαιδευτεί, προσδιορίζοντας τις θέσεις των στόχων σε σχέση με το σώμα και αντισταθμίζοντας τυχόν ανωμαλίες του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ το νευρικό σύστημα (Ν.Σ.) θα πρέπει να καθορίσει πώς το κινητικό σύστημα θα χρησιμοποιήσει διαφορετικά μέσα για παρόμοιους σκοπούς (Bernstein, 1967; Lashley, 1930). Διαφοροποίηση στην κινητική εκτέλεση συμβαίνει είτε σε επίπεδο στρατηγικής επιλογής (Field & Stein 1997) ή σε επίπεδο συνέργειας των αρθρώσεων στα συνισταμένα τμήματα του σώματος, για την εκτέλεση μίας κίνησης (Abbs and Cole 1987). Σύμφωνα με τον Martin και τους συνεργάτες του (1996a,b) η εφαρμογή πρισμάτων μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο για τη μελέτη της κινητικής συνέργειας, της κινητικής προσαρμογής και της κινητικής μάθησης. Την πρώτη φορά που επιχειρεί κάποιος για παράδειγμα τη ρίψη μπάλας σε ένα στόχο, η προσήλωση των οφθαλμών προηγείται της ρίψης (Vickers 1994) και αυτή γίνεται στην κατεύθυνση της προσήλωσης των οφθαλμών. Μετά την τοποθέτηση των πρισμάτων, ο Martin και οι συνεργάτες του (2002) υποστηρίζουν ότι, τα μάτια αποκλίνουν προς την αντίθετη κατεύθυνση της βάσης των πρισμάτων, και η πρώτη ρίψη είναι προς την πλευρά της προσήλωσης των οφθαλμών. Σε συνεχόμενες ρίψεις τα μάτια προσηλώνονται μέσω της αύξησης της γωνίας προσήλωσης-ρίψης και η ρίψη γίνεται πιο ακριβής (κινητική προσαρμογή) (Martin et al., 2002), ενώ αφού αφαιρεθούν τα πρίσματα, η πρώτη ρίψη ακολουθεί την προηγούμενη μνήμη της γωνίας προσήλωσης των ματιών, και η κατεύθυνση ρίψης



πραγματοποιείται προς την αντίθετη πλευρά (αρνητική επίδραση). Το λάθος στην εκτέλεση χρησιμοποιείται από το οπτικό σύστημα ως επανατροφοδότηση για τη διαδοχική τροποποίηση της ρύθμισης της οφθαλμικής προσήλωσης (Kohler 1964). Με την επανάληψη γίνεται γνωστή η θέση του στόχου για κάθε φάση ρίψης που αφορά στο πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την αφαίρεση των πρισμάτων, και έτσι ‘γνωρίζουν’ την ακριβή θέση του στόχου (κινητική μάθηση)( Martin et al.,2002). Σε προηγούμενη μελέτη των Martin et al.(1996b), διαπιστώθηκε ότι οι προσαρμογές στις ρίψεις από το ένα χέρι, δεν μεταφέρονται στο άλλο, όπως και προσαρμογές σε ρίψεις πάνω από το κεφάλι δεν μεταφέρονται σε ρίψεις κάτω από το κεφάλι.

Ο Martin και οι συνεργάτες του (2002), μελέτησαν τους μηχανισμούς που υπογραμμίζουν το συντονισμό και την προσαρμογή των σύνθετων κινήσεων. Η μελέτη αφορούσε βασικούς μηχανισμούς όπως συνέργεια, προσαρμογή και εμπλεκόμενες κινήσεις σε υγιείς ενήλικες που πραγματοποίησαν ρίψεις με το επικρατούν χέρι σε συγκεκριμένο στόχο, μέσω πρισματικής εφαρμογής. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η σύνδεση μεταξύ των γωνιών των αρθρώσεων του σώματος χρησιμοποιήθηκε ώστε να μειωθεί η ποικιλία εκτέλεσης των ρίψεων που πραγματοποιήθηκαν. Ο Martin και οι συνεργάτες του (2002) υποστηρίζουν βάση των αποτελεσμάτων τους ότι, η αστάθεια και η ασυμφωνία μεταξύ των γωνιών των αρθρώσεων του σώματος μπορεί να υπηρετήσουν ως ένας μηχανισμός με τον οποίο το άτομο ψάχνει μέσω των αρθρώσεων του για τις καταλληλότερες λύσεις στα προβλήματα κινητικού ελέγχου. Σε άλλη μελέτη του Martin και των συνεργατών του (Martin et al.,2001) που αφορούσε κατακόρυφη πρισματική μετατόπιση, οι συμμετέχοντες ακολούθησαν τη στρατηγική του περιορισμού των βαθμών ελευθερίας των αρθρώσεων του σώματος ώστε να επιτύχουν μία επανοργάνωση της οπτικής προσήλωσης κατά τη ρίψη, σε σχέση με την κατάσταση χωρίς πρισματική

μετατόπιση. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της μελέτης του Marteniuk και των συνεργατών του (2000) τα οποία αναφέρουν ότι οι γωνίες των αρθρώσεων του σώματος που ελέγχονταν σαν μία μονάδα σε συμπεριφορές επιδεξιότητας, συχνά δεν ήταν παρακείμενες αλλά αρκετές φορές κατανέμονταν και σε άλλα άκρα του σώματος.. Τέτοια στρατηγική ελέγχου, στην οποία ευθυγραμμίσεις ή γωνίες του σώματος, ελέγχονται με επείγοντα πρότυπα ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις του στόχου, έχουν καταγραφεί σε πολλές κινήσεις όπως η σύλληψη αντικειμένων (Cole and Abbs 1986, Santello and Soechting 1997), η ομιλία (Hughes and Abbs 1976), η προσέγγιση κάποιου στόχου (Abend et al., 1982), η δακτυλογράφηση (Soechting and Flanders 1997), το παίξιμο πιάνου (Engel et al., 1997), η μετακίνηση (Winter 1984), η στόχευση (Marteniuk et al., 2000) και το κτύπημα μπάλας (Arutyunyan et al., 1968, 1969).

Ο έλεγχος της στάσης και της κίνησης στον άνθρωπο μπορεί να προσαρμοστεί με την πάροδο του χρόνου και η εκπαίδευση της κίνησης μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας προσαρμογής (Bloomberg et al., 2000; Lee et al., 1991). Οι Cohen και Kimball υποστήριξαν ότι οι ασκήσεις ολοκλήρου του σώματος στο χώρο ενισχυμένες με ηθελημένες, προγραμματισμένες κινήσεις της κεφαλής, φαίνεται να αξιοποιούν πιθανά έναν τύπο εύπλαστης προσαρμογής, και οι οποίες είναι συχνά αποτελεσματικές στην αποκατάσταση ασθενών με βλάβες του αιθουσαίου συστήματος (Cohen and Kimball, 2004). Στη μελέτη του ο Gottshall και οι συνεργάτες του (2006) προσπάθησαν να καθορίσουν εάν οι τεχνικές εκπαίδευσης του αισθητηριοκινητικού συστήματος, το οποίο εμπλέκει διαδικασίες κεντρικής προσαρμογής, μπορεί να βελτιώσει την λειτουργική ισορροπία κατά τη στάση και τη βάδιση, σε υγιείς ενήλικες που υποβλήθηκαν μέσω πρισμάτων σε οπτική παραμόρφωση. Από τα αποτελέσματα της προαναφερθείσας μελέτης σε 80 υγιή

άτομα φάνηκε ότι η παρουσία απόκλισης στη φυσιολογική δυναμική βάρδια επηρεάστηκε από την οπτική παραμόρφωση. Η απόκλιση αυτή βελτιώθηκε μέσω ασκήσεων, που είχαν ενσωματωμένη εκούσια και προγραμματισμένη κίνηση της κεφαλής. Η χρήση ασκήσεων χωρίς αυτά τα χαρακτηριστικά δεν οδήγησε σε διευκόλυνση της προσαρμογής. Έτσι στη θεραπευτική παρέμβαση που αφορά στο αιθουσαίο σύστημα και στην ισορροπία, η αποκατάσταση θα πρέπει να ενσωματώνει ενεργητική κίνηση της κεφαλής και όχι μόνο μερική ενσωμάτωση της κίνησης της κεφαλής στο χώρο (π.χ. κίνηση της κεφαλής κατά την έγερση, τη βάρδια ή την κατάκλιση)(Gottshall et al.,2006).

Όταν η περιμετρική όραση αποτυγχάνει να ολοκληρώσει την παροχή των απαραίτητων πληροφοριών για τον λεπτό συντονισμό της κίνησης, εξαιτίας λάθους στην κινητική ή αντιληπτική επανατροφοδότηση, προσαρμόζεται στη λάθος ταύτιση. Αυτή η λανθασμένη ταύτιση συμβαίνει μεταξύ όρασης, στασικού ελέγχου και κίνησης. (Benabib, 2007). Στους ενήλικες με στατικές και κινητικές δυσλειτουργίες, η θεραπευτική προσέγγιση οδηγεί το σώμα σε μία κινητική απάντηση, επαναπροσδιορισμού της στάσης και διευκόλυνσης των κινήσεων προσαρμογής, μέσω ισορροπιστικών και διορθωτικών αντιδράσεων, που αφορά στα αντιληπτικά και αιθουσαία συστήματα (Benabib,2007). Οι κινήσεις προσαρμογής μπορούν να τροποποιηθούν με τη χρήση πρισμάτων, επιλύοντας αποπροσανατολισμούς εγκατεστημένους εξαιτίας λανθασμένης επανατροφοδότησης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες παρατηρείται νέα μάθηση, η οποία τελικά οδηγεί το κεντρικό νευρικό σύστημα σε μάθηση κινήσεων μεγαλύτερης ακρίβειας μέσω νέας επανατροφοδότησης. Στη θεραπεία των ενηλίκων όσον αφορά σε στατικές και κινητικές δυσλειτουργίες, το σώμα κινείται μέσω της επίδρασης των αντιληπτικών και αιθουσαίων συστημάτων, εκφράζοντας διορθωτικές και ισορροπιστικές

αντιδράσεις. Έτσι μπορεί να επαναπροσδιοριστεί η στάση του σώματος και να διευκολυνθεί η κίνηση προσαρμογής-απάντησης. Η R.Benabib (2007) ερεύνησε την πρισματική προσαρμογή σε ένα παιδί 3 ετών με σπαστική διπληγία, το οποίο ακολουθούσε από πριν πρόγραμμα φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης με σκοπό την επίδραση στη στατική ισορροπία και την αύξηση της διάρκειας των αποτελεσμάτων της θεραπευτικής επίδρασης καθώς τα αποτελέσματα της φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης δεν είχαν την επιθυμητή διάρκεια. Μία εκ γενετής εγκεφαλική βλάβη μπορεί, υποθετικά, να προκαλέσει μυϊκές επιδράσεις ή αποπροσανατολισμό στην πρώιμη κινητική ανάπτυξη, η οποία οδηγεί σε μία δυσλειτουργία μεταξύ της ιδιοδεκτικότητας, της κιναισθησίας και της οπτικής πληροφόρησης, με αποτέλεσμα αποτυχία στη στατική προσαρμογή (Benabib, 2007). Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η διαχείριση της αντίληψης του χώρου μέσω της αλλαγής του προσανατολισμού είναι δυνατόν να διορθώσει τον προσανατολισμό, τη μετατόπιση του βάρους και την ιδιοδεκτική πληροφόρηση, από την πιο επιβαρυνμένη πλευρά, με τη χρήση της αριστερής ή δεξιάς βάσης προσανατολισμού των πρισμάτων. Σε αντίθεση, μπορεί να αυξήσει την έκταση ή κάμψη, αναλόγως της ανάγκης, μέσω της χρήσης των πρισμάτων με τη βάση προσανατολισμού κάτω ή πάνω αντίστοιχα, εάν αυτό κριθεί αναγκαίο (Benabib, 2007).

Σε μία συντονισμένη κινητική συμπεριφορά, οι μυϊκές ομάδες είναι λειτουργικά αναγκασμένες να ενεργούν ως αυτορυθμιστικές συνεργίες (Bernstein, 1967,1996; Tuller et al., 1982; Turvey, 1990). Το απτικό και ιδιοδεκτικό σύστημα είναι κυρίαρχης σημασίας στον σχηματισμό και τη ρύθμιση αυτών των μυϊκών συνεργιών (Bernstein, 1996; Turvey & Carello, 1996). Πολύ στενές συνδέσεις μεταξύ της ιδιοδεκτικής αντίληψης και της κινητικής λειτουργίας καθιστούν ικανό το κινητικό σύστημα να δημιουργήσει σταθερότητα και συναφή κινητικά πρότυπα. Η

διαταραχή του απτικού συστήματος κατά τον ρυθμικό συγχρονισμό μεταξύ των άκρων, διαταράσσει τον συντονισμό (Serrien et al., 2001). Οι Black & Riley (2002) μέσω της πρισματικής επίδρασης, σε 22 υγιείς ενήλικες σε δραστηριότητα στόχευσης, ερεύνησαν τα αποτελέσματα της ιδιοδεκτικής μετατόπισης του συντονισμού των ρυθμικών κινήσεων των άκρων οι οποίες εκτελέσθηκαν κάτω από απτική (ιδιοδεκτική) καθοδήγηση, σε απουσία όρασης. Από τα αποτελέσματα της μελέτης των Black & Riley (2002) προέκυψε ότι, η σύγκριση του ρυθμικού συντονισμού των άνω άκρων στην εκτέλεση δραστηριότητας στόχευσης, στην προ και μετά κατάσταση της πρισματικής εφαρμογής, ήταν μετατοπισμένη σε ένα μικρό αλλά αξιόπιστο βαθμό και προς την αναμενόμενη κατεύθυνση της οπτικής εκτόπισης. Ο βαθμός της διακύμανσης του ρυθμικού συντονισμού των άνω άκρων δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την πρισματική εφαρμογή. Οι Black & Riley (2002) υποστηρίζουν ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους είναι απαραίτητη η οπτική καθοδήγηση.

Με την αύξηση της ηλικίας φαίνεται ότι στον άνθρωπο υπάρχει φθορά στα τρία κύρια αισθητηριακά συστήματα, ιδιοδεκτικό, αιθουσαίο και οπτικό με αποτέλεσμα μειωμένη αισθητικότητα των αρθρικών υποδοχέων σε ποδοκνημικές και γόνατα (Skinner et al., 1984), ενώ αντίθετα ενισχύονται τα ερεθίσματα δόνησης (Brocklehurst et al., 1982). Η αύξηση της ηλικίας έχει συνδεθεί και με τις αλλαγές στο αιθουσαίο σύστημα που αφορούν τη φθορά των θεμελιωδών αιθουσαίων νευρώνων (Park et al., 2001). Σε σχέση με το οπτικό σύστημα, η μείωση της ικανότητας της επιλεκτικής αξιοποίησης της οπτικής πληροφόρησης, η μείωση της αισθητικότητας, η μείωση της εν τω βάθος αισθητικότητας, ο περιορισμός του οπτικού πεδίου και της ακρίβειας είναι αλλαγές ιδιαιτέρως συνδεδεμένες με την γήρανση (Rubin et al., 2001; Watson, 2001). Παρόλαυτα, αν και η οπτική οξύτητα ελαττώνεται σημαντικά με το γήρας, τα ηλικιωμένα άτομα βασίζονται κατά πολύ στην αίσθηση

της όρασης, και όπως αναφέρεται σε αρκετές μελέτες (Anderson et al., 1998; Lord & Webster, 1990), εξαρτώνται από την οπτική πληροφόρηση για τη διατήρηση της ισορροπίας κατά τη βάδιση, σε σχέση με τους νεότερους ανθρώπους. Σε έρευνα του Huitema και των συνεργατών του (2005) μελετήθηκε το εάν η ιδιοδεκτικότητα, το αιθουσαίο σύστημα και η όραση είναι παράγοντες που συμβάλουν στον καθορισμό της σταθερότητας της βάδισης στα ηλικιωμένα άτομα. Στην προαναφερθείσα έρευνα πήραν μέρος 36 υγιείς ενήλικες (12 νέοι, 12 μεσήλικες και 12 γηραιοί), και μελετήθηκαν οι αλλαγές στην βάδιση σε πρισματική μετατόπιση. Όπως ήταν αναμενόμενο αυτό που φάνηκε καθαρά ήταν ότι η βάδιση επηρεάζεται, με την εκφύλιση των αισθητηριακών συστημάτων. Οι ερευνητές (Huitema et al., 2005) υποστήριξαν ότι με την αύξηση της ηλικίας, δεν υπάρχει αρκετή πληροφόρηση από τα αισθητηριακά συστήματα ώστε να αλληλοσυμπληρωθούν οι πληροφορίες για προσαρμογή στο περιβάλλον. Μία άλλη δευτερογενής αιτία, φάνηκε ότι ήταν η μείωση της ταχύτητας στη διαδικασία της πληροφόρησης, η οποία μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με την αύξηση της ηλικίας. Ο Huitema και οι συνεργάτες του (2005) υποστήριξαν επίσης ότι στα ηλικιωμένα άτομα ο μηχανισμός ευθυγράμμισης, κατά την εφαρμογή των πρισμάτων, είτε ήταν απών, είτε η επιρροή του ήταν πολύ μικρή με αποτέλεσμα να μην καταλήγουν σε ευθεία πορεία κατά τη βάδιση. Ο μηχανισμός της προσαρμογής είναι ένας τύπος ευθυγράμμισης μέσω του ιδιοδεκτικού και του οπτικού συστήματος. Στους γηραιούς η απουσία της ευθυγράμμισης επιχειρηματολογείται ότι οφείλεται στην εκφύλιση του ιδιοδεκτικού συστήματος το οποίο συντελεί στη μείωση της οπτικής αντίληψης μέσω της ιδιοδεκτικής απόκλισης. Σύμφωνα με τον Huitema και τους συνεργάτες του (2005) είναι δύσκολο να διευκρινιστεί ποιο από τα δύο συστήματα ήταν κυρίαρχο στην σαφή αναφορά της θέσης του σώματος στο χώρο. Μία περαιτέρω έρευνα της επίδρασης των

αισθητηριακών συστημάτων, χωρίς την οπτική επανατροφοδότηση της τροχιάς βάδισης, ίσως να έδινε κάποιες εξηγήσεις για τη σημασία κάθε συστήματος στη βάδιση.

### **2.3. Στρατηγική ελέγχου και πρισματική προσαρμογή**

Η στρατηγική ελέγχου περιλαμβάνει τη επιλογή, την τροποποίηση ή την εκμάθηση του κινητικού σχεδιασμού που απαιτείται για ένα σκοπό και οργανώνει, κατά ένα μεγάλο μέρος, στοιχεία επανατροφοδότησης του ελέγχου τα οποία προλαμβάνουν τα λάθη του αποπροσανατολισμού, πριν αυτά εμφανιστούν ή ακόμη πριν μεγιστοποιηθούν (Redding & Wallace, 1997a). Η στρατηγική ελέγχου παραπέμπει σε συνηθισμένες, καθημερινές συμπεριφορές προσαρμογής. Η πρισματική μετατόπιση προκαλεί λάθη στην εκτέλεση, εξαιτίας ασύμμετρης προσαρμογής των διαδικασιών στρατηγικής ελέγχου, που φυσιολογικά παράγουν καθημερινά συμπεριφορές προσαρμογής (Redding et al., 2005). Στη διάρκεια προσαρμογής των πρισμάτων δύο είναι οι βασικοί μηχανισμοί που ευθύνονται για την παραγωγή κινήσεων ακρίβειας, ο μηχανισμός στρατηγικού ελέγχου και ο μηχανισμός ευθυγράμμισης στο χώρο (Redding et al., 2005). Όταν ο εστιασμός της αντιληπτικοκινητικής δομής, σε καθημερινές προσαρμοστικές συμπεριφορές, μετατοπίζεται από έναν στόχο (η κούπα στο τραπέζι) σε κάποιον άλλο (το πληκτρολόγιο δίπλα στην κούπα στο τραπέζι) τότε επιστρατεύεται η στρατηγική ‘επαναρύθμισης’ ‘στο νέο στόχο (Redding et al, 2005). Όταν ένα άτομο βλέπει το στόχο ώστε να εκτελέσει την κίνηση ή όταν η κίνηση συμβαίνει σε πολύ γνωστό περιβάλλον και/ή οι κινήσεις είναι πολύ γνωστές ώστε να γίνονται από μνήμης, επιστρατεύονται οι στρατηγικές ‘ανατροφοδότησης’ (*‘feedforward’*) και ‘επανατροφοδότησης’ (Redding et al, 2005). Αν σε μία προσπάθεια χαθεί ο στόχος και γίνει ξανά αξιολόγησή του και με νέα εντολή προσαρμογής κληθεί να επιτευχθεί, τότε

έχουμε στρατηγική ‘επαναρύθμισης’(recalibration)(Redding et al, 2005). Όταν η σχέση του χώρου μεταξύ οπτικοκινητικών και ιδιοδεκτικών συντεταγμένων αλλάζει όπως συμβαίνει σε πρισματική απόκλιση όπου μετατοπίζεται η οπτικοκινητική πληροφορία, η ευθυγράμμιση είναι μία απαραίτητη στρατηγική ελέγχου ώστε να έρθουν σε συσχέτιση οι δύο πληροφορίες (Redding et al.,2005). Στην καθημερινότητα η ευθυγράμμιση της αντιληπτικοκινητικής εκτέλεσης είναι μία πλήρως αυτοματοποιημένη και μεταβαλλόμενη διαδικασία. Μόνο όταν συμβεί να χαθεί η ευθυγράμμιση, είναι παρούσα η διαδικασία της επανευθυγράμμισης (Redding et al, 2005).

Πολλοί ερευνητές διέκριναν διαφορετικά επίπεδα στρατηγικής ελέγχου για την επαναρύθμιση και την ευθυγράμμιση της αντίληψης του χώρου. (Redding & Wallace 1997a, 2002; Weiner et al., 1983; Clower & Boussaoud, 2000; Welch & Sampanes, 2004). Η επαναξιολόγηση παρουσιάζει μία τοπική περιγραφή ενός στόχου στο χώρο, μέσα σε ένα πολύ μεγαλύτερο αντιληπτικοκινητικό χώρο, αυξάνοντας έτσι την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της εκτέλεσης του στόχου (Redding and Wallace, 2003a). Η επαναξιολόγηση είναι σκόπιμη, επιδρώντας ενδογενώς στη συγκέντρωση της προσοχής στο χώρο, και αντιληπτικοκινητική (καθορίζει στόχους και εμπόδια, και στρατολογεί ενεργοποιητές), και επίσης είναι μία λειτουργία στρατηγικής ελέγχου αξιολόγησης, συλλογής και ανάπτυξης κινητικών πλάνων (Redding et al, 2005). Στην επαναξιολόγηση, η ευθυγράμμιση είναι προφανής. Η πιο άμεση εμπειρική απόδειξη της διάκρισης επαναξιολόγησης-ευθυγράμμισης φάνηκε σε έρευνα των Redding και Wallace(2001) σε σύγκριση της οπτικής και ιδιοδεκτικής επαναξιολόγησης κάτω από πρισματική απόκλιση σε ένα σκοπό στόχευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η οπτική επαναξιολόγηση με οπτική επαφή του άκρου, στην αρχική θέση, παράγει λάθος μεταβλητές σε σύγκριση με την ιδιοδεκτική



επαναξιολόγηση όταν το άκρο δεν είναι ορατό (Bowditch and Southard, 1880; Rossetti et al., 1994). Ωστόσο έχει φανεί από τους Redding και Wallace (1996;1997b) ότι, η λάθος οπτική επαναξιολόγηση αυξάνει σταθερά το λάθος της, συγκριτικά με την ιδιοδεκτική επαναξιολόγηση.

Σύμφωνα με τους Redding and Wallace, (1993) από τη σύγκριση των άμεσων επιδράσεων της πρισματικής μετατόπισης κατά τη διάρκεια του προσανατολισμού, με μετεπιδράσεις που υπήρξαν μετά τον πρισματικό προσανατολισμό, φάνηκε ότι σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες προσανατολισμού οι λανθασμένες εκτελέσεις προσανατολισμού(άμεσες επιδράσεις) εξαφανίζονται γρήγορα, αλλά οι μετεπιδράσεις αυξάνουν περισσότερο αργά και δεν φτάνουν στο επίπεδο της αντιστάθμισης για την πρισματική μετατόπιση. Τουλάχιστον δύο διαδικασίες προσαρμογής αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια του πρισματικού προσανατολισμού: α. γρήγορη επαναξιολόγηση της θέσης του στόχου με γρήγορο περιορισμό της παρουσίας λάθους και β. αργή ανάπτυξη ευθυγράμμισης ώστε να φέρει το σύστημα συντεταγμένων αρχών συντονισμού σε σχέση αντιστοιχίας (Redding et al, 2005). Η επαναξιολόγηση δείχνει αλλαγή της επίδρασης των προσπαθειών, εξαρτώμενη από την ομοιότητα μεταξύ των συνθηκών προπόνησης (προσανατολισμός) και της δοκιμασίας (μετά-προσανατολισμός) (Redding and Wallace, 2003a). Η επαναξιολόγηση αναπτύσσεται ώστε να ελαχιστοποιήσει το λάθος της προσπάθειας κατά τον προσανατολισμό (άμεση επίδραση), ενώ η μεταβίβαση σε μετά-προσανατολισμό (μετεπίδραση) θα λάβει χώρα σε μία προσπάθεια αντίθετη της κατεύθυνσης της πρισματικής μετατόπισης η οποία συνέβη κατά τη διάρκεια του προσανατολισμού (Redding et al, 2005). Η επανευθυγράμμιση εντοπίζεται στην αλλαγή της ενδοεπικοινωνίας ενός αισθητικοκινητικού συστήματος με άλλα αισθητικοκινητικά συστήματα, και αυτό γενικεύεται σε κάθε στόχο ο οποίος συμπεριλαμβάνει τα συστατικά της

επανευθυγράμμισης (Redding and Wallace, 2003a, 2004b). Η γενίκευση του επαναπροσανατολισμού εξαρτάται από την ομοιότητα των συνθηκών κατά την εκτέλεση, ενώ η γενίκευση της ευθυγράμμισης εξαρτάται από τις εμπλεκόμενες πληροφοριακές δομές (Redding and Wallace 2003a,2004b).

Ο Kitazawa et al.(1997) χρησιμοποίησε την πρισματική προσαρμογή στη μελέτη της σχέσης της κινηματικής και δυναμικής του οπτικοκινητικού ελέγχου. Στην προαναφερθείσα μελέτη πήραν μέρος 10 άτομα, τα οποία εκτέλεσαν ιδιοδεκτικούς στόχους με πρισματική προσαρμογή, και οπτική επαφή του άκρου μόνο μετά την εκτέλεση. Τα αποτελέσματα αναφέρουν ότι τυχαίες προσαρμογές αφορούν στη δυναμική όπως και την κινηματική του κινητικού ελέγχου. Μεθοδολογικά οι στόχοι προσανατολισμού και μετά-προσανατολισμού ήταν πανομοιότυποι εκτός από το χειρισμό της ταχύτητα της κίνησης, που είχε ‘αλλαγή’ σαν αποτέλεσμα της εκπαίδευσης. Επίσης η οπτική επανατροφοδότηση στην τελική φάση της εκτέλεσης, βοήθησε στην παραγωγή στρατηγικής επαναπροσανατολισμού. Πάντως δεν φαίνεται ξεκάθαρα από τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής η παρουσία της επανευθυγράμμισης στην οπτική και ιδιοδεκτική μετατόπιση. Οι Martin et al.(1996a) χρησιμοποίησαν τη διαδικασία πρισματικής προσαρμογής για να μελετήσουν τον προσδιορισμό της αξιολόγησης του οπτικοκινητικού ελέγχου για διαφορετικούς στόχους. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν ‘πέταμα μπάλας’ σε συγκεκριμένο στόχο, με πρισματική προσαρμογή και οπτική επανατροφοδότηση για ακρίβεια στην εκτέλεση. Από τα αποτελέσματα συμπεράναν ότι η επαναξιολόγηση είναι περισσότερο συγκεκριμένη σε καταστάσεις εκπαίδευσης. Σ’ αυτή τη μελέτη η παύση ανάμεσα στις ρίψεις που πραγματοποιήθηκαν επέτρεψαν περισσότερο την στρατηγική επαναξιολόγησης ενώ το ότι ήταν το χέρι ορατό στο τέλος της ρίψης βοήθησε στην παραγωγή μεγαλύτερης επανευθυγράμμισης στο ιδιοδεκτικό σύστημα χεριού-κεφαλής

(Redding and Wallace, 1998), το οποίο είναι γνωστό ότι παρουσιάζει μικρή ή καθόλου μεταφορά στα άκρα (Redding and Wallace, 1998a). Και οι δύο μελέτες θεωρήθηκαν ως διερευνητικές για τη στρατηγική προσανατολισμού αλλά τα αποτελέσματα θα ήταν πιο ουσιαστικά αν είχαν συμπεριληφθεί ακριβείς έλεγχοι όσον αφορά στην μυϊκή αποτελεσματικότητα και την επανευθυγράμμιση στο χώρο. Παρόμοιες μελέτες για την εφαρμογή της πρισματικής προσαρμογής στη στρατηγική της επαναξιολόγησης συμπεριλαμβάνονται στους Fernandez-Ruiz et al.(2000), Kitazawa et al.(1995), Martin et al.(2002) and Roller et al.(2001).

Πολλές αποφάσεις σχετικά με τη αντίληψη καθορίζονται από περισσότερα του ενός συστήματα. Έτσι ένα σύστημα μπορεί να χρησιμοποιεί την όραση για την επίτευξη του στόχου, (οπτική επαφή ενός αντικειμένου), όμως αντλούνται πληροφορίες, οι οποίες επεξεργάζονται, και από τις αρθρώσεις (ιδιοδεκτικότητα). Εάν το αντικείμενο είναι θορυβώδες τότε αντλούνται πληροφορίες και από το ακουστικό σύστημα. Τα συνεργαζόμενα συστήματα σε μία λειτουργία πρέπει να βρίσκονται σε μία ιδανική ισορροπία ώστε να υπάρχει ένας, αντιληπτικά, συνεπής λογικός κόσμος (Bedford, 1993). Στον κόσμο μας τα αντικείμενα μπορεί να βρίσκονται σε μία και μόνο θέση και όχι σε πολλαπλές θέσεις την ίδια στιγμή. Αυτός ο περιορισμός έχει εσωτερικευθεί στον άνθρωπο μέσω των αντιληπτικών του συστημάτων (Shepard, 1984, 1987, 1991, 1992). Έτσι εάν τα αισθητηριακά μας συστήματα ανακαλύψουν ότι ένα αντικείμενο βρίσκεται σε δύο μέρη ταυτόχρονα, θα αναφερθεί μία ‘εσωτερική ανωμαλία’ και άμεσα θα διορθωθεί. Η ίδια διαδικασία συμβαίνει στην διάρκεια της πρισματικής προσαρμογής, στην οποία το πρίσμα προκαλεί την πλάγια μετατόπιση της οπτικής εικόνας με σεβασμό στα υπόλοιπα αισθητηριακά συστήματα (Bedford, 1993). Στη μάθηση, ο θεμελιώδης κανόνας περιορισμού είναι ότι υπάρχει μία μεμονωμένη σύνδεση μεταξύ ενός ερεθίσματος και

της απάντησης σε αυτό το ερέθισμα ή η σύνδεση μεταξύ ενός ερεθίσματος και ενός άλλου ερεθίσματος' (Bedford, 1993). Έχει ήδη επισημανθεί, ότι η σύνδεση μεγάλου αριθμού ερεθισμάτων με μεγάλο αριθμό απαντήσεων μπορεί να μην είναι απαραίτητα προβλέψιμη από την γνώση όλων των συνεπειών, από τη σύνδεση ενός μόνο ερεθίσματος και μίας απάντησης (Carroll, 1963). Ασυμφωνία μεταξύ αυτών των αισθητηριακών συστημάτων μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (Held, 1965), εάν τμήματα του σώματος που υποστηρίζουν αυτά τα συστήματα αλλάζουν μέγεθος και σχήμα με διαφορετικούς ρυθμούς τόσο ποσοστιαία όσο και βαθμιαία. Στην ενήλικη ζωή, ο καλός συντονισμός πιθανόν να είναι συνεχώς απαραίτητος επειδή τα πολύπλοκα αντιληπτικά συστήματα μπορούν να λειτουργούν και να εξελίσσονται με σεβασμό το ένα στο άλλο, χωρίς την εμπλοκή απαραίτητα μίας λειτουργίας (Howard, 1982). Η απαραίτητη ισορροπία για την εσωτερική συνάφεια ολοκληρώνεται μέσω της σύνδεσης των πληροφοριών των αντιληπτικών συστημάτων και της μάθησης (Bedford, 1989). Συχνά ο σχεδιασμός μίας λειτουργίας απαιτεί οπτική και κινητική καθοδήγηση, ώστε να υπάρξει συντονισμός συνδέσεων μεταξύ οπτικών, κινητικών και ιδιοδεκτικών πληροφοριών (Bedford, 1993). Σε έρευνα του ο Bedford (1993), προσπάθησε να διευκρινίσει όλους τους περιορισμούς της μάθησης νέων σχεδιασμών μεταξύ των αντιληπτικών διαστάσεων. Ο σκοπός ήταν να καθοριστεί, εάν υπάρχουν καταστάσεις στις οποίες ένα ζεύγος στόχων στο χώρο μπορεί να χειριστεί ως μία ανεξάρτητη μονάδα με ξεχωριστό χειρισμό από γειτονικές-παρακείμενες περιοχές. Προσπάθησε να αντιπαραβάλλει αυτή τη διαδικασία με περισσότερο γνωστές διαδικασίες μάθησης, στις οποίες αρχικά τα ερεθίσματα είναι εύκολα διαχειριζόμενα ως μεμονωμένα. Στη μελέτη αυτή πήραν μέρος 16 υγιή άτομα και χρησιμοποιήθηκε οπτική πρισματική μετατόπιση, σε στόχους ιδιοδεκτικής εντόπισης στόχου. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι μετά από

μία ανεπιτυχή προσπάθεια, το κινητικό και ιδιοδεκτικό σύστημα συνεργάζονται ώστε να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για την επιτυχή εκτέλεση μίας συγκεκριμένης λειτουργίας. Έτσι προκύπτει ότι για την αντιληπτική μάθηση ο διαχωρισμός μίας οργανωμένης λειτουργίας στις μονάδες της δεν συμβαίνει όταν αυτή αποτελεί αντιληπτική επιλογή και ακόμη περισσότερο δεν μπορεί να μαθευτεί όταν έχει σαφώς εκπαιδευτεί. Σε αντίθεση όταν χρησιμοποιούνται γενικές γνωστικές ικανότητες ο διαχωρισμός της λειτουργίας στις μονάδες της, όχι μόνο εύκολα μαθαίνεται, αλλά προτιμάται. Γενικά μεμονωμένα ερεθίσματα έχουν το πλεονέκτημα της ‘πλαστικότητας’, επειδή εμπεριέχουν δυνατότητες και πρότυπα μεταξύ ερεθίσματος και απαντήσεων που πρέπει να μαθευτούν. Σημειώνεται ότι όταν η αντιληπτική μάθηση είναι αναγκαία, από αυτά που είναι μέχρι σήμερα γνωστά, μόνο η στρατηγική αντίληψης των διαστάσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί (Bedford, 1993). Περαιτέρω έρευνα της διάστασης της μάθησης είναι πιθανό να αποφέρει καρπούς για την κατανόηση των μηχανισμών μάθησης στη γενικευμένη και στην εξειδικευμένη αντιληπτική μάθηση.

Η προσαρμογή με τη χρήση πρισμάτων είναι ένας απλός τρόπος για χαμηλού επιπέδου αυτόματη προσαρμογή της οπτικοκινητικής απάντησης. Το γεγονός ότι διαφορετικοί στόχοι βασιζόμενοι σε άλλες αισθητηριακές πληροφορίες μπορούν να βελτιωθούν (McIntosh et al., 2002; Jacquin- Courtois et al., 2002) και πολλοί νέοι στόχοι (στατικός έλεγχος, οδήγηση αναπηρικής καρέκλας, ομιλία) να βελτιωθούν κατά την πρισματική προσαρμογή, αποδεικνύει ότι οι επιδράσεις του πρισματικού προσανατολισμού σε περιπτώσεις δυσλειτουργίας της αντίληψης του χώρου μέσω της όρασης, έχουν θετικά αποτελέσματα (Pisella et al., 2006). Σύμφωνα με τους Pisella et al., (2006) παρόλο που η γενίκευση της επίδρασης, πέρα των φτωχών οπτικοκινητικών στόχων, είναι κρίσιμη για κάθε θεωρούμενη τεχνική

αποκατάστασης, η πλαστικότητα που ενεργοποιείται από την πρισματική προσαρμογή παρουσιάζει μετεπιδράσεις στην κατάκτηση κινητικών λειτουργιών που δεν είχαν εκπαιδευτεί, όπως οδήγηση αναπηρικής καρέκλας (Jacquin- Courtois et al., 2002) και στατικό έλεγχο (Tilikete et al., 2001).

Ο πρισματικός προσανατολισμός παράγει δύο ειδών απαντήσεις προσαρμογής, την επαναρύθμιση και την επανευθυγράμμιση. Η 'επαναρύθμιση' είναι συνήθως στρατηγική επανασχεδίασης των κωδικοποιημένων κινήσεων στο χώρο που ενεργοποιείται σε γρήγορη παραγωγή λάθους της εκτέλεσης (Redding & Wallace 2006). Η επανευθυγράμμιση είναι η εξαιρετικά συνήθης διαδικασία της μετατροπής της σχεδίασης του χώρου ώστε να φέρει τις αρχές των συντονισμένων συστημάτων σε ανταπόκριση. Η επανευθυγράμμιση δείχνει τότε η ασυμφωνία των μηνυμάτων του χώρου δεν συντονίζονται μεταξύ των σχεδιάσεων του χώρου. Η πρισματική προσαρμογή αναφέρεται στην επανασχεδίαση του χώρου. Η ικανότητα προσαρμογής αναπτύσσεται από το αντιληπτικοκινητικό σύστημα μέσα από τη διαδικασία του πρισματικού αποπροσανατολισμού. Η επανασχεδίαση ως απάντηση στην πρισματική μετατόπιση, αποτελεί τη συνηθισμένη στρατηγική επανασχεδίασης των κωδικοποιημένων απαιτούμενων κινήσεων στο χώρο (Redding & Wallace, 2006). Σύμφωνα με το Welch, (1978) η γρήγορη διόρθωση του λάθους στην πρισματική προσαρμογή έχει αναγνωρισθεί σαν 'συνειδητή διόρθωση' αλλά αυτός ο όρος ελαχιστοποιεί την σύνθεση και την προσυνειδητή αυτοματοποιημένη φύση του ελέγχου της κίνησης (Redding & Wallace, 1993, 1997a). Φυσιολογικά η αλλαγή των οπτικά κωδικοποιημένων στόχων σε συνεργαζόμενα άκρα πρέπει να ρυθμιστεί, να αποκατασταθεί, να επαναφέρει αληθινό σχεδιασμό του χώρου (Redding and Wallace, 2006). Στην καθημερινή αντιληπτικοκινητική εκτέλεση, όπου η στρατηγική επανασχεδίασης είναι εξαιρετικά ανεπτυγμένη, η ευθυγράμμιση του χώρου είναι μία

διαδικασία εντελώς αυτόματη. Μόνο στην περίπτωση διαταραχής της ευθυγράμμισης εμφανίζεται η διαδικασία της επανευθυγράμμισης (Redding & Wallace, 1993, 1996, 1997b). Σε ένα προπρογραμματισμένο κινητικό πλάνο περιλαμβάνεται μια προβλεπόμενη κινητική ακολουθία τέτοια ώστε οι αποκλίσεις να μπορούν να προληφθούν και να διορθωθούν γρήγορα πριν ακόμη εμφανισθούν ή τουλάχιστον πριν μεγιστοποιηθούν (Redding & Wallace, 1997a). Η διαδικασία διάκρισης μεταξύ επαναρύθμισης και ευθυγράμμισης μπορεί να ανταποκρίνεται στον εντοπισμό των λειτουργιών αυτών στον εγκέφαλο και στην παρεγκεφαλίδα αντίστοιχα (Jeannerod & Rossetti, 1993). Η ικανότητα να προσαρμοστεί στην πρισματική μετατόπιση (ευθυγράμμιση) παραμένει, με ανέπαφη παρεγκεφαλίδα και βλάβη στον οπίσθιο πλάγιο φλοιό (Pisella, Michel, Grea, Tilikete, Vighetto, & Rossetti, 2004), ενώ η χάνεται σε βλάβη της παρεγκεφαλίδας και ανέπαφο τον οπίσθιο πλάγιο φλοιό του εγκεφάλου (Baizer, Kralj-Hans, & Glickstein, 1999; Martin, Keating, Goodkin, Bastian, & Tnach, 1996a; Weiner, Hallett, & Fankenstein, 1983).

#### ***2.4. Αισθητικοκινητικές επιδράσεις του πρισματικού προσανατολισμού***

Τα μάτια τείνουν να αντισταθμίζουν τις ποικίλες κινήσεις της κεφαλής ώστε να σταθεροποιείται το είδωλο κάθε φορά στον αμφιβληστροειδή. Η σταθεροποίηση των ματιών κατά τη διάρκεια των κινήσεων της κεφαλής επιτυγχάνεται με τη συνεργασία του οπτικού, ακουστικού, αιθουσαίου και ιδιοδεκτικού συστήματος (Hine & Thorn, 1987; Meiry, 1971) καθώς και το μηχανισμό μεταφοράς ώσεων προς τους μύς (Hine, 1991). Ιδιαίτερος τα οπτικά και αιθουσαία ερεθίσματα είναι υπεύθυνα για αυτό το συντονισμό της εξισορρόπησης των κινήσεων των ματιών [οπτικό-αιθουσαίο αντανakλαστικό (VOR)]. Η ικανότητα των δύο συστημάτων, οπτικού και αιθουσαίου, ποικίλει αναλόγως της συχνότητας (Hz) και της ταχύτητας κίνησης του αντικειμένου και της κίνησης της κεφαλής. Σε χαμηλές συχνότητες (0-2 Hz) το

οπτικό μας σύστημα ακολουθεί ικανοποιητικά ένα κινούμενο στόχο, ενώ για το συντονισμό της εξισορρόπησης των κινήσεων των ματιών σε υψηλότερες συχνότητες (1-10 Hz) είναι υπεύθυνο το αιθουσαίο σύστημα (Atkin & Bender, 1986; Kasteel-van Linge & Maas, 1990). Επίσης είναι γνωστό ότι, σημαντικό ρόλο παίζει η απόσταση του αντικειμένου από τον αμφιβληστροειδή (Paige, 1989; Snyder et al., 1992), και έτσι όσο αφορά σε αντικείμενα, σε διαφορετική απόσταση από τα μάτια, συμβαίνει μία αντισταθμιστική κίνηση των οφθαλμών ώστε να διατηρηθεί η διοπτρική όραση. Η σταθεροποίηση των οφθαλμών είναι μία πολύπλοκη αμοιβαία επίδραση των ερεθισμάτων σε πολλά αισθητηριακά συστήματα (Robinson, 1963).

Η προσαρμογή σε μία οπτική πρισματική μετατόπιση μπορεί να παρουσιάσει μία επίδραση επαναρύθμισης του χώρου σε υγιή άτομα, η οποία 'ποιοτικά' είναι παρόμοια μ' αυτή που παράγεται από την μονόπλευρη 'απόρριψη', σε ασθενείς (Girardi et al., 2004). Οι διαδικασίες της επίδρασης της επανευθυγράμμισης μπορούν επίσης να επηρεάσουν υψηλότερα επίπεδα γνωστικής αντίληψης, τόσο σε υγιείς όσο και σε ασθενείς (Redding & Wallace 2006). Είναι γνωστό ότι μία βραχεία περίοδος προσαρμογής προς τα δεξιά σε πρισματική μετατόπιση του οπτικού πεδίου μπορεί να βελτιώσει την αριστερή 'απόρριψη' για τουλάχιστον 2 ώρες (Rossetti et al., 1998). Επίσης μελέτες έχουν δείξει ότι οι επιδράσεις σε περιπτώσεις πρισματικής προσαρμογής είναι σχετικά μακροχρόνιες (Rossetti & Robe, 2002; Robe et al., 2003). Η πρισματική προσαρμογή μπορεί να είναι ένα ενδεχόμενο δυνατό εργαλείο για την αποκατάσταση της 'απόρριψης'. Η γενίκευση και παραμονή των επιδράσεων μπορεί να υποδηλώνει ότι ασκείται μία επίδραση που μπορεί να διεγείρει μία επανοργάνωση του χώρου η οποία συνεχίζει να αναπτύσσεται αυτόματα (Rossetti et al., 1998; Farné et al., 2002).



Σύμφωνα με τον Girardi και τους συνεργάτες του(2004) η πρισματική προσαρμογή σε φυσιολογικά άτομα μπορεί να επηρεάσει την εκτέλεση σε οπτικές και απτικές δραστηριότητες. Αυτές οι επιρροές δεν είναι άμεσα αποδιδόμενες στις αλλαγές των αισθητικοκινητικών μηχανισμών αλλά αντανakλούν αλλαγές σε κεντρικές γνωστικές διαδικασίες που εμπεριέχονται στην επαναπαρουσίαση του χώρου.

Είναι πλέον γνωστό ότι, υπάρχει εξεζητημένη βελτίωση της αγνόησης μέσω βραχείας οπτικοκινητικής προσαρμογής σε μία μικρής διάρκειας εφαρμογή πρισμάτων ((Rode et al., 2003; Rossetti & Robe, 2002; Rossetti et al., 1998; Frassinetti et al., 2002; Berberovic et al., 2004; Farnè et al., 2002; Farber et al., 2003; Maravita et al., 2003; Pisella et al., 2002; Robe et al., 1998,1999; Tilikete et al., 2001). Rossetti et al., 1998). Το γεγονός ότι η βελτίωση αφορά γνωστικούς στόχους υποδεικνύει ότι κάποιοι κοινοί μηχανισμοί εμπλέκονται στους οπτικοκινητικούς στόχους και στην υψηλού επιπέδου επαναπαρουσίαση του χώρου (Rossetti et al., 1999). Ο Colent και οι συνεργάτες του (2000) μελέτησαν σε 14 υγιή άτομα την οπτικοκινητική προσαρμογή σε πρισματική απόκλιση, και τη σύνδεση με τα συμπτώματα του συνδρόμου της ‘αγνόησης’. Η ομάδα του Colent εξέτασε αν, η οπτικοκινητική προσαρμογή σε υγιείς μπορεί να παράγει μία αντιληπτική απόκλιση, και σ’ αυτή την περίπτωση, να ερευνηθεί πώς συνδέεται με την απόκλιση που συνυπάρχει στην μονόπλευρη ‘αγνόηση’. Η υπόθεση της έρευνας είναι ότι μία κατάσταση σαν ‘αγνόηση’ σε υγιείς μπορεί να είναι αναμενόμενη μετά την προσαρμογή σε μία οπτική μετατόπιση προς τα αριστερά, η οποία θα παράγει μία προσαρμοστική μετεπίδραση προς τα δεξιά. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η προσαρμογή στην αριστερή μετατόπιση μέσω πρισμάτων προκαλεί μια ισχυρότερη προς τα δεξιά μετατόπιση στο ιδιοδεκτική παρά στο κινητικό στοιχείο της

δραστηριότητας. Αυτή η απόκλιση είναι στην ίδια κατεύθυνση που έχει παρατηρηθεί και στην μονόπλευρη απόρριψη σε ασθενείς. Κανένα σημαντικό αποτέλεσμα δεν παρουσιάστηκε στην προσαρμογή στην αριστερή μετατόπιση μέσω πρισμάτων. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν ότι η πλαστικότητα των ενδοαισθητηριακών και αισθητηριακοκινητικών συντονισμών επηρεάζει υψηλότερου επιπέδου επαναπαρουσίασης του χώρου. Αυτά τα ασύμμετρα αποτελέσματα μπορεί να αντανakλούν την έμφυτη απόκλιση των δομών του εγκεφάλου και προσφέρουν μια εμπειρική επεξήγηση της επικράτησης της αριστερής αγνόησης έναντι της δεξιάς σε ασθενείς με ημιπληγία.

Οι North & Henson (1981), αναφέρουν ότι άτομα με περιορισμένη προσαρμογή οριζόντιας σύγκλισης φαίνεται να έχουν φυσιολογική κατακόρυφη προσαρμογή. Σε πρόσφατη έρευνα των Takagi et.al.,(2003) αναφέρεται ότι ελλείμματα στην παρεγκεφαλίδα επηρεάζουν την οριζόντια προσαρμογή αλλά όχι και την κατακόρυφη. Σε έρευνα των R.L.Brautaset, and J.A.M.Jennings(2005) έγινε προσπάθεια διευκρίνησης της ανεξαρτησίας των δύο συστημάτων οριζόντιας και κατακόρυφης προσαρμοστικής ικανότητας των οφθαλμών. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των North & Henson(1981), οι οποίοι έδειξαν ότι άτομα με αποσταθεροποιημένη οριζόντια παρέκκλιση του οφθαλμού είχαν περιορισμό της ικανότητας οριζόντιας προσαρμογής.

Σύμφωνα με τους Michel et al., (2003) η πρισματική προσαρμογή, σε υγιείς, μπορεί να παράγει αισθητικοκινητικές μετεπιδράσεις με παρόμοιο εύρος ανεξάρτητα από την αριστερή ή δεξιά κατεύθυνση της πρισματικής μετατόπισης. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η αισθητικοκινητική ολοκλήρωση μπορεί να οργανώσει την αντίληψη του χώρου και επιπλέον ότι η αισθητικοκινητική και γνωστική επαναπαρουσίαση του χώρου δεν είναι πλήρως διαχωρισμένες μεταξύ τους.

## **2.5. Αισθητηριακές βλάβες και επίδραση της πρισματικής προσαρμογής**

Πολλοί μελετητές έχουν ασχοληθεί με τους μηχανισμούς που αφορούν σε βλάβες των αισθητηριακών συστημάτων. Το πιο κοινό σύμπτωμα σε τέτοιες καταστάσεις είναι η ‘αγνόηση’. Η πρισματική προσαρμογή εφαρμόζεται ως διερευνητική και θεραπευτική προσέγγιση.

Η ‘μονόπλευρη απόρριψη’ είναι ένα σύνδρομο στο οποίο οι ασθενείς με μονόπλευρη βλάβη στον εγκέφαλο (συνήθως δεξιού ημισφαιρίου) αποτυγχάνουν να απαντήσουν ή να προσανατολιστούν προς τα ερεθίσματα που υπάρχουν στο χώρο, στην αντίθετη του σώματος ως προς την πλευρά της βλάβης στον εγκέφαλο (Bisiach & Vallar, 1998; Heilman et al., 1993; Vallar, 1998; Halligan et al., 2003). Παρ’ όλο που τα συμπτώματα παρατηρούνται αμέσως μετά τη βλάβη στον εγκέφαλο, η ‘απόρριψη’ μπορεί να εμφανισθεί μήνες ή και χρόνια μετά (Gainotti, 1968; Cassidy et al., 1998). Η πλειοψηφία των ασθενών εμφανίζει βλάβη στην οπίσθια πλευρική περιοχή του εγκεφάλου και ειδικά στην κροταφοπλευρική διασύνδεση. Το έλλειμμα είναι περισσότερο εντοπισμένο στην αντίθετη της βλάβης πλευρά, είναι διαχωρισμένο από την βασική αίσθηση και τα κινητικά ελλείμματα και είναι αισθητηριακό έλλειμμα άγνοιας της μίας πλευράς του σώματος όσον αφορά στον έσω ή έξω ατομικό χώρο (Redding et al. 2005). Η αριστερή ‘απόρριψη’ έχει βρεθεί να φαίνεται υπεύθυνη, για φτωχότερη λειτουργική αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό και, να έχει ελαττωμένη ικανότητα βελτίωσης από τη θεραπευτική παρέμβαση (Denes et al., 1982).

Οι Dijkerman et al., (2004) ερεύνησαν τις επιδράσεις της πρισματικής προσαρμογής στις σωματοαισθητικές βλάβες μετά από ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, εκτιμώντας τις άμεσες και μακροχρόνιες επιδράσεις των πρισμάτων σε δύο κατηγορίες της σωματοαισθητηριακής λειτουργίας, ευαισθησία πίεσης και

ιδιοδεκτικότητα. Από τα αποτελέσματα φάνηκε αύξηση στην ιδιοδεκτικότητα, και της ευαισθησίας στην πίεση. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η πρισματική προσαρμογή μπορεί να έχει μία επίδραση πέρα από τα όρια του ελλείμματος της αντίληψης του χώρου. Η σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε στις σωματοαισθητικές λειτουργίες στην παρούσα μελέτη παρέμειναν για 1-3 εβδομάδες μετά την πρώτη πρισματική εφαρμογή. Οι επιδράσεις στην αίσθηση της θέσης παρέμεινε για περισσότερο διάστημα από ότι σε άλλες μελέτες (Frassinetti et al., 2002; Pisella et al., 2002).

Σε έρευνα των Pisella et al. (2006) εξετάστηκε η πρισματική προσαρμογή σε διαφορετικούς στόχους που επιδρούν σε διαφορετικά αισθητήρια, σε ασθενείς με 'αγνόηση'. Τα θετικά αποτελέσματα της βελτίωσης δείχνουν ότι οι επιδράσεις από μία μόνο συνεδρία πρισματικής προσαρμογής διατηρήθηκαν πολύ περισσότερο (τουλάχιστον 2 ώρες) από κάθε άλλο αισθητηριακό ερεθισμό (15'). Μεμονωμένες περιπτώσεις μπορεί να επιδείξουν ακόμη μεγαλύτερης διάρκειας διατήρηση της μετεπίδρασης (ως και 1 εβδομάδα).

Στην μελέτη των Rode et al., (2006), φάνηκαν τα θετικά αποτελέσματα της πρισματικής προσαρμογής στις διαταραχές της οπτικής δομής, σε έναν ασθενή με 'αγνόηση', μετά από αριστερή ημιπληγία εξαιτίας της νέκρωσης από θρόμβο της μεσαίας δεξιάς παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η πρισματική προσαρμογή δε δρα επιλεκτικά μονόπλευρα αλλά και σε λειτουργίες αποδιδόμενες στο ημισφαίριο του δεξιού εγκεφάλου. Σύμφωνα με τους Redding and Wallace, (2006) η πρισματική προσαρμογή μπορεί να αυξήσει ή να μετατοπίσει το τμήμα της αναπαράστασης του χώρου στο φλοιό του εγκεφάλου. Αυτή η διαφορετική διανομή της αναπαράστασης του χώρου μεταξύ των ημισφαιρίων μπορεί να εξηγήσει

τη βελτίωση και της προς τα δεξιά προσανατολισμένης κινητικής συμπεριφοράς και της οπτικής δυσλειτουργίας.

Η πρισματική προσαρμογή χρησιμοποιήθηκε και σε έρευνα του Tomas (2005) σε άτομα με συγκλίνοντα στραβισμό, και άτομα με αμβλυωπία. Οι ασθενείς που έδειξαν μία θετική πρισματική προσαρμογή ήταν τα άτομα με συγκλίνοντα στραβισμό, ενώ οι ασθενείς με αμβλυωπία έδειξαν αρνητική απάντηση.

Οι Lueder & Norman (2006) μελέτησαν ασθενείς με συγκλίνοντα στραβισμό με σκοπό την ελαχιστοποίηση της χρήσης των διπλοεστιακών γυαλιών, μέσω της χρήσης πρισμάτων. Τα αποτελέσματά τους είχαν θετικό αποτέλεσμα με την επαναφορά της διοπτρικής όρασης, σε κοντινές αποστάσεις, και την αποφυγή του ρίσκου και της δαπάνης από πιθανή χειρουργική επέμβαση. Επίσης οι Ohtsuki et al.(2001) ερεύνησαν την πιθανότητα θετικότερων αποτελεσμάτων έκβασης μετά από χειρουργική επέμβαση σε άτομα με αποκλίνοντα στραβισμό, με τη χρήση πρισμάτων. Οι ασθενείς με πρισματική προσαρμογή είχαν καλύτερο χειρουργικό αποτέλεσμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### **3.1. Δείγμα**

Στην παρούσα έρευνα πήραν μέρος 14 παιδιά, ηλικίας μεταξύ 7 και 10 ετών με μέσο όρο ηλικίας τα 8,79 έτη ( $SD=1,12$  έτη). Από αυτά 5 ήταν κορίτσια με μέσο όρο ηλικίας τα 8,67 έτη ( $SD=1,12$ ) και 9 ήταν αγόρια με μέσο όρο ηλικίας τα 9 έτη ( $SD=1,22$ ).

Μέχρι την ηλικία των 7 ετών έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία του ελέγχου της κεφαλής, ενώ σ' αυτή την ηλικία καθώς είναι προσωρινά κυρίαρχο, το αιθουσαίο σύστημα είναι και υπεύθυνο για τη μεταβίβαση των πληροφοριών στα κέντρα ισορροπίας. Σ' αυτή την ηλικία εμφανίζεται η ώριμη βάδιση και ο στατικός έλεγχος ως πρότυπο κίνησης, αφού τώρα με τη σταθεροποίηση της κεφαλής επιτυγχάνεται και η φυσιολογική κίνηση μέσω της αισθητηριακής πληροφόρησης από το αιθουσαίο και το οπτικό σύστημα(Shumway-Cook 1995). Η ηλικία της εφηβείας θεωρείται μεταβατική και λόγω των διαφόρων ορμονικών μεταβολών που συμβαίνουν τώρα, όπως η αύξηση της θυροξίνης που φαίνεται να οδηγεί και σε αύξηση της μυελινοποίησης. Εδώ σ' αυτή την ηλικία επίσης συμβαίνει και μία αύξηση της βελτίωσης της εκτέλεσης της κίνησης που φαίνεται να συνδέεται με την αύξηση των γεννητικών ορμονών που συμβαίνουν τώρα. Όπως προαναφέρθηκε, με την προοδευτική αύξηση της ηλικίας έχει παρατηρηθεί μείωση της προσαρμοστικής ικανότητας, λόγω μείωσης της αισθητικότητας των αρθρικών υποδοχέων και της αντιληπτικής ικανότητας (Huitema et al., 2005). Έτσι η ηλικία των 7-10 ετών θεωρήθηκε ως η πιο κατάλληλη για την έρευνά μας, ώστε να έχει αξία το αποτέλεσμα και τα αποτελέσματα της έρευνας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πλάνο

θεραπευτικής στρατηγικής, στον καθορισμό προγραμμάτων επανεκπαίδευσης του στασικού ελέγχου, σε παιδιά με παθολογικό μυϊκό τόνο. Μέσα από την αλλαγή της αντίληψης του χώρου κατά την εφαρμογή των πρισμάτων θέλουμε να δούμε την αντίδραση των παιδιών κατά τη βάδιση και την έγερση από την καθιστή, και πώς αυτές οι διαφοροποιήσεις της στατικής αντίληψης επιδρούν στον επανασχεδιασμό της λειτουργικότητάς τους σ' αυτές τις δραστηριότητες.

Το δείγμα των 14 παιδιών, δεν είχε κανένα διαπιστωμένο πρόβλημα όσον αφορά στο οπτικό, ακουστικό και το σύστημα ισορροπίας ή άλλης κινητικής δυσλειτουργίας. Τα παιδιά πήραν μέρος στην έρευνα επελέγησαν από το σύνολο των παιδιών των τριών πρώτων τάξεων του Α! Δημοτικού Σχολείου Ευόσμου σύμφωνα με τα κριτήρια της μελέτης. Τα 14 παιδιά του δείγματος πληρούσαν όλα τα κριτήρια της έρευνας, και συναίνεσαν για την εθελοντική συμμετοχή τους με τη σύμφωνη έγγραφη συγκατάθεση των γονιών τους.

Για την συγκεκριμένη έρευνα υπήρξε έγκριση πραγματοποίησης της ερευνητικής εργασίας από το Α.Τ.Ε.Ι.Θ. διότι χρησιμοποιήθηκε το «Εργαστήριο Βιοαναλυτικών εφαρμογών».

### **3.2. Εργαλεία μέτρησης**

Για την καταγραφή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση με δυναμοδάπεδα (Huitema et al., 2005) της στάσης (Benabib, 2007) και της έγερσης από την καθιστή, στην προ, μετά και κατά τη διάρκεια του πρισματικού προσανατολισμού φάση. Η ανάλυση με δυναμοδάπεδα που χρησιμοποιήσαμε έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνα των Huitema et al. το 2005, κατά τη βάδιση γηραιών ατόμων πάνω από δυναμοδάπεδα, φορώντας πρίσματα, για να καταγράψουν τη διαφοροποίηση της. Επίσης σε έρευνα των Gottshall et al. το 2006,

χρησιμοποιήθηκαν δυναμοδάπεδα για την καταγραφή δυναμικής φόρτισης και βάδισης σε φυσιολογικά άτομα, φορώντας πρισματικά γυαλιά.

Η όλη διαδικασία βιντεοσκοπήθηκε και καταγράφηκαν τα αποτελέσματα, στις λειτουργικές δράσεις της στάσης και της έγερσης από την καθιστή. Όσον αφορά στην έγερση τα παιδιά πατούσαν σταθερά πάνω στα δυναμοδάπεδα (Gottshall et al., 2006), και κάθονταν σε σκαμπό ανάλογου ύψους με το δικό τους, σε όλη τη διάρκεια της καταγραφής. Το σκαμπό δεν πατούσε πάνω στα δυναμοδάπεδα ώστε να μην επηρεαστεί η καταγραφή της δυναμικής φόρτισης. Τα πρίσματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν Fresnel (Keane et al., 2006) με απόκλιση  $0,5^0$ , και η συλλογή των δεδομένων της δυναμικής φόρτισης πραγματοποιήθηκε μέσω 2 δυναμοδαπέδων BERTEC 40X60-10.

#### *Διαδικασία καταγραφής των δεδομένων*

Ζητήθηκε από τα 14 παιδιά, να έρθουν στο χώρο του «Εργαστηρίου Βιοαναλυτικών εφαρμογών», από μία φορά το κάθε ένα, και αρχικά τους ενημερώσαμε, τους εξηγήσαμε και τους δείξαμε με ποιο τρόπο θα γινόταν η όλη διαδικασία, ώστε να είναι απόλυτα κατανοητή, πριν ξεκινήσουμε την καταγραφή των δεδομένων. Βασιστήκαμε στη χρήση των πρισμάτων σε παιδί, που έχει καταγραφεί από την R.Benabib το 2007, ως προς την αλλαγή στην κατανομή βάρους και στις λειτουργικές βελτιώσεις που επισημάνθηκαν.

### **3.3. Αξιολόγηση δυναμικής φόρτισης**

- 1) Τα παιδιά αρχικά στάθηκαν σε όρθια θέση ακίνητα πατώντας πάνω στα δυναμοδάπεδα, για 10 δευτερόλεπτα, και καταγράφηκε, αρχικά, σε ποια πλευρά του σώματος κατανέμεται περισσότερο το βάρος. Η μέτρηση επαναλήφθηκε τρεις φορές για το κάθε παιδί.



- 2) Στην συνέχεια αφού γνωρίζαμε πού κατανέμονταν περισσότερο το βάρος, τοποθετήθηκαν τα πρίσματα με τη βάση προς την ίδια πλευρά (π.χ. δεξιά το κ.β. ,δεξιά η βάση των πρισμάτων). Κατόπιν τους ζητήθηκε να σταθούν ξανά πάνω στα δυναμοδάπεδα για να καταγραφεί η τυχόν διαφοροποίηση της κατανομής του βάρους τους στα δύο πόδια. Η μέτρηση επαναλήφθηκε τρεις φορές για το κάθε παιδί.
- 3) Στην τελευταία φάση αφαιρέθηκαν τα πρίσματα, και μετά ξαναμετρήσαμε την όποια διαφορά στην κατανομή του βάρους τους, αφού τοποθετήθηκαν πάλι σε όρθια θέση και εντελώς ακίνητοι. Η μέτρηση επαναλήφθηκε τρεις φορές για το κάθε παιδί.

Μεταξύ των φάσεων 2) και 3) υπήρχε μία χρονική διάρκεια 10 λεπτών (Luauté et al., 2006), η οποία ήταν απαραίτητη για την προσαρμογή του παιδιού στην κάθε νέα αντιληπτική πραγματικότητα.

### ***3.4. Αξιολόγηση κινηματικής ανάλυσης της έγερσης από την καθιστή θέση***

- 1) Στην αρχική φάση της διαδικασίας, ζητήθηκε από τα παιδιά να καθίσουν σε σκαμπό, μετρημένο ως προς το ύψος του, ώστε να κάθονται σε  $90^0$  γωνία γονάτων, και τους ζητήθηκε, με την εντολή ‘σήκω και στάσου ακίνητος/η’, να σηκωθούν και να σταθούν χωρίς να μετακινηθούν καθόλου από τη θέση τους, για διάρκεια 10 δευτερολέπτων. Έγιναν τρεις προσπάθειες για κάθε παιδί στην κινητική δραστηριότητα που προαναφέρθηκε.
- 2) Κατόπιν, κατά τη δεύτερη φάση, αφού φορούσαν τα πρίσματα(βάση προς την πλευρά της κατανομής του βάρους), ζητήθηκε από τα παιδιά να σηκωθούν και να σταθούν ακίνητα για 10 δευτερόλεπτα, μόλις άκουγαν την εντολή ‘σήκω και στάσου ακίνητος/η’. Πάλι η κινητική αυτή δραστηριότητα επαναλήφθηκε τρεις φορές για το κάθε παιδί.

- 3) Στη συνέχεια, στην τρίτη φάση, και αφού είχαν αφαιρεθεί τα πρίσματα, η διαδικασία επαναλήφθηκε. Τα παιδιά περίμεναν να ακούσουν την εντολή ‘σήκω και στάσου ακίνητος/η’ από την καθιστή θέση στο σκαμπό και καταγράψαμε τη διαφορά στην κατανομή του βάρους. Η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές, για το κάθε παιδί.

Μεταξύ των φάσεων 2) και 3) υπήρχε μία χρονική διάρκεια 10 λεπτών (Luauté et al., 2006), η οποία ήταν απαραίτητη για την προσαρμογή του παιδιού στην κάθε νέα αντιληπτική πραγματικότητα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### *4.1. Αποτελέσματα της δυναμικής όρθιας στάσης*

Για να διαμορφώσουμε μια αρχική εικόνα για τα αποτελέσματα της πειραματικής μας μελέτης παρουσιάσουμε παρακάτω μερικά περιγραφικά στατιστικά μέτρα.

Στη μελέτη συμμετείχαν 14 άτομα, που υποβλήθηκαν σε τρεις μετρήσεις, υπό διαφορετικές συνθήκες. Για να διαπιστωθούν οι τυχόν διαφορές μεταξύ των μετρήσεων, εφαρμόστηκε η δοκιμασία ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (GLM Repeated Measures).

Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήσαμε για την στατιστική ανάλυση ήταν το SPSS 11,5. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που θέτουμε για όλους τους στατιστικούς ελέγχους, είναι  $p < 0,05$ .

Τα παιδιά τα οποία συμμετείχαν στην πειραματική μελέτη ήταν 14 με μέσο βάρος  $29,14 \pm 2,93$  κιλά (Πίνακας 4.1.1), μέσο ύψος  $135,29 \pm 5,22$  εκατοστά και μέση ηλικία  $8,79 \pm 1,12$  έτη.

Πίνακας 4.1.1. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

	N	Μέσος	Τυπική Απόκλιση
Βάρος (kg)	14	29,14	2,93
Ύψος (cm)	14	135,29	5,22
Ηλικία έτη	14	8,79	1,12

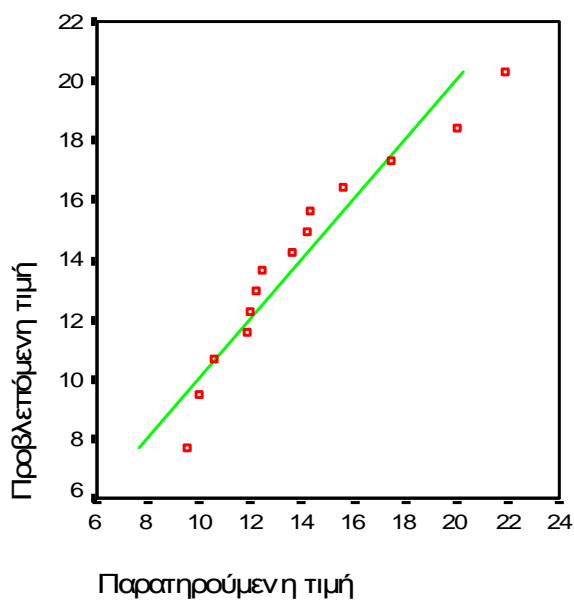
Αρχικά, εφαρμόζουμε τη δοκιμασία Kolmogorov – Smirnov, για ένα δείγμα, έγινε έλεγχος προσαρμογής των μετρήσεών μας στην κανονική κατανομή. Για να είναι πιο ισχυρός ο έλεγχος αυτός, εφαρμόστηκε επιπλέον η προσομοίωση Monte

Carlo για 10.000 όμοια δείγματα, όπου τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.1.2) διαπιστώθηκε ότι δεν μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση περί κανονικότητας των κατανομών ( $p > 0,05$ ).

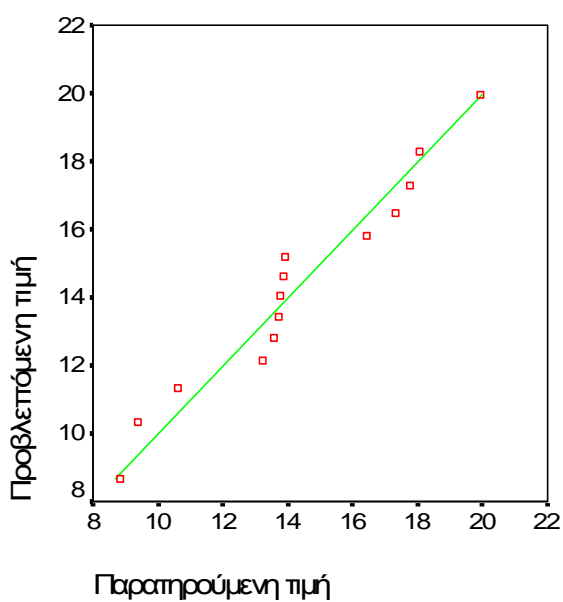
Πίνακας 4.1.2. Έλεγχος κανονικότητας κατανομών Kolmogorov – Smirnov

	Δεξί 1η Μέτρηση	Αριστερό 1η Μέτρηση	Δεξί 2η Μέτρηση	Αριστερό 2η Μέτρηση	Δεξί 3η Μέτρηση	Αριστερό 3η Μέτρηση
N	14		14		14	
Μέση τιμή	14,315	13,961	14,042	14,292	14,110	14,094
Τυπική Απόκλιση	3,304	3,695	4,091	3,117	3,505	3,354
Kolmogorov- Smirnov Z	0,711	0,689	0,681	0,727	0,640	0,628
p value (Δίπλευρος Έλεγχος)	0,694	0,729	0,742	0,665	0,808	0,825
Monte Carlo p value (2-πλευρος)	0,622	0,661	0,674	0,592	0,741	0,760
MC 99% ΔΕ κάτω όριο	0,609	0,649	0,662	0,579	0,729	0,749
MC 99% ΔΕ άνω όριο	0,634	0,673	0,686	0,605	0,752	0,771

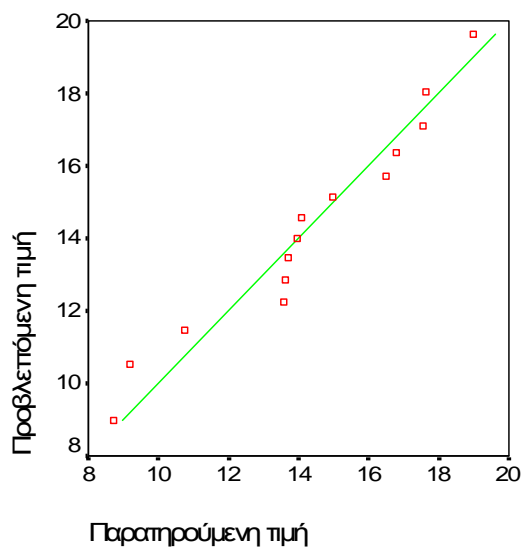
Στη συνέχεια από τη διαγραμματική απεικόνιση (διαγράμματα 4.1.1-4.1.6) διαπιστώνουμε επίσης την κανονικότητα των κατανομών στις τρεις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και για τα δύο πόδια (δεξί-αριστερό).



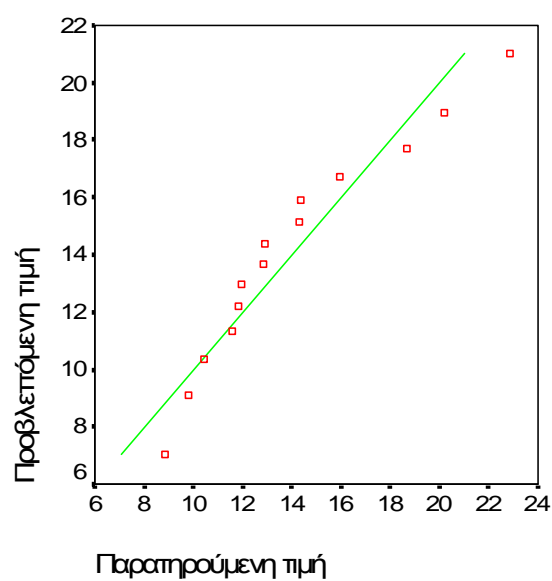
Διάγραμμα 4.1.1. 1η Μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού.



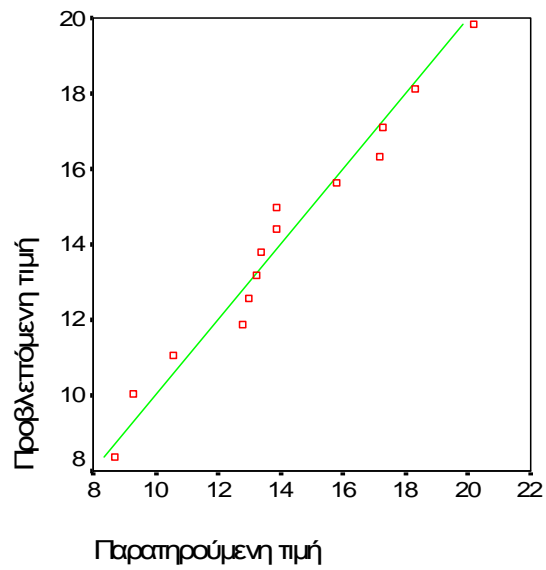
Διάγραμμα 4.1.2. 1η μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού.



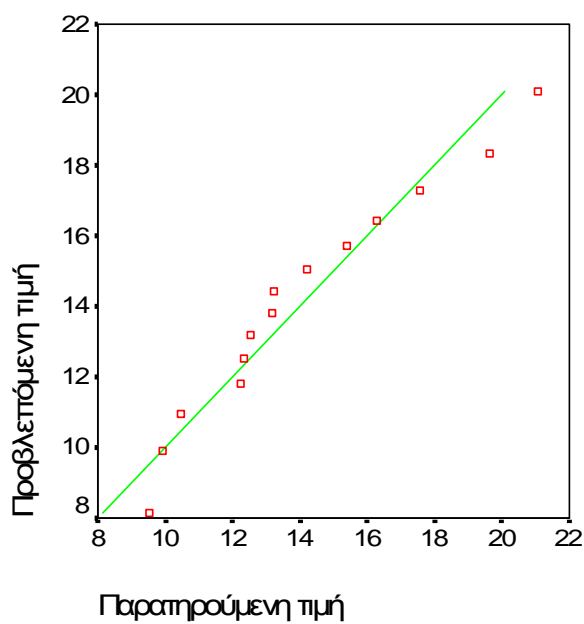
Διάγραμμα 4.1.3. 2η Μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού.



Διάγραμμα 4.1.4. 2η Μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού.



Διάγραμμα 4.1.5. 3η Μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή αριστερού ποδιού.



Διάγραμμα 4.1.6. 3η Μέτρηση: Έλεγχος προσαρμογής στην κανονική κατανομή δεξιού ποδιού.

Στον παρακάτω πίνακα 4.1.3 παρατηρούμε τις μέσες τιμές ανά πόδι στα τρία στάδια μετρήσεων. Οι μέσες τιμές διαφέρουν ελάχιστα και μάλιστα παρατηρούμε ότι το βάρος μετατοπίζεται από μέτρηση σε μέτρηση (πίνακας 4.1.3). Έτσι το κύριο βάρος που στην πρώτη μέτρηση είναι στο δεξί πόδι στη δεύτερη είναι στο αριστερό και στην τρίτη επανέρχεται στο δεξί με ελάχιστη όμως διαφορά από το αριστερό.

Πίνακας 4.1.3. Μέσες τιμές και αποκλίσεις κατανομής βάρους Kgr.

	1η Μέτρηση		2η Μέτρηση		3η Μέτρηση	
	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι
N	14		14		14	
Μέση τιμή	14,32	13,96	14,04	14,29	14,11	14,09
Τυπική Απόκλιση	3,30	3,70	4,09	3,12	3,50	3,35

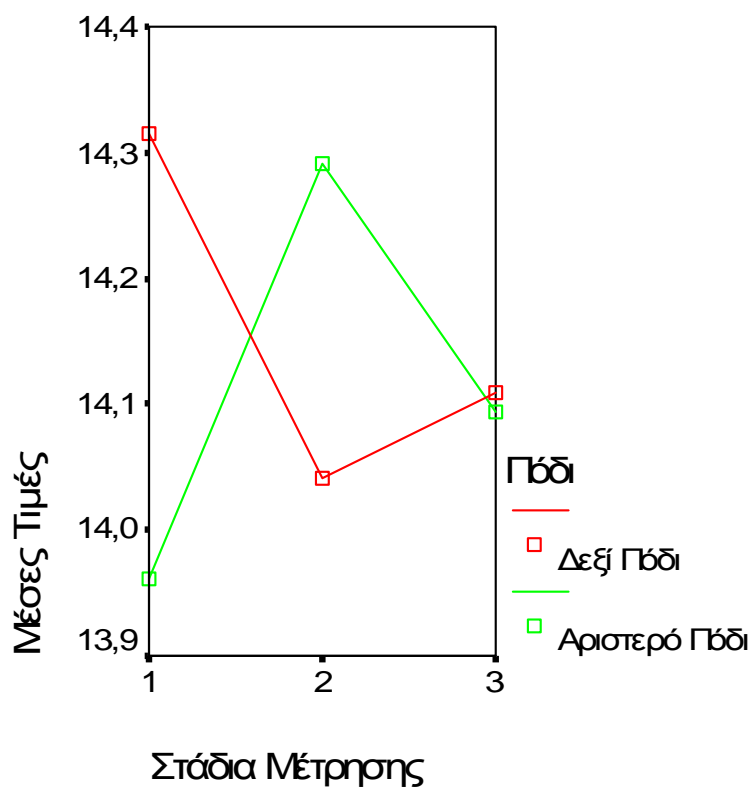
Εφαρμόζοντας τη δοκιμασία των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated Measures), οι διαφοροποιήσεις αυτές των μέσων τιμών σύμφωνα με τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα 4.1.4 δεν κρίνονται ως στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 4.1.4. Πολυμεταβλητοί έλεγχοι αλληλεπίδρασης

	Έλεγχος	F	p-value
	Pillai's Trace	0,033	0,968
Στάδια μέτρησης	Wilks' Lambda	0,033	0,880
	Hotelling's Trace	0,033	0,890
	Roy's Largest Root	0,033	0,858
	Pillai's Trace	0,713	0,495
Στάδια μέτρησης * Πόδι	Wilks' Lambda	0,713	0,419
	Hotelling's Trace	0,713	0,425
	Roy's Largest Root	0,713	0,406
	Pillai's Trace	0,713	0,406

Οι μετατοπίσεις του βάρους που αναφέραμε προηγουμένως είναι περισσότερο εμφανείς στο παρακάτω διάγραμμα 4.1.7.





Διάγραμμα 4.1.7 Μέσες τιμές βάρους kg ανά μέτρηση

Αν λάβουμε υπόψη μόνο τον παράγοντα πόδι (αριστερό και δεξί) όπως είδαμε στα αποτελέσματα του πίνακα 4.1.5 δεν υπάρχει σημαντική διαφορά. Ούτε ως προς τα τρία στάδια μέτρησης αλλά ούτε και ως προς τον παράγοντα πόδι. Παρατηρώντας όμως τον αρχικό πίνακα δεδομένων (Πίνακας 4.1.5) που παρουσιάζει τα αποτελέσματα της 1ης μέτρησης, διαπιστώνουμε ότι το συνολικό βάρος των παιδιών δεν κατανέμεται ομοιόμορφα και στα δύο πόδια.

Πίνακας 4.1.5. Αρχικός πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 1η μέτρηση

ΑΑ	Συνολικό Βάρος (Kg)	Δεξί πόδι		Αριστερό πόδι	
		Βάρος (Kg)	%	Βάρος (Kg)	%
1	20,089	10,637	<b>52,95%</b>	9,452	47,05%
2	41,861	19,920	47,59%	21,941	<b>52,41%</b>
3	25,818	13,873	<b>53,73%</b>	11,945	46,27%
4	25,436	13,223	<b>51,99%</b>	12,213	48,01%
5	37,815	17,760	46,97%	20,055	<b>53,03%</b>
6	25,588	13,707	<b>53,57%</b>	11,881	46,43%
7	34,758	17,325	49,84%	17,433	<b>50,16%</b>
8	27,486	13,925	<b>50,66%</b>	13,561	49,34%
9	27,787	13,547	48,75%	14,240	<b>51,25%</b>
10	33,647	18,067	<b>53,70%</b>	15,580	46,30%
11	18,814	8,821	46,89%	9,993	<b>53,11%</b>
12	19,915	9,373	47,07%	10,542	<b>52,93%</b>
13	30,688	16,453	<b>53,61%</b>	14,235	46,39%
14	26,162	13,781	<b>52,68%</b>	12,381	47,32%

Έτσι άλλα παιδιά ρίχνουν περισσότερο βάρος στο δεξί πόδι και άλλα στο αριστερό. Επομένως, στην ανάλυση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη αυτός ο παράγοντας, που τον ονομάζουμε ‘τύπο ποδιού’. Συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι 8 παιδιά κατανέμουν- «ρίχνουν»- περισσότερο βάρος στα δεξιά, ‘δεξιός τύπος’ έναντι των υπολοίπων 6 που ανήκουν στον ‘αριστερό τύπο’, που κατανέμει περισσότερο βάρος προς τα αριστερά. Οι αποκλίσεις αυτές κυμαίνονται από 0,016% έως και 3,73%, ενώ η μέση απόκλιση για το δεξιό τύπο είναι 2,86%, ενώ για τον αριστερό είναι 2,15%.

Στον πίνακα 4.1.6. παρατηρούμε επίσης ότι τα βάρη των παιδιών μετατοπίζονται σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Όλα τα παιδιά που πατούσαν με περισσότερο βάρος στο δεξί στη δεύτερη μέτρηση πατάνε περισσότερο στο αριστερό και αυτά που πατούσαν περισσότερο στο αριστερό στη δεύτερη μέτρηση κατανέμουν περισσότερο το βάρος τους στο δεξί πόδι. Έτσι ο «τύπος ποδιού» παραμένει σαν χαρακτηριστικό μετατοπίζοντας το βάρος στο άλλο πόδι.

Πίνακας 4.1.6. Πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 2η μέτρηση

ΑΑ	Συνολικό Βάρος (Kg)	Δεξί πόδι		Αριστερό πόδι	
		Βάρος (Kg)	%	Βάρος (Kg)	%
1	20,089	9,054	45,07%	11,035	<b>54,93%</b>
2	41,861	22,858	<b>54,61%</b>	19,003	45,39%
3	25,818	11,637	45,07%	14,181	<b>54,93%</b>
4	25,436	11,918	46,85%	13,518	<b>53,15%</b>
5	37,815	20,194	<b>53,40%</b>	17,621	46,60%
6	25,588	11,729	45,84%	13,859	<b>54,16%</b>
7	34,758	18,475	<b>53,15%</b>	16,283	46,85%
8	27,486	12,704	46,22%	14,782	<b>53,78%</b>
9	27,787	14,230	<b>51,21%</b>	13,557	48,79%
10	33,647	16,010	47,58%	17,637	<b>52,42%</b>
11	18,814	9,953	<b>52,90%</b>	8,861	47,10%
12	19,915	10,591	<b>53,18%</b>	9,324	46,82%
13	30,688	14,166	46,16%	16,522	<b>53,84%</b>
14	26,162	12,676	48,45%	13,486	<b>51,55%</b>

Στην τρίτη μέτρηση παραμένει πάλι το χαρακτηριστικό του «τύπου ποδιού». Δεν μετατοπίζεται το βάρος, απλώς μειώνεται η διαφορά μεταξύ των ποδιών.

Πίνακας 4.1.7. Πίνακας κατανομής βάρους ανά πόδι στην 3η μέτρηση

ΑΑ	Συνολικό Βάρος (Kg)	Δεξί πόδι		Αριστερό πόδι	
		Βάρος (Kg)	%	Βάρος (Kg)	%
1	20,089	9,742	48,49%	10,347	<b>51,51%</b>
2	41,861	21,394	<b>51,11%</b>	20,467	48,89%
3	25,818	12,695	49,17%	13,123	<b>50,83%</b>
4	25,436	12,440	48,91%	12,996	<b>51,09%</b>
5	37,815	19,562	<b>51,73%</b>	18,253	48,27%
6	25,588	12,348	48,26%	13,240	<b>51,74%</b>
7	34,758	17,574	<b>50,56%</b>	17,184	49,44%
8	27,486	13,392	48,72%	14,094	<b>51,28%</b>
9	27,787	14,060	<b>50,60%</b>	13,727	49,40%
10	33,647	16,322	48,51%	17,325	<b>51,49%</b>
11	18,814	9,520	<b>50,60%</b>	9,294	49,40%
12	19,915	10,883	<b>54,65%</b>	9,032	45,35%
13	30,688	15,139	49,33%	15,549	<b>50,67%</b>
14	26,162	13,006	49,71%	13,156	<b>50,29%</b>

Εφαρμόζοντας τη δοκιμασία των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures) λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον τον παράγοντα «τύπος ποδιού» και

παρατηρώντας τα αποτελέσματα (Πίνακας 4.1.8) διαπιστώνουμε ότι, η πιθανότητα του ελέγχου σφαιρικότητας του Mauchly είναι μεγαλύτερη του 5% ( $p > 0,05$ ), που σημαίνει ότι η μηδενική υπόθεση της συμμετρίας του πίνακα διακύμανσης – συνδιακύμανσης δεν απορρίπτεται.

Πίνακας 4.1.8. Έλεγχοι σφαιρικότητας

	Mauchly's W	Sig.	Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Στάδια μέτρησης	0,819	0,101	0,847	1,000	0,500

Στο ερώτημα αν διαφέρουν μεταξύ τους τα τρία στάδια επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, από τα αποτελέσματα του πίνακα 4.1.9, διαπιστώνουμε ότι, μόνο αν ληφθεί υπόψη ο παράγοντας 'τύπος ποδιού' και 'πόδι', υπάρχει αλληλεπίδραση ως προς τα τρία στάδια επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Τα αποτελέσματα και στους τέσσερις διαθέσιμους ελέγχους είναι τα ίδια.

Πίνακας 4.1.9. Πολυμεταβλητοί έλεγχοι αλληλεπίδρασης

	Έλεγχος	F	p-value
Στάδια μέτρησης	Pillai's Trace	0,301	0,743
	Wilks' Lambda	0,301	0,743
	Hotelling's Trace	0,301	0,743
	Roy's Largest Root	0,301	0,743
Στάδια μέτρησης * Τύπος Ποδιού	Pillai's Trace	0,101	0,905
	Wilks' Lambda	0,101	0,905
	Hotelling's Trace	0,101	0,905
	Roy's Largest Root	0,101	0,905
Στάδια μέτρησης * Πόδι	Pillai's Trace	0,144	0,867
	Wilks' Lambda	0,144	0,867
	Hotelling's Trace	0,144	0,867
	Roy's Largest Root	0,144	0,867
Στάδια μέτρησης * Τύπος Ποδιού * Πόδι	Pillai's Trace	76,527	0,000
	Wilks' Lambda	76,527	0,000
	Hotelling's Trace	76,527	0,000
	Roy's Largest Root	76,527	0,000

Από τον έλεγχο επαναλαμβανόμενων αντιθέσεων (Repeated contrast), όπου ελέγχεται η μέση τιμή κάθε σταδίου μέτρησης με τη μέση τιμή του επόμενου σταδίου, παρατηρούμε ότι σε όλα τα στάδια μέτρησης έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 4.1.10). Για να διαπιστωθούν οι διαφορές μεταξύ των σταδίων μέτρησης εφαρμόστηκαν διάφοροι συνδυασμοί ελέγχου γραμμικών αντιθέσεων (Simple, Difference, Helmert και Repeated).

Πίνακας 4.1.10 Έλεγχος επαναλαμβανόμενων αντιθέσεων

Στάδια Μέτρησης	F	Sig.
1η Μέτρηση ως προς 2η Μέτρηση	156,448	0,000
2η Μέτρηση ως προς 3η Μέτρηση	41,209	0,000
1η Μέτρηση ως προς 3η Μέτρηση	102,656	0,000

Τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων έδειξαν σε όλες τις περιπτώσεις στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών σταδίων μέτρησης.

Αναλυτικότερα, παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πίνακα 4.1.11 και 4.1.12 διακρίνουμε τις διαφορές των μέσων τιμών.

Πίνακας 4.1.11 Μέσες τιμές κατανομής βάρους kg. και τυπική απόκλιση για το 'δεξιό τύπο' ποδιού

	1η Μέτρηση		2η Μέτρηση		3η Μέτρηση	
	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι
N	8		8		8	
Μέση τιμή	14,21	12,66	12,53	14,43	13,14	13,73
Τυπική Απόκλιση	2,21	1,83	2,09	2,09	1,96	2,03

Αρχικά, όσον αφορά τον 'δεξιό τύπο' ποδιού, τα παιδιά που ρίχνουν περισσότερο βάρος στο δεξί πόδι  $14,21 \pm 2,21$  κιλά και λιγότερο στο αριστερό  $12,66 \pm 1,83$  κιλά, στο 2ο στάδιο μέτρησης ρίχνουν κατανέμουν το βάρος τους περισσότερο στο αριστερό  $14,43 \pm 2,09$  κιλά και  $12,53 \pm 2,09$  κιλά στο δεξί. Τέλος η κατανομή βάρους ομαλοποιείται στη 3η μέτρηση  $13,14 \pm 1,96$  κιλά στο δεξί, έναντι  $13,73 \pm 2,03$  κιλά στο αριστερό πόδι.

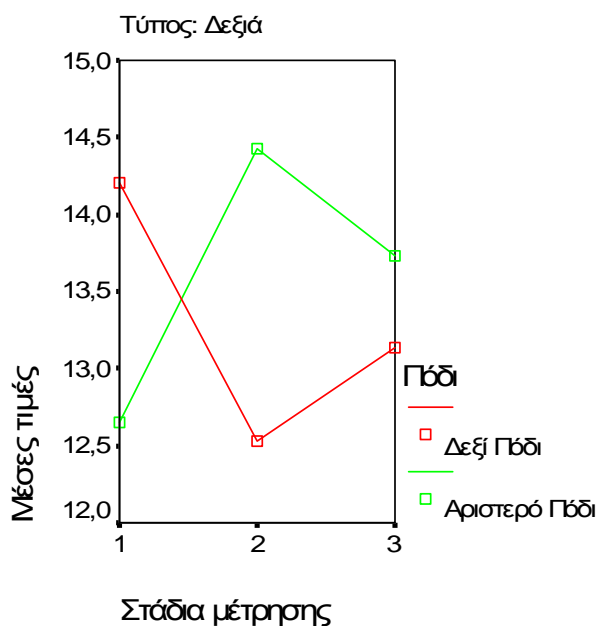
Για τα παιδιά που επιμερίζουν αρχικά περισσότερο βάρος στο αριστερό πόδι και ανήκουν στον 'αριστερό τύπο' ποδιού, παρατηρούμε να συμβαίνει το ίδιο. Το βάρος του δεξιού ποδιού από  $14,46 \pm 4,64$  κιλά στην 1η μέτρηση αυξάνεται στα  $16,05 \pm 5,37$  κιλά στη 2η μέτρηση, ενώ στο αριστερό πόδι από  $15,7 \pm 4,94$  κιλά, μειώνεται στα  $14,11 \pm 4,37$  κιλά. Στην 3η μέτρηση μειώνεται η διαφορά μεταξύ δεξιού  $15,41 \pm 4,80$  κιλά έναντι  $14,58 \pm 4,79$  του αριστερού ποδιού.

Οι διαφορές στις μέσες τιμές κιλών μεταξύ 'δεξιού τύπου' και 'αριστερού τύπου' οφείλονται στις διαφορές του συνολικού βάρους των παιδιών.

Πίνακας 4.1.12 Μέσες τιμές κατανομής βάρους kg. και τυπική απόκλιση για το αριστερό τύπο ποδιού

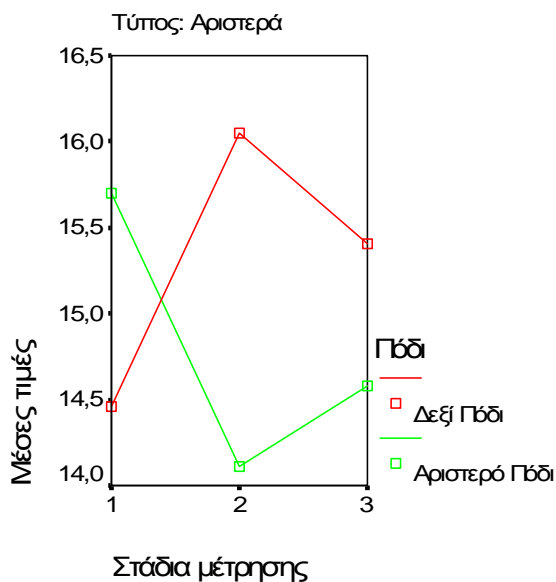
	1η Μέτρηση		2η Μέτρηση		3η Μέτρηση	
	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι	Δεξί Πόδι	Αριστερό Πόδι
N	6		6		6	
Μέση τιμή	14,46	15,70	16,05	14,11	15,41	14,58
Τυπική Απόκλιση	4,64	4,94	5,37	4,37	4,80	4,79

Για να έχουμε μια καλύτερη εικόνα της αλληλεπίδρασης των παραγόντων δημιουργούμε τα παρακάτω διαγράμματα 4.1.8 και 4.1.9, που απεικονίζουν τις μέσες τιμές της κατανομής βάρους στο δεξί και στο αριστερό πόδι για τα τρία στάδια επαναλαμβανόμενης μέτρησης ανά ‘τύπο ποδιού’.



Διάγραμμα 4.1.8 Μέσες τιμές kg. για τα τρία στάδια επαν. μέτρησης για τον ‘δεξί τύπο’ ποδιού

Παρατηρώντας προσεκτικά τα διαγράμματα διαπιστώνουμε ότι η κατανομή βάρους, και στους δύο ‘τύπους ποδιού’, στο δεύτερο στάδιο επαναλαμβανόμενης μέτρησης αντιστρέφεται με σημαντική απόκλιση του δεξιού και αριστερού ποδιού ενώ στο τρίτο στάδιο επαναλαμβανόμενης μέτρησης, περιορίζεται κάπως αυτή η απόκλιση, παραμένει όμως ανεστραμμένη.

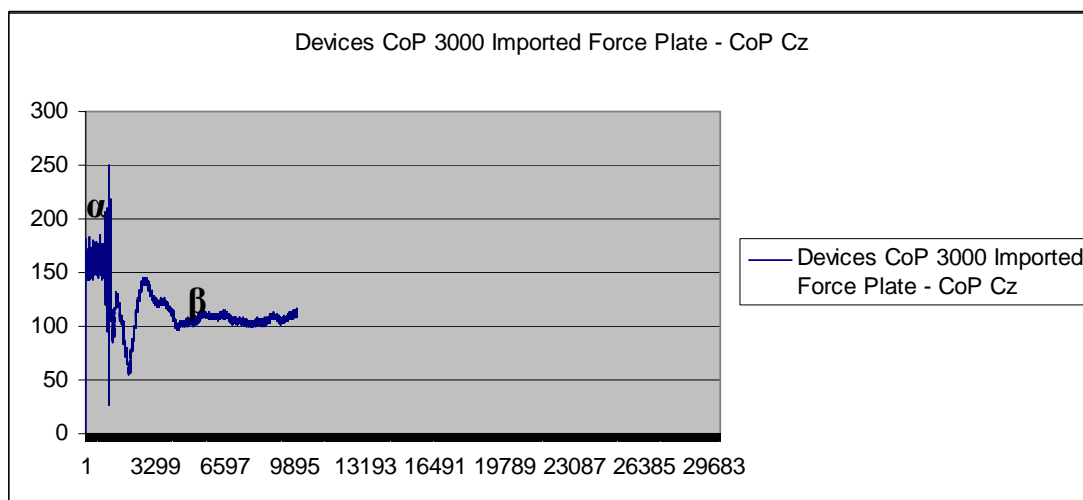


Διάγραμμα 4.1.9 Μέσες τιμές kg. για τα τρία στάδια επαν.

μέτρησης για τον αριστερό τύπο ποδιού

#### 4.2. Αποτελέσματα της δυναμικής δράσης *sitstand* σε σχέση με το χρόνο

Στη συνέχεια έγινε καταγραφή του χρόνου έναρξης- ισορροπίας, στα τρία στάδια επαναλαμβανόμενων μετρήσεων. Όταν αναφερόμαστε στο χρόνο έναρξης (σημ.α, σχ.4.2.1), αυτή αφορά το χρονικό σημείο που το άτομο αρχίζει να μετακινεί προς τα εμπρός το κέντρο πίεσης των κάτω άκρων, και ως χρόνος ισορροπίας ορίζεται η χρονική στιγμή που το άτομο ισορροπεί τελικά στο κέντρο πίεσής του(σημ.β, σχ.4.2.1).

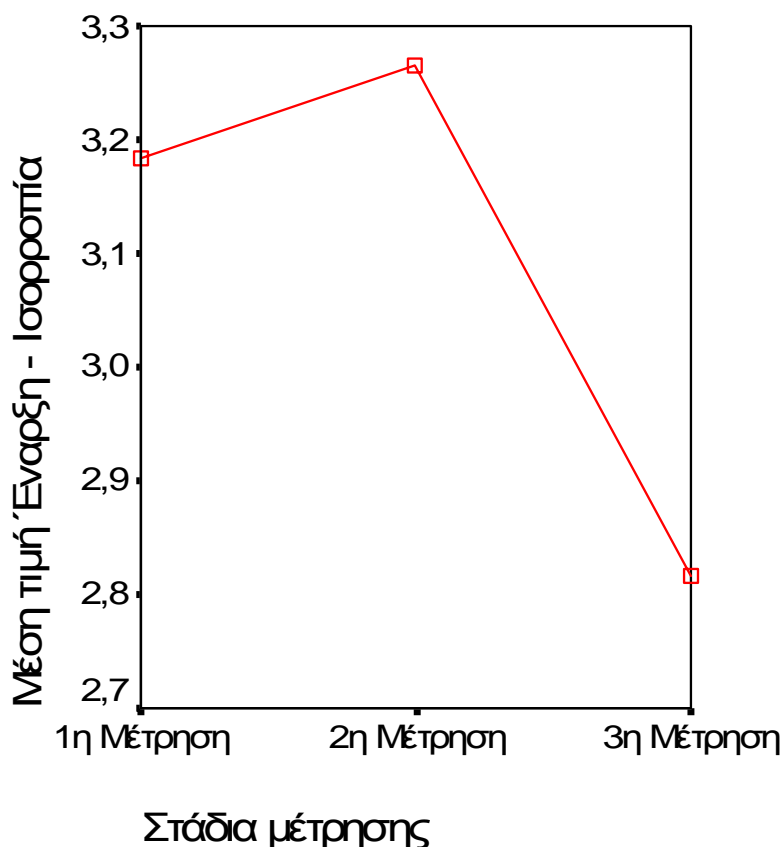


Σχήμα 1. Σχηματική αναπαράσταση των χρονικών περιόδων της δυναμικής δράσης *sitstand*.

Στη συνέχεια μελετάμε τις διαφορές των χρόνων μεταξύ της έναρξης και της ισορροπίας στα τρία στάδια μέτρησης. Για να απαντήσουμε στο ερώτημα αν οι διαφορές αυτές είναι σημαντικές μεταξύ τους και αν επηρεάζονται από τα στάδια μέτρησης εφαρμόζουμε τη δοκιμασία ανάλυσης διακύμανσης. Στην εξαρτημένη μεταβλητή θέτουμε τη διαφορά των χρόνων μεταξύ έναρξης και ισορροπίας και στην ανεξάρτητη, τα τρία στάδια μέτρησης.

Αρχικά όπως παρατηρούμε στο παρακάτω διάγραμμα 4.2.1, καθώς και από τα περιγραφικά δεδομένα του πίνακα 4.2.1, η μέση διαφορά του χρόνου μεταξύ έναρξης και ισορροπίας στην πρώτη μέτρηση από 3,18 sec αυξάνεται ελάχιστα στη δεύτερη στα 3,24 sec για να μειωθεί στην τρίτη στα 2,82 sec.





Διάγραμμα 4.2.1 Μέση τιμή, Έναρξη – Ισοροπία, για τα τρία στάδια μέτρησης

Στη συνέχεια από την εφαρμογή της Ανάλυσης Διακύμανσης (ANOVA) διαπιστώνουμε ότι οι διαφορές μεταξύ των τριών μετρήσεων δεν είναι στατιστικά σημαντικές ( $p > .05$ ) (Πίνακας 12) .

Πίνακας 4.2.1 Μέσοι χρόνοι και τυπική απόκλιση σε sec, μεταξύ έναρξης και ισοροπίας ανά στάδιο μέτρησης.

	Στάδια Μέτρησης	N	Μέσος χρόνος	Τυπική Απόκλιση	F	p-value
Έναρξη - Ισοροπία	1η Μέτρηση	14	3,183	0,919	1,132	0,334
	2η Μέτρηση	14	3,243	0,802		
	3η Μέτρηση	14	2,815	0,746		

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρά την πληθώρα των αποτελεσμάτων που αναφέρονται στην εφαρμογή πρισμάτων σε υγιή ενήλικα άτομα, δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες που να αφορούν την παιδική ηλικία. Επίσης η μελέτη των αποτελεσμάτων της εφαρμογής πρισμάτων με στόχο τη διαφοροποίηση της κατανομής του βάρους του σώματος στην όρθια στάση δεν έχει μελετηθεί από όσο μπορούμε να γνωρίζουμε.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης κατά την μέτρηση της κατανομής του βάρους του σώματος στην όρθια στάση (πρώτη μέτρηση), κατέδειξαν ότι και τα 14 παιδιά του δείγματός μας παρουσίασαν άνιση κατανομή του βάρους τους στα δύο κάτω άκρα κατά τη διατήρηση της όρθιας στάσης. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς η μικρού βαθμού ασυμμετρία αποτελεί ένα κοινό χαρακτηριστικό των φυσιολογικών ανθρώπων (Sage, 1977). Όπως φαίνεται στον πίνακα 4.1.5. από τα 14 παιδιά του δείγματος τα 8 παιδιά κατένειμαν περισσότερο βάρος στο δεξί κάτω άκρο ('δεξιός τύπος') και τα 6 παιδιά στο αριστερό κάτω άκρο ('δεξιός τύπος'). Η αναμενόμενη ασύμμετρη κατανομή του βάρους στο δείγμα μας αποτέλεσε το λόγο για τον οποίο επιλέξαμε να μετρήσουμε πριν την εφαρμογή των πρισμάτων για κάθε ένα από τα παιδιά του δείγματος την ακριβή κατανομή του βάρους σε κάθε πόδι σύμφωνα με τις αντικειμενικών τιμές που καταγράφηκαν μέσω των δύο δυναμοδαπέδων. Έτσι η επιλογή της κατεύθυνσης της βάσης των πρισμάτων έγινε συγκεκριμένα για κάθε ένα παιδί, σύμφωνα με αυτή την κατανομή του βάρους στα δύο άκρα, «τύπος ποδιού» (Sekiyama et al. 2000; Stratton et al. 1897a.,1897b; Taylor, 1962).

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των πρισμάτων (δεύτερη μέτρηση), όλα τα παιδιά επέδειξαν μία μετατόπιση του βάρους τους προς το αντίθετο πόδι της πλευράς που τοποθετήθηκε η βάση των πρισμάτων. Αυτή η μετατόπιση του βάρους του σώματος αποτελεί την ‘άμεση επίδραση’ των πρισμάτων η οποία οδήγησε σε οριζόντια μετατόπιση της μέσης γραμμής του σώματος. Το αποτέλεσμα αυτό της μελέτης μας έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα πολλών άλλων ερευνών που αναφέρονται σε διαφορετικών ηλικιών υγιείς ενήλικες (Benabib, 2007; Redding et al. 2005; Martin et al. 2002).

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όλα τα παιδιά άλλαξαν τον «τύπο ποδιού» μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης (πίνακες 4.1.5. και 4.1.6.) ανεξάρτητα από τον «τύπου ποδιού» στον οποίο είχαν ταξινομηθεί κατά την πρώτη μέτρηση. Το προαναφερθέν αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης δηλώνει την τροποποίηση του προσανατολισμού της μέσης γραμμής του σώματος σαν απάντηση στη διαφοροποίηση της οπτικής αντίληψης μέσω της εφαρμογής των πρισμάτων, γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα πολλών άλλων ερευνητών (Pisella et al. 2006; Black & Riley, 2002; Benabib, 2007; Redding et al., 2005; Martin et al., 2002; Welch and Warren, 1980; Welch et al., 1979; Assaiante & Amblard, 1993; Grossman et al., 1988; Pozzo et al., 1990; Amblard et al., 1997) που προέκυψαν από μελέτες σε υγιείς ενήλικες διαφόρων ηλικιών.

Κατά τη στατιστική ανάλυση χωρίς να ληφθεί υπόψη ο παράγοντας «τύπος ποδιού», δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πρώτης και δεύτερης μέτρησης. Αυτό το αποτέλεσμα ήταν αναμενόμενο διότι οι διαφορές στην κατανομή του βάρους που προέκυψαν από την εφαρμογή των πρισμάτων στην 2η μέτρηση αλληλοεξουδετερώνονται μεταξύ τους καθώς στα 8 παιδιά του δείγματος τοποθετήθηκαν οι βάσεις των πρισμάτων αριστερά και στα 6 δεξιά. Είναι φυσικό

αποτέλεσμα η μη ανάδειξη στατιστικά σημαντικών διαφορών. Σε αντίθεση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης που προέκυψαν από την ανάλυση των τιμών των μετρήσεων της κατανομής του βάρους του σώματος στην όρθια στάση λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα «τύπος ποδιού» κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των πρισμάτων (δεύτερη μέτρηση), κατέδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων. Δυστυχώς δεν υπάρχουν αντίστοιχες έρευνες που να αναφέρονται στη μελέτη της εφαρμογής των πρισμάτων κατά τη διατήρηση της όρθιας στάσης ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των τιμών της κατανομής του βάρους του σώματος στην όρθια στάση μετά την αφαίρεση των πρισμάτων (τρίτη μέτρηση), κατέδειξαν ότι σε όλα τα παιδιά παρατηρήθηκαν μετατοπίσεις του κέντρου βάρους προς το αντίθετο πόδι από αυτό της δεύτερης μέτρησης ( άμεσης επίδρασης) (πίνακας 4.1.7.). Η στατιστική ανάλυση μεταξύ των τιμών της δεύτερης και τρίτης μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το αποτέλεσμα αυτό εξηγείται πλήρως από το φαινόμενο της μετεπίδρασης στην εφαρμογή των πρισμάτων όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα και άλλων ερευνητών (Martin et al., 2002; 1996a,b; Redding & Wallace 1993, 2003b, 2004a) που προέκυψαν από μελέτες σε υγιείς ενήλικες, με την εφαρμογή πρισμάτων, όπου φάνηκε ότι συμβαίνει προσαρμογή της στάσης, στην κατάσταση μετά την αφαίρεση των πρισμάτων, σαν μετεπίδραση στην πρισματική εφαρμογή και να οδηγήσει σε μία νέα αντιληπτική κατάσταση.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μετατόπιση του βάρους του σώματος παρέμεινε προς την πλευρά της μετατόπισης της ‘άμεσης επίδρασης’ στην εφαρμογή των πρισμάτων αλλά σε μικρότερο ποσοστό με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της αρχικής ασυμμετρίας στα 11 από τα 14 παιδιά που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη

(πίνακες 4.1.5., 4.1.6. και 4.1.7.). Σε τρία από τα 14 παιδιά του δείγματος (no.7, 8, & 12), διαπιστώσαμε ότι η ασύμμετρη κατανομή του βάρους στα δύο πόδια κατά την πρώτη μέτρηση αυξήθηκε μετά την αφαίρεση των πρισμάτων όπως διαπιστώθηκε κατά την τρίτη μέτρηση. Μία πιθανή εξήγηση αυτού του αποτελέσματος είναι το γεγονός ότι τα δύο από αυτά τα παιδιά (no.7, 8), είχαν πολύ μικρού βαθμού ασυμμετρία, που πλησίαζε στην πλήρη συμμετρία, στην αρχική κατανομή του βάρους τους και η εφαρμογή των πρισμάτων, στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, πιθανά επέδρασε ως έντονο ερέθισμα στην αλλαγή της οπτικής αντίληψης του χώρου, με αποτέλεσμα να προσπαθήσουν να επαναρυθμίσουν και να επανευθυγραμμίσουν το σώμα τους στην νέα αντιληπτική κατάσταση (Redding et al. 2005; Martin et al. 2002). Έτσι η παραμονή της εντονότερης αυτής ασυμμετρίας ως ‘μετεπίδραση’ (Pisella et al. 2006; Benabib, 2007) για αυτά τα δύο παιδιά του δείγματος, στην 3<sup>η</sup> μέτρηση συγκριτικά με την αρχική κατανομή του βάρους τους στην 1<sup>η</sup> μέτρηση, ίσως εξηγείται με αυτό τον τρόπο. Το 3<sup>ο</sup> παιδί (no. 12) που παρουσίασε επίσης παραμονή μεγαλύτερης ασυμμετρίας στην 3<sup>η</sup> μέτρηση συγκριτικά με την 1<sup>η</sup> μέτρηση, ήταν στην ηλικία των 7 χρόνων, και ίσως δεν είχε ολοκληρωθεί η διαδικασία της ωρίμανσης των στρατηγικών ελέγχου (Shumway-Cook 1995) και η αισθητηριακή πληροφόρηση λειτούργησε με κάποιο τρόπο αποδιοργανώνοντας την αντίληψη της μέσης γραμμής με αποτέλεσμα την παρουσία πιο έντονης ασύμμετρης κατανομής του βάρους.

Συμπερασματικά η κατανομή βάρους, και στους δύο ‘τύπους ποδιού’, στο δεύτερο στάδιο επαναλαμβανόμενης μέτρησης αντιστρέφεται με σημαντική απόκλιση ενώ στο τρίτο στάδιο επαναλαμβανόμενης μέτρησης, περιορίζεται κάπως αυτή η απόκλιση, αλλά παραμένει ανεστραμμένη. Έτσι το περισσότερο βάρος του σώματος που στην πρώτη μέτρηση είναι στο δεξί πόδι στη δεύτερη είναι στο αριστερό και στην τρίτη επανέρχεται στο δεξί με ελάχιστη όμως διαφορά από το αριστερό. Με

αποτέλεσμα όλα τα παιδιά του δείγματος της παρούσας μελέτης να μειώσουν σημαντικά την αρχική ασύμμετρη κατανομή του βάρους του σώματος τους στα δύο πόδια. Τα αποτελέσματα ήταν τα αναμενόμενα όσον αφορά την τελική προσαρμογή των παιδιών στο χώρο μετά την αφαίρεση των πρισμάτων. Έχει αναφερθεί από άλλους ερευνητές (Martin et al. 2002; Vickers 1994; Kohler, 1964) ότι ακολουθεί μία οπτική μετατόπιση της γωνίας προσήλωσης των ματιών στην κατάσταση μετά την αφαίρεση των πρισμάτων, προς την αντίθετη πλευρά από αυτή που υπήρχε κατά την εφαρμογή των πρισμάτων, ως μετεπίδραση. Η νέα οπτική αντίληψη οδηγεί σε αλλαγή της αίσθησης της θέσης της κεφαλής (Redding et al. 2003a, 2004b), ως προσαρμογή στην γωνία προσήλωσης των ματιών, προς την ίδια κατεύθυνση της προσήλωσης των ματιών (Martin et al. 2002). Έτσι αυτή η οριζόντια απόκλιση του οπτικού πεδίου (Fernandez-Ruiz et al. 2003), που συνέβη στα παιδιά του δείγματος μετά την αφαίρεση των πρισμάτων (3<sup>η</sup> μέτρηση), προκάλεσε τη μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος προς την ίδια πλευρά της μετατόπισης της αίσθησης της κεφαλής (Benabib, 2007), αφού η θέση της κεφαλής φαίνεται να είναι ένας βασικός παράγοντας στο δυναμικό στατικό έλεγχο (Assaiante & Amblard, 1993; Grossman et al., 1988; Pozzo et al., 1990; Amblard et al., 1997)

Το συμπέρασμα αυτό που προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσε να αποτελέσει ένα γενικό πλάνο στρατηγικής θεραπευτικής παρέμβασης σε παιδιά με ασύμμετρη κατανομή του βάρους λόγω κινητικών δυσλειτουργιών, καθώς έχει γίνει γνωστό ότι, η πλαστικότητα των νευρολογικών μηχανισμών ως προς την οπτική αντίληψη του χώρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσω της πρισματικής εφαρμογής, ως ένα επιπλέον εργαλείο για τη νευροαποκατάσταση (Pisella et al., 2006).

Στα αποτελέσματα της μέτρησης της δυναμικής δράσης του sitstand σε σχέση με το χρόνο καταγράφηκε μία διαφοροποίηση μεταξύ των τριών επαναλαμβανόμενων μετρήσεων όσον αφορά στο χρονικό διάστημα *έναρξη-ισορροπία*, όμως δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική ( $p > 0,05$ ). Μπορούμε να υποθέσουμε ότι μία πιθανή αιτία που ευθύνεται για τη μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση, θα ήταν ενδεχομένως, ο μικρός αριθμός του δείγματος των συμμετεχόντων. Μία άλλη πιθανή αιτία, για τη μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της παραμέτρου του χρόνου όσον αφορά στο στάδιο της *έναρξης-ισορροπίας*, ίσως να ήταν ο μικρός βαθμός (Fresnel 5°) της πρισματικής μετατόπισης, με αποτέλεσμα να μην επέδρασε πολύ έντονα στη χρονική παράμετρο της δυναμικής δράσης της έγερσης από την καθιστή, των παιδιών που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα.

Παρόλαυτα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η εφαρμογή των πρισμάτων φαίνεται να επιδρά στην ταχύτητα ισορροπίας κατά την κινητική δράση έγερσης από την καθιστή θέση, για τις ηλικίες των παιδιών από 7-10 χρόνων που αποτέλεσαν το δείγμα σ' αυτή τη μελέτη, ως μετεπίδραση στην αλλαγή της οπτικής αντίληψης. Αυτή η μείωση του χρόνου ταχύτητας της δυναμικής δράσης, μπορεί να αφορά σε κάποιο βαθμό την αλληλεπίδραση στην ακρίβεια και στην ετοιμότητα για κίνηση, η οποία συμβαίνει μέσω της επίδρασης του μηχανισμού στρατηγικής ελέγχου και επανοργάνωσης του χώρου (Redding et al., 2005; Redding & Wallace 1993, 2003b, 2004a) και της επίδρασης στο συντονισμό και στην προσαρμογή της συνέργειας (Martin et al. 2002) όπως έχει αναφερθεί σε μελέτες σε υγιείς ενήλικες. Δυστυχώς από την εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση και από όσο είναι δυνατόν να γνωρίζουμε δεν υπάρχουν έρευνες που να αναφέρουν μελέτες σχετικές με χρονικές παραμέτρους στην εφαρμογή των πρισμάτων, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η συγκριτική αντιπαράθεση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αυτό που φάνηκε, και είναι σημαντικό να επισημανθεί, είναι η μετατόπιση του κέντρου βάρους του σώματος κατά την όρθια στάση, στα παιδιά ηλικίας 7-10 χρόνων που πήραν μέρος στην μελέτη. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μετατόπιση του κέντρου βάρους διατηρήθηκε σε κάποιο βαθμό και μετά την εφαρμογή των πρισμάτων και οδήγησε στην μεγαλύτερου βαθμού συμμετρία στην δυναμική στάση των παιδιών που αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης.

Η παρούσα μελέτη θα μπορούσε ίσως να αποτελέσει τη βάση δεδομένων για τη μελέτη με μεγαλύτερο αριθμό δείγματος της ίδιας ηλικίας και κατάστασης με το δείγμα της παρούσης μελέτης. Μία άλλη πρόταση για έρευνα θα μπορούσε να αποτελέσει η καταγραφή των αποτελεσμάτων από τη μελέτη, παιδιών της ίδιας ηλικίας και φυσιολογικής αισθητηριοκινητικής κατάστασης, με διαφορετικού βαθμού πρίσματα ώστε να υπάρξει διαφορετικού βαθμού οπτική αντιληπτική μετατόπιση. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων σε διαφορετικές δυναμικές κινητικές δράσεις για παιδιά της ίδιας ηλικίας και με φυσιολογικά αισθητηριοκινητικά χαρακτηριστικά ίσως θα μπορούσε να αποτελέσει πρόταση για νέα έρευνα.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbs JH, Cole KJ. Neural mechanisms of motor equivalence and goal achievement. In: Higher Brain Functions-Recent Explorations of the Brain's Emergent Properties, edited by Wise SP. New York: Wiley, 1987, p. 15-44.
- Abend W, Bizzi E, Morasso P. Human trajectory formation. Brain 1982; 105: 331-348.
- Alain D, Pérennou B, Amblard B, Pélissier J. Hemispheric asymmetry in the visual contribution to postural control in healthy adults. NeuroReport 1997; 8: 3137-3141.
- Albus JS. A theory of cerebellar function. Math. Biosci. 1971; 10: 25-61.
- Amblard B, Cremieux J, Marchand et al. Exp. Brain Res. 1988; 61: 21-37.
- Amblard B, Assaiante C, Fabre JC. Exp. Brain Res. 1997; 114: 214-225.
- Anderson PG, Mulder T, Nienhuis B, Hulstijn W. Are older adults more dependent on visual information in regulating self-motion than younger adults? J Motor Beh. 1998; 30(2): 104-13.
- Arutyunyan GH, Gurfinkel VS, Mirskii ML. Investigation of aiming at a target. Biophysics 1968; 13: 536-538.
- Arutyunyan GH, Gurfinkel VS, Mirskii ML. Organization of movements on execution by man of an exact postural task. Biophysics 1969; 14: 1162-1167.
- Aslin RN. Development of binocular fixation in human infants. J. Exp. Child Psych. 1977; 23: 133-150.
- Assaiante C, Amblard B. Exp. Brain Res. 1993; 93: 499-515.

- Atkin A, Bender M. Ocular stabilization during oscillatory head movements. *Arch. Neurol.* 1986; 19: 559-66.
- Baizer JS, Glickstein M. Proceedings: role of cerebellum in prism adaptation. *J Physiol.* 1974; 236: 34P-5P.
- Baizer JS, Kralj-Hans I, Glickstein M. Cerebellar lesions and prisms adaptation in macaque monkeys. *J Neuropsychiol.* 1999; 81: 1960-1965.
- Baraduc P, Wolpert DM. Adaptation to a visuomotor shift depends on the starting posture. *Journal of Neurophysiology* 2002; 88: 973-981.
- Beckett PA. Development of the third component of prism adaptation: Effects of active and passive movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1980; 6(3): 433-444.
- Bedford FL. Constraints on learning new mappings between perceptual dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1989; 15: 232-248.
- Bedford FL. Perceptual and Cognitive Spatial Learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1993; 19(3): 517-530.
- Bedford FL. Perceptual learning. In D. Medin (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* 1993b; 30: 1-60.
- Bedford FL. Constraints on learning new mappings between perceptual dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and performance* 1989; 15: 232-248.
- Bedford FL. Keeping perception accurate. *Trends in cognitive Science* 1999; 3(1): 4-11.
- Benabib RM. Use of rotary prism as a modality during physical handling. *e-Journal home.* 2007; 2: 3.

- Berberovic N, Pisella L, Morris AP, Mattingley JB. Prismatic adaptation reduces biased temporal order judgments in spatial neglect. *NeuroReport* 2004; 15: 1199-1204.
- Bernstein NA. *The Co-Ordination and Regulation of movements*. Oxford: Pergamon, 1967.
- Bernstein NA. On dexterity and its development. In M.L.Latash & M.T.Turvey (eds.), *Dexterity and its development* (pp.9-244).
- Bisiach E, Vallar G. in: Boller F, Grafman J (Eds.), *Hemispatial neglect in humans* *Handbook of Neuropsychology*, vol. 1. Elsevier, Amsterdam 1988; pp. 195-222.
- Bisiach E. Unilateral neglect and related disorders. In: Denes F, Pizzamiglio L, editors. *Handbook of clinical and experimental neuropsychology*. Hove: Psychology Press; 1999. pp. 479-496.
- Black D, and Riley AM. The proprioceptive aftereffects of prism adaptation influence interlimb rhythmic coordination. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics society 46<sup>th</sup> Annual Meeting*, 2002.
- Bloomberg JJ, Merkle LA, Barry SR, Huebner WP, Cohen HS et al. Effects of adaptation of vestibule-ocular reflex function on manual target localization. *Journal of vestibular Research* 2000; 10: 75-86.
- Bohannon RW, Smith M, Larkin P. *Phys. Ther.* 1986; 66: 944-945.
- Bonnefai-Kyriacou B, Legallet E, Trouche E, Spatio-temporal and Kinematic analysis of pointing movements performed by cerebellar patients with limb ataxia. *Exp. Brain Res.* 1998; 119: 460-466.
- Bosman J, Tusscher M, Kingma H. The influence of visual input on vestibulo-ocular reflex. *Documenta Ophthalmologica* 1999; 99: 83-92.

- Bossom J. The effect of brain lesions on prism-adaptation in monkey. *Psychon Sci.* 1965; 2: 45.
- Bowditch HP, Southard WF. A comparison of sight and touch. *Journal of Physiology* 1980; 3: 232-245.
- Brautaset RL, Jennings JAM. Horizontal and vertical prism adaptations are different mechanisms. *Ophthal. Physiol. Opt.* 2005; 25: 215-218.
- Brocklehurst JC, Robertson D, James-Groom P. Clinical correlates of sway in old age-sensory modalities. *Age Ageing* 1982; 11(1): 1-10.
- Carroll JD. Functional learning: The learning of continuous functional mappings relating stimulus and response continua 1963(Rep. No. RB-63-26). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Carter DB. Effects of prolonged wearing of prism. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 1963; 40: 265-273.
- Carter DB. Fixation disparity and heterophoria following prolonged wearing of prism. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 1965; 42: 141-152.
- Canavan AG, Passingham RE, Marsden CD, Quinn N, Wyke M, et al. Prism adaptation and order tasks involving spatial abilities in patients with Parkinson's disease, patients with frontal lobe lesions and patients with unilateral temporal lobectomies. *Neuropsychologia* 1990; 28: 969-984.
- Cassidy TP, Lewis S, Gray CS. Recovery from visuospatial neglect in stroke patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery Psychiatry* 1998; 64: 555-557.
- Clower DM, Hoffman JM, Votaw JR, Faber TL, Woods RP, Alexander GE. Role of posterior parietal cortex in the rehabilitation of visually guided reaching. *Nature* 1996; 383: 618-21.

- Clower DM, Boussaoud D. Selective use of perceptual recalibration versus visuomotor skill acquisition. *Journal of Neuropsychology* 2000; 84(5): 2703-2708.
- Clower DM, Robert AW, Lynch JC, Strick PL. The inferior parietal lobule is the target of output from the superior colliculus, hippocampus and cerebellum. *Journal of Neuroscience* 2001; 21: 6283-91.
- Cohen H, Cohen B, Raphan T, Waespe W. Habituation and adaptation of vestibulo-ocular reflex: a model of differential control by the vestibulo-cerebellum. *Experimental Brain Research* 1992; 90: 526-528.
- Cohen HS, Kimball KT. Changes in repetitive head motion after vestibular rehabilitation. *Clinical Rehabilitation* 2004; 18: 25-31.
- Cole KJ, Abbs JH. Coordination of three-joint digit movements for rapid, finger-thumb grasp. *J Neurophysiol.* 1986; 55: 1407-1423.
- Colent C, Pisella L, Bernieri C, Robe G, Rossetti Y. Cognitive bias induced by visuo-motor adaptation to prisms: a simulation of unilateral neglect in normal individuals? *NeuroReport* 2000; 11: 1899-902.
- Collewyn H, Martins AJ, Steinman RM. Compensatory eye movements during active and passive head movements: fast adaption to changes in visual magnification. *J. Physiol.* 1983; 340: 259-86.
- Corbetta M, Miezin FM, Shulman GL et al. *J. Neurosci.* 1993; 13: 1202-1226.
- Craske B, Grawhsaw M. Oculomotor adaptation to prisms is not simply a muscle potentiation effect. *Perception and Psychophysics.* 1975; 18(2): 105-106.
- Craske B, Grawhsaw M. Spatial discordance is a sufficient condition for Oculomotor adaptation to prisms: eye muscle potentiation need not be a factor. *Perception and Psychophysics* 1978; 23: 75-79.

- Cunningham HA, Welch RB. Multiple concurrent visual-motor mappings: Implications for models of adaptation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1994; 20(5): 987-999.
- Delis D, Robertson L, Efron R. *Neuropsychologia* 1986; 24: 205-214.
- Denes G, Semenza C, Stoppa E, Lis A. Unilateral spatial neglect and recovery from hemiplegia: A follow up study. *Brain* 1982; 105: 543-52.
- Dewar R, Adaptation to displaced vision: variations on the 'prismatic shaping' technique. *Perception and psychophysics* 1971; 9: 155-157.
- Dijkerman HC, Webeling M, JM ter Wal, Groet E, MJE van Zandvoort. A long lasting improvement of somatosensory function after prism adaptation, a case study. *Neuropsychologia* 2004; 42: 1697-1702.
- Diller L, Weinberg J. Hemi-inattention in rehabilitation: the evolution of a rational remediation program. *Adv. Neurol.* 1977; 18: 63-82.
- Ebenholtz SM. The possible role of eye-muscle potentiation in several forms of prism adaptation. *Perception* 1974; 3: 477-485.
- Ebenholtz SM. Additivity of aftereffects of maintained head and eye rotations: an alternative to recalibration. *Perception and psychophysics* 1976; 19: 113-116.
- Ellerbrock VJ, Fry GA. The after-effect induced by vertical divergence. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 1941; 18: 450-454.
- Engel KC, Flanders M, Soechting JF. Anticipatory and sequential motor control in piano playing. *Exp. Brain Res.* 1997; 113: 189-199.
- Farnè A, Rossetti Y, Toniolo S, Làdavas E. Ameliorating neglect with prism adaptation: visuo-manual and visuo-verbal measures. *Neuropsychologia* 2002; 40(7): 718-729.

- Ferber S, Danckert J, Joannis M, Goltz H, Goodale M. eye movements tell only half the story: analyzing scan paths to chimeric faces in a patient with neglect pre and post prism adaptation. *Neurology* 2003; 60: 1826-1829.
- Fernandez-Ruiz J, Diaz R, Hall-Haro C, Vergara P, Mischner J, et al. Normal prism adaptation but reduced after-effect in basal ganglia disorders using a throwing task. *European Journal of Neuroscience* 2003; 18: 689-694.
- Fink GR, Marshall JC, Shah NJ, Weiss PH, Halligan PW, et al. Line bisection judgment implicates right parietal cortex and cerebellum as assessed by fMRI. *Neurology* 2000; 54: 1324-31.
- Finke RA. The functional equivalence of mental images and errors of movement. *Cognitive Psychology* 1971; 89: 229-239.
- Fleming J, Behrman M. *Neuropsychologia* 1998; 36: 469-475.
- Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Avanzi S, Làdavas E. Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. *Brain* 2002; 125: 608-623.
- Gauthier GM, Hofferer J-M, Hoyt WF, Stark L. Visual-motor adaptation: quantitative demonstration in patients with posterior fossa involvement. *Arch. Neurol.* 1979; 36: 155-160.
- Gilbert PFC. How the cerebellum could memorise movements. *Nature* 1975; 254: 688-689.
- Girardi M, McIntosh RD, Michel C, Vallar G, Rossetti Y. Sensorimotor effects on central space representation: prism adaptation influences haptic and visual representation in normal subjects. *Neuropsychologia* 2004; 42: 1477-1487.
- Gitelman DR, Alpert NM, Kosslyn S et al. *Ann. Neurol.* 1996; 39:174-179.
- Γναρδέλλης X., (2006), *Ανάλυση Δεδομένων με το SPSS 14.0 for Windows*, εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

- Gottshall KR, Hoffer ME, Cohen HS, Moore RJ. Active movements facilitate compensation for effects of prism displacement on dynamic gait. *Journal of Vestibular Research* 2006; 16: 29-33.
- Grawhsaw M, Craske B. No retinal component in prism adaptation. *Acta Psychologica* 1974; 38: 421-423.
- Grisham JD. The dynamics of fusional vergence eye movements in binocular dysfunction. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1980; 57: 645-655.
- Grossman GE, Leigh RJ, Abel LA et al. *Exp. Brain Res.* 1988; 70: 470-476.
- Guitton D, Kearney RE, Wereley N et al. *Exp. Brain Res.* 1986; 64: 59-69.
- Halligan PW, Fink GR, Marshal JC, Vallar G. Spatial cognition: Evidence from visual neglect. *Trends in cognitive science* 2003; 7: 125-133.
- Hay JC, Pick J, HL, Ikeda k. Visual capture produced by prism spectacles. *Psychonomic Science* 1965; 2: 215-216.
- Hardt ME, Held R, Steinbach MJ. Adaptation to displaced vision: A change in central control of sensori-motor coordination. *Journal of Experimental Psychology*, 2002; 89: 229-239.
- Held R. & Schlank M. Adaptation to disarranged eye-hand coordination in the distance-dimension. *Am J Psychol.* 1959; 72: 603-5.
- Held RM. Plasticity in sensory-motor systems. *Scientific American*, 1965; 213: 84-94.
- Heilman KM, Watson RT, Valenstein E. Neglect and related disorders in: Heilman KM, Valenstein E(eds.), *Clinical Neuropsychology*. Oxford University Press, New York 1993; pp. 279-336.
- Henson DB, Dharamshi BG. Oculomotor adaptation to induced heterophoria and anisometropia. *Invest. Ophthalmol.* 1982; 22: 234-240.



- Henson DB, north RV. Adaptation to prism-induced heterophoria. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1980; 57: 129-137.
- Hine T, Thorn F. Compensatory eye movements during active head rotation for near targets: effects of imagination, rapid head oscillation and vergence. *Vis. Res.* 1987; 27(9): 1639-57.
- Hine T. Effects of asymmetric vergence on compensatory eye movements during active head rotation. *J. Vestibular Res.* 1991; 1: 357-71.7.
- Howard IP, Anstis T, Lucia HC. The relative lability of mobile and stationary components in visual-motor adaptation task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1974; 26: 293-300.
- Howard IP. *Human visual orientation*. Chichester, England: Wiley 1982.
- Huang MA. & Ciuffreda KJ. Short-Term Adaptation to Vertical Yoked Prism, *Optometry of Vision Science*; Vol.83, No.4 April 2006.
- Huitema RB, Brouwer WH, Mulder T, Dekker R, Hof AL et al. Effect of ageing on ability to adapt to a visual distortion during walking. *Gait and posture* 2005; 21: 440-446.
- Hughes OM and Abbs JH. Labial-mandibular coordination in the production of speech: implications for the operation of motor equivalence. *Phonetica* 1976; 33: 199-221.
- Ingram HA, van Donkelaar P, Cole J, Vercher JL, Gauthier GM, Miall RC. The role of proprioception and attention in a visuomotor adaptation task. *Experimental Brain Research*, 2000; 132: 114-126.
- Ito M. Neural design of the cerebellar control system. *Brain Res.* 1972; 40: 81-84.

- Jacquin-Courtois S, Rossetti Y, Milner P, et al. Effect of prism adaptation on auditory extinction: an attentional effect? Presented at: Third World Congress on Neurological Rehabilitation. Venice, 2002.
- Jacquin-Courtois S, Rossetti Y, Robe G, Boisson D, Rossetti Y. Wheel-chair driving improvement following visuo-manual prism adaptation. *Cortex* 2006.
- Jakobson LS, Goodale MA. Trajectories of reaches to prismatically-displaced targets: evidence for 'automatic' visuomotor recalibration. *Experimental Brain Research* 1989; 78: 575-587.
- Jeannerod M, Rossetti Y. Visuomotor coordination as a dissociable visual function: Experimental and clinical evidence. *Baillière's Clinical Neurology* 1993; 2(2): 439-460.
- Jennings JAM. Binocular vision through correcting lenses Aniseikonia. In: *Vision and vision Dysfunction* 1991; vol.1. Visual Optics and Instrumentation (ed. W. N. Charman), Macmillan, London.
- Kapoor N, Ciuffreda KJ, Suchoff IB. Egocentric localization in patients with visual neglect. *Optometric Extension Program Foundation Press*, 2001: 131-44.
- Kasteel-van Linge A, Maas AJJ. Quantification of visuo-vestibular interaction up to 5.0Hz in normal subjects. *Acta Oto-Laryngol.* 1990; 110: 18-24.
- Kitazawa S, Kohno T, Uka T. Effects of delayed visual information on the rate and amount of prism adaptation in the human. *Journal of Neuroscience* 1995; 15(11): 7644-7652.
- Kitazawa S, Kimura T, Uka T. Prism adaptation of reaching movements; Specificity for the velocity of reaching. *Journal of Neuroscience* 1997; 17(4): 1481-1492.

- Kohler I. The formation and transformation of the visual world. *Psychol. Issues.* 1964; 3: 28-48.
- Kornheiser AS. Adaptation to laterally displaced vision: a review. *Psychol. Bull.* 1976; 83: 783-816.
- Kono R, Hasebe S, Ohtsuki H, Furuse T, Tanaka T. Characteristics and variability of vertical phoria adaptation in normal adults. *Jpn. J. Ophthalmol.* 1998; 42: 363-367.
- Kurata K, Hoshi E. Reacquisition deficits in prism adaptation after muscimol microinjection into the ventral premotor cortex of monkeys. *J. Neurophysiol.* 1999; 81: 783-816.
- Lackner JR. Adaptation to visual and proprioceptive rearrangement origin of the differential effectiveness of active and passive movements. *Percept Psychophys.* 1974; 21: 55-9.
- Lashley KS. Basic neural mechanisms in behavior. *Psych. Rev.* 1930; 37: 1-24.
- Lee TD, Swanson LR, Hall AL. What is repeated in a repetition? Effects of practice conditions on motor skill acquisition. *Physical Therapy* 1991; 71: 150-156.
- Lord SR, Webster IW. Visual field dependence in elderly fallers and non-fallers. *Int. J. Aging Hum. Dev.* 1990; 31(4): 267-77.
- Luauté J, Michel C, Robe G, Boisson D, Halligan PW, et al. Cerebral plasticity induced by prismatic adaptation in neglect patients. A PET study. Presented at the 3<sup>rd</sup> World Congress in Neurological Rehabilitation, Venice, 2002.
- Lueder TG, Norman AA. Strabismus Surgery for Elimination of Bifocals in Accommodative Esotropia. *Amer. J. Ophthalmol.* 2006.

- Maravita A, McNeil J, Malhotra P, Greenwood R, Husain M et al. Prism adaptation can improve contralesional tactile perception in neglect. *Neurology* 2003; 60: 1829-1831.
- Marr D. A theory of cerebellar cortex. *J Physiol. (Lond)* 1969; 202: 437-470.
- Marteniuk RG, Ivens CL, Bertram GP. Evidence of motor equivalence in a pointing task involving locomotion. *Mot. Control* 2000; 4: 165-184.
- Martin TA, Keating JG, Goodkin HP, Bastian AJ, Thach WT. Throwing while looking through prisms. I. Focal olivocerebellar lesions impair adaptation, *Brain* 1996; 119: 1183-1196.
- Martin TA, Keating JG, Goodkin HP, Bastian AJ, Thach WT. Throwing while looking through prisms. Specificity and storage of multiple gaze-throw calibrations. *Brain* 1996a; 119: 1199-1211.
- Martin TA, Greger BE, Norris SA, Thach WT. Throwing accuracy in the vertical direction during prism adaptation: not simply timing of ball release. *J Neurophysiol.* 2001; 85: 2298-2302.
- Martin TA, Norris SA, Greger BE, Thach WT. Dynamic coordination of body parts during prism adaptation. *Journal of Neurophysiology* 2002; 88(4): 1685-1694.
- Mattingley JB, Pierson JM, Bradshaw JL et al. *Neuropsychologia* 1993; 31: 1201-1215.
- McCormack GL. Vergence adaptation maintains heterophoria in normal binocular vision. *Am. J. Optom. Physiol.* 1985; 62: 555-561.
- McIntosh RM, Rossetti Y, Milner AD. Prism adaptation improves chronic visual and haptic neglect. *Cortex* 2002; 31: 309-320.

- Meiry JL. Vestibular and proprioceptive stabilization of eye movements. In Bach-Y-Rita P, Collins CC, eds. *The control of eye movements*. New York Academic Press, 1971; 483-96.
- Michel C, Pisella L, Halligan P, Luauté J, Robe G, Boisson D, Rossetti Y. Simulating unilateral neglect in normal using prism adaptation: implications for theory. *Neuropsychologia* 2003; 41: 25-39.
- Milner AD, Brechmann M, Pagliarini L. *Neuropsychologia* 1992; 30: 515-526.
- Mitchell AM, Ellerbrock VJ. Fixation disparity and the maintenance of fusion in the horizontal meridian. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 1955; 32: 520-534.
- Moore JC. Handouts and personal correspondence, 2006
- Newport R, Jackson SR. Posterior parietal cortex and the dissociable components of prism adaptation. *Neuropsychologia* 2006; 44: 2757-2765.
- North RV, Henson DB. Adaptation to prism-induced heterophoria in subjects with abnormal binocular vision or asthenopia. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1981; 58: 746-752.
- North RV, Henson DB. Effect of orthoptics upon the ability of patients to adapt to prism-induced heterophoria. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1982; 59: 983-986.
- North RV, Henson DB. Adaptation to lens-induced heterophoria. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1985; 62: 774-780.
- North RV, Sethi B, Owen K. Prism adaptation and viewing distance. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1990; 10: 81-85.

- North RV, Henson DB, Smith TJ. Influence of proximal accommodative and disparity stimuli upon the vergence system. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1993; 13: 239-243.
- Ogle KN, Prangen A. Further considerations of fixation disparity and the binocular fusional process. *Am. J. Ophthalmol.* 1951; 34: 57-72.
- Ogle KN, Prangen A. Observations on vertical divergences and hyperphorias. *Arch. Ophthalmol.* 1953; 49: 313-334.
- Ohtsuki H, Hasebe S, Kono R, Yamane T, Fujiwara H et al. Prism adaptation response is useful for predicting surgical outcome in selected types of intermittent exotropia. *Amer. J. Ophthalmol.* 2001.
- Paap KR, Ebenholtz SM. Perceptual consequences of potentiation in extraocular muscles: an alternative explanation for adaptation to wedge prisms. *Journal of experimental Psychology: Human perception and performance* 1976; 2: 457-468.
- Paillard J. & Brouchon M. Active and passive movements in the calibration of position sense. In: Freedman SJ, ed. *The Neuropsychology of spatially Oriented Behavior*. Homewood, IL: Dorsey Press, 1968: 222-41.
- Park JJ, Tang Y, Lopez I, Ishiyama A. Age-related change in the number of neurons in the human vestibular ganglion. *J Comp. Neurol.* 2001; 431(4): 437-43. *Sci.* 2003; 80: 316-319.
- Patel N, Firth AY. Vertical vergence adaptation does improve with practice. *Optom. Vis.*
- Paulsen J, Butters N, Salmon N, Heindel D, Swenson M. Prism adaptation in Alzheimer and Huntington disease. *Neuropsychology* 1993; 7: 73-81.

- Paige GD. The influence of target distance on eye movement responses during vertical linear motion. *Exp. Brain Res.* 1989; 77: 585-93.
- Pierrot-Deseilligny C, Gray F, Brunet P. Infarcts of both interior parietal lobules with impairment of visually guided eye movements, peripheral visual inattention and optic ataxia. *Brain* 1986; 109: 81-97.
- Pisella L, Rode G, Farnè A, Boisson D, Rossetti Y. Dissociated long lasting improvements of straight-ahead pointing and line bisection tasks in two hemineglect patients. *Neuropsychologia* 2002; 40: 327-334.
- Pisella L, Michel C, Gréa H, C, Tilikete C, Vighetto A, Rossetti Y. Preserved prism adaptation in bilateral optic ataxia: Strategic versus adaptive reactions to prisms. *Exp. Brain Res.* 2004; 156: 399-408.
- Pisella L, Robe G, Farnè A, Tilikete C, Rossetti Y. Prism adaptation in the rehabilitation of patients with visuo-spatial cognitive disorders. *Current Opinion in Neurology* 2006; 19: 534-542.
- Pozzo T, Berthoz A, Lefort L. *Exp. Brain Res.* 1990; 82: 97-106.
- Redding GM, Rossetti Y, Wallace B. Applications of prism adaptation: a tutorial in theory and method. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 2005; 29: 431-444.
- Redding GM, Wallace B. Sources of 'overadditivity' in prism adaptation. *Perception of Psychophysics* 1978; 24: 58-62.
- Redding GM, Wallace B. Perceptual-motor coordination and adaptation during locomotion: a control for head posture effects. *Perception of Psychophysics* 1987; 42: 269-274.

- Redding GM, Wallace B. Components of prism adaptation in terminal and concurrent exposure: organization of eye-hand coordination loop. *Perception of Psychophysics* 1988a; 44: 59-68.
- Redding GM, Wallace B. Head posture effects in prism adaptation during hallway exposure. *Perception of Psychophysics* 1988b; 44: 68-75.
- Redding GM, Wallace B. Adaptive coordination and alignment of eye-hand. *Journal of Motor Behavior* 1992; 25: 75-88.
- Redding GM, Rader SD, Lucas DR. Cognitive load and prism adaptation. *Journal of Motor Behavior* 1992; 24: 238-246.
- Redding GM, Wallace B. Adaptive spatial alignment and strategic perceptual-motor control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 1996; 22: 379-394.
- Redding GM, Wallace B. Adaptive spatial Alignment. Erlbaum, Mahwah NJ. 1997a.
- Redding GM, Wallace B. Prism adaptation during target pointing from visible and nonvisible starting location. *Journal of Motor Behavior*, 1997b; 29: 119-130.
- Redding GM, Wallace B. Phenomenal versus process explanations of prism aftereffects. *Journal of motor Behavior* 1998; 30(1): 44-50.
- Redding GM, Wallace B. Calibration and alignment are separable: evidence from prism adaptation. *Journal of Motor Behavior* 2001; 33(4): 401-412.
- Redding GM, Wallace B. Strategic calibration and spatial alignment: a model from prism adaptation. *Journal of Motor Behavior* 2002; 34(2): 126-138.
- Redding GM, Wallace B. Dual prism adaptation: calibration or alignment? *Journal of Motor Behavior* 2003a; 35(4): 399-408.
- Redding GM, Wallace B. First trial 'adaptation' to prism exposure. *Journal of Motor Behavior* 2003b; 35(3): 229-245.



- Redding GM, Wallace B. First trial 'adaptation' to prism exposure: artifact of visual capture. *Journal of Motor Behavior* 2004a; 36(3): 291-304.
- Redding GM, Wallace B. Calibration and alignment aftereffects of prism exposure. Presentation in Psychonomic society 2004b; MN, 18-21.
- Redding GM, Wallace B. Generalization of prism adaptation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2006; 32(4): 1006-1022.
- Redding GM, Wallace B. Prism adaptation and unilateral neglect: Review and analysis. *Neuropsychologia* 2006; 44(1): 1-20.
- Riddell MP, Horwood MA, Sheila MH, Turner JE. The response to prism deviations in human infants. *Current Biology* 1999; 9: 1050-1052.
- Ripoll H, Bard C, Paillard J. *Hum.Mov. Sci.* 1986; 5: 47-58.
- Robinson DA. A method of measuring eye movements using a scleral search coil in a magnetic field. *IEEE Trans Biomed. Eng.* 1963; 10: 137-45.
- Rode G, Pisella G, Rossetti Y, Farnè A, Boisson B et al. Bottom-up transfer of sensory-motor plasticity to recovery of spatial cognition: Visuomotor adaptation and spatial neglect. In C. Prablanc, D. Pelisson, Y. Rossetti (Eds.), *Progress in brain research* 2003(pp. 273-287), Elsevier Science.
- Rode G, Rossetti Y, Li L, Boisson D. Improvement of mental imagery after prism exposure in neglect: a case study. *Behavioral Neurology* 1998/1999; 11: 251-258.
- Rode G, Pisella G, Marsal L, Mercier S, Rossetti Y et al. Prism adaptation improves spatial dysgraphia following right brain damage. *Neuropsychologia* 2006; 44: 2487-2493.

- Roller CA, Cohen HS, Kimball KT, Bloomberg J. Variable practice with lenses improves visuo-motor plasticity. *Cognitive Brain Research* 2001; 12: 341-352.
- Rossetti Y & Rode G. Reducing spatial neglect by visual and other sensory manipulations: Non-cognitive (physiological) routes to the rehabilitation of a cognitive disorder. In H. O. Karnath, A. D. Milner & G. Vallar. *The cognitive and neural bases of spatial neglect* 2002(pp.376-396). Oxford: Oxford University Press.
- Rossetti Y, Rode G, Pisella G, Farnè A, Boisson B et al. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature* 1998; 395: 166-169.
- Rossetti Y, Rode G, Pisella G, Farnè A, Boisson B et al. Sensorimotor plasticity and cognition: prism adaptation can affect various levels of space representation. In: Grealy M and Thomson JA, eds. *Studies in perception and action*. New York: L. Erlbaum Ass. 1999; pp. 265-269.
- Rossetti Y, Stelmach G, Desmurget M, Prablanc C, Jeannerod M. The effect of viewing the static hand prior to movement onset on pointing kinematic and variability. *Experimental Brain Research* 1994; 101: 323-330.
- Rubin GS, Bandeen-Roche K, Huang GH, Munoz B, Schein OD et al. The association of multiple visual impairments with self-reported visual disability. *Invest. Ophth. Vis. Sci.* 2001; 42(1): 64-72.
- Rossetti Y, Robe G, Pisella L, et al. Hemispatial neglect and prisms adaptation: when adaptation to rightward optical deviation rehabilitates the neglected left side. *Nature* 1998; 395: 166-169.

- Santello M and Soechting JF. Matching object sizes by controlling finger span and hand shape. *Somatosens. Mot. Res.* 1997; 14: 203-212.
- Schmahmann JD. Dysmetria of thought: clinical consequences of cerebellar dysfunction of cognition and affect. *Trends in Cognitive Sciences* 1998; 2: 362-71.
- Schor CM. The influence of rapid prism adaptation upon fixation disparity. *Vision. Res.* 1979; 19: 757-765.
- Schor CM, Horner D. Adaptation disorders of accommodation and vergence in binocular dysfunction. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1989; 9: 264-268.
- Serrien DJ, Teasdale N, Bard C, Fleury M. The adaptation to sensory information in the production of bimanual movement patterns. *Human Movement Science* 1995; 14: 695-710.
- Sethi B, North RV. Vergence adaptive changes with varying magnitudes of prism-induced disparities and fusional amplitudes. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1987; 64: 263-268.
- Shepard RN. Ecological constraints on internal representation: Resonant Kinematics of perceiving, imaging, thinking and dreaming. *Psychological Review* 1984; 91:417-447.
- Shepard RN. Evolution of a mesh between principles of the mind and regularities of the world. In J. Dupre (Ed.), *The latest on the best: Essays on evolution and optimality* 1987(pp. 251-275). Cambridge, MA: MIT Press.
- Shepard RN. Can natural selection yield universal principles of mind? Paper presented at the meeting of the American Association of Science, Washington, DC. 1991.

- Shepard RN. The three-dimensionality of color: An evolutionary accommodation to an enduring property of the world. In J. Burkow, L. Cosmides & J. Toody (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (pp. 495-536). New York: Oxford University Press. 1992.
- Σιάρδος, Κ. Γ. (2005). *Μέθοδοι Πολυμεταβλητής Στατιστικής Ανάλυσης, μέρος δεύτερο: Διερεύνηση εξάρτησης μεταξύ μεταβλητών*, Εκδόσεις Σταμούλη, Θεσσαλονίκη.
- Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin. Orthop. Relat. R.* 1984; 184: 208-11.
- Snyder LH, Lawrence DM, King WM. Changes in vestibulo-ocular reflex (VOR) anticipate changes in vergence angle in monkey. *Vision Res.* 1992; 32(3): 569-75.
- Soechting JF and Flanders M. Flexibility and repeatability of finger movements during typing: analysis of multiple degrees of freedom. *J Comput Neurosci.* 1997; 4: 29-46.
- Spelke E. Origins of visual knowledge. In D.N.Osherson, S.M.Kosslyn, & J.M.Hollerbach (Eds.), *An invitation to cognitive science* 1990; 2: 99-127.
- Srejn JF. Representation of egocentric space in the posterior parietal cortex. *QJ Exp. Physiol.* 1989; 74: 583-606.
- Stern Y, Mayeux R, Herman A, Rosen J. Prism adaptation in Parkinson's disease. *Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1998; 51: 1584-1587.
- Takagi M, Tamargo R, Zee DS. Effects of lesions of the cerebellar oculomotor vermis on eye movements in primate: binocular control. *Prog. Brain Res.* 2003; 142: 19-33.
- Tastevin J. En partant de l' experience d' Aristote. 1937; 1: 57-84.

- Thach WT, Goodkin HP, Keating JG. The cerebellum and the adaptive coordination of movement. *Annual Review of Neurosciences* 1992; 15: 403-42.
- Tilikete C, Robe G, Rossetti Y, et al. Prism adaptation to rightward optical deviation improves postural imbalance in left-hemiparetic patients. *Curr. Biol.* 2001; 11: 524-528.
- Tomaç S. The Irvine prism test: does the positive response indicate suppression scotoma? *Int. Ophthalmol.* 2005; 26: 67-72.
- Tuller B, Turvey MT, and Fitch HL. The Bernstein perspective:II. The concept of muscular linkage or coordinative structure. In J. A. S. Kelso (Ed.), *Human motor control* 1982 (pp.253-270). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Turvey MT. Coordination. *American Psychologist* 1990; 4: 938-953.
- Turvey MT, Carello C. Dynamic of Bernstein's level of synergies. In M. L. Latash & M. T. Turvey (Eds.), *Dexterity and its development* 1996(pp. 339-376). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vallar G. Spatial hemineglect in humans. *Trends in Cognitive Sciences* 1998; 2: 87-97.
- Vickers JN. Gaze control in basketball foul shooting. In: *Eye Movements, Processes, Mechanisms, and Applications*, edited by Findlay JM, Kentridge RW, and Walker R. Amsterdam: North Holland 1955, pp 528-541.
- Viire E, Tweed D, Milner K, Vilis T. A re-examination of the gain of the VOR. *J. Neurophysiol.* 1986; 56: 439-50.
- Vilis T. Interactions between the angular and translational components of the VOR. In Sharpe JA, Barber HO, eds. *The vestibulo ocular reflex and vertigo*. New York: Raven Press, 1993; 117-24.

- Watson GR. Low vision in the geriatric population: rehabilitation and management. *J Am Geriatr. Soc.* 2001; 49(3): 317-30.
- Weiner MJ., Hallett M., Funkenstein HH. Adaptation to lateral displacement of vision in patients with lesions of central nervous system. *Neurology* 1983; 33:766-72.
- Weinacht S, Kind C, Monting J, Gottlob I. Visual development in pre-term and full-term infants: a prospective masked study. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* 1999; 40: 346-353.
- Welch RB. *Perceptual Modification: Adapting to Altered Sensory Environments.* New York: Academic Press, 1978.
- Welch RB. Adaptation of space perception, in Boff KR, Kaufman L, Thomas JR (Eds), *Handbook of Perception and Human Performance Sensory Processes and Perception* 1986, vol.1. Wiley, New York, pp24.1-24.45.
- Welch RB, Bridgeman B, Anand S, Browman KE. Alternating prism exposure causes dual adaptation and generalization to a novel displacement. *Perception and Psychophysics* 1993; 54: 195-204.
- Welch RB, Goldstein G. Prism adaptation and brain damage. *Neuropsychologia* 1972; 10: 387- 394.
- Welch RB, Sampanes AC. Perceptual recalibration versus visual-motor skill acquisition: The effects of error-cognitive prism exposure. Presented at the 45<sup>th</sup> annual meeting of the Psychonomic Society, Minneapolis, MN, 2004; 18-21.
- Welch RB, Warren DH. Immediate perceptual response to intersensory discrepancy. *Psychological Bulletin* 1980; 88: 638-667.

- Welch RB, Warren DH. Intersensory interactions in: Boff KR, Kaufman L, Thomas JR (Eds), *Handbook of Perception and Human Performance Sensory Processes and Perception* 1986, vol.1. Wiley, New York.
- Welch RB, Widawski MH, Harrington J, Warren DH. An examination of the relationship between visual capture and prism adaptation. *Perception and Psychophysics* 1979; 25: 126-132.
- Willingham D, Koroshetz W. Evidence for dissociable motor skills in Huntington's disease patients. *Psychobiology* 1993; 21: 173-182.
- Willingham D, Koroshetz W, Peterson E. Motor skills have diverse neural bases: spared and impaired skill acquisition in Huntington's disease. *Neuropsychology* 1996; 10: 315-321.
- Winter DA. Kinematic and Kinetic patterns in human gait: variability and compensating effects. *Hum. Sci.* 1984; 3: 51-76.
- Wooster M. Certain factors in the development of a new spatial coordination. *Psychol. Monog.* 1923; 32: 96.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**



**Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας**

Τρίκαλα: 20/05/2008  
 Αριθμ. Πρωτ.: 94

**Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο:** : Η επίδραση της εφαρμογής πρισμάτων στην αλλαγή της στάσης του σώματος κατά τη βάρδια και την έγερση από την καθιστή θέση, σε φυσιολογικά παιδιά, ηλικίας 7-10 ετών.

**Επιστημονικός υπεύθυνος – επιβλέπων:** Ζήση Βασιλική

**Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια:** Ζιάκα Αικατερίνη

**Ίδρυμα & Τμήμα:** ΤΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
 (να αναφερθούν και τα συνεργαζόμενα αν υπάρχουν)

**Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι:**

Ερευνητικό πρόγραμμα ☐ Μεταπτυχιακή διατριβή ☒ Διπλωματική εργασία ☐ Ανεξάρτητη έρευνα ☐

**Email επικοινωνίας:** kziaka66@otenet.gr

Η Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. **11/07-05-2008** συνεδρίαση εγκρίνει την διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο πρόεδρος της επιτροπής  
 Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τζιαμούρτας Αθανάσιος  
 Επίκουρος Καθηγητής

## Πρότυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

**1. Σκοπός της ερευνητικής διαδικασίας:** Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής αυτής προσπάθειας θα καταγράψουμε και θα μελετήσουμε τις πιθανές αλλαγές της βάδισης της έγερσης από την καθιστή και της στάσης σε παιδιά με φυσιολογικό μυϊκό τόνο, μετά την εφαρμογή πρισμάτων. Θα χρησιμοποιηθεί κινηματική και κινητική ανάλυση, πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά της εφαρμογής των πρισμάτων. Ο σκοπός της έρευνας είναι να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα που θα προκύψουν ως πλάνο θεραπευτικής στρατηγικής, σε προγράμματα επανεκπαίδευσης του στασικού ελέγχου, σε παιδιά με παθολογικό μυϊκό τόνο.

**2. Διαδικασία μετρήσεων:** Θα χρειαστεί να έρθετε στο εργαστήριο μία φορά. Θα τοποθετηθούν αυτοκόλλητοι ανακλαστήρες σε υποδεδειγμένα σημεία του σώματος, και θα καταγραφεί το πώς αλλάζει η βάδιση, η έγερση από την καθιστή θέση και η στάση του μέσω κινητικής και κινηματικής ανάλυσης, πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά την εφαρμογή των πρισμάτων. Πιθανόν να χρειαστεί να επαναξιολογηθεί η αλλαγή αυτή και ίσως χρειαστούμε το παιδί σας και μία δεύτερη φορά, όμως αυτό θα σας το πούμε αν παρουσιαστεί τέτοια ανάγκη. Αυτό σημαίνει ότι θα χρειαστεί να καταγραφεί η κινηματική συμπεριφορά του παιδιού σας όταν δε φορά , αφού φορέσει και μετά που θα του αφαιρεθούν τα πρίσματα, για κάθε μία από τις προεπιλεγμένες κινητικές συμπεριφορές. Άρα τελικά θα χρειαστεί να καταγράψουμε 1X3X3 φορές τις κινήσεις του.

**3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις:** Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος όσον αφορά στην συμμετοχή του παιδιού σας στο πρόγραμμα. Η διαδικασία αφορά μόνο στην καταγραφή των αλλαγών της βάδισης, της έγερσής από την καθιστή και της στάσης του πριν, κατά τη διάρκεια, και μετά την εφαρμογή των πρισμάτων. Αυτό δεν εμπεριέχει κανένα κίνδυνο για την υγεία του και την ασφάλειά του. Το μόνο πιθανό πρόβλημα που μπορεί να δημιουργηθεί είναι να κουραστεί το παιδί σας κατά τη διάρκεια της καταγραφής της κινητικής συμπεριφοράς του. Αν αυτό συμβεί θα φροντίσουμε να ξεκουραστεί και να συνεχίσουμε αργότερα.

**4. Προσδοκούμενες ωφέλειες:** Από το πρόγραμμα αυτό προσδοκούμε, τα αποτελέσματα, να μπορέσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε μελλοντικά, ως οδηγούς για τον καθορισμό προγραμμάτων επανεκπαίδευσης του στασικού ελέγχου μέσα από παρόμοιες διαδικασίες, σε παιδιά με κινητικές δυσλειτουργίες.

**5. Δημοσίευση δεδομένων - αποτελεσμάτων:** Η συμμετοχή σας στην έρευνα αυτή συνεπάγεται την έγκρισή σας όσον αφορά στη δημοσίευση των αποτελεσμάτων της. Αυτό θα γίνει φυσικά ανώνυμα, όσον αφορά στους συμμετέχοντες και με κωδικοποίηση των ονομάτων, τους ώστε να διασφαλιστεί η ανωνυμία τους.

**6. Πληροφορίες:** Για οποιαδήποτε περαιτέρω πληροφορία, διευκρίνιση και τυχόν απορία σας, μη διστάσετε να ζητήσετε διευκρινήσεις και επεξηγήσεις.

**7. Ελευθερία συναίνεσης:** Η συμμετοχή σας στο πρόγραμμα είναι εντελώς εθελοντική. Είστε ελεύθεροι να συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμήσετε.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία: \_\_/\_\_/\_\_

Ονοματεπώνυμο και  
υπογραφή συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Ονοματεπώνυμο και  
υπογραφή παρατηρητή



### **ΕΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ**

Υπό την επίβλεψη του Γιάκα Ιωάννη, Επίκουρου Καθηγητή του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Ζιάκα Αικατερίνης διεξάγεται έρευνα με σκοπό την μελέτη της επίδρασης της εφαρμογής πρισμάτων στην αλλαγή της στάσης του σώματος κατά τη βάρδια και την έγερση από την καθιστή θέση, σε φυσιολογικά παιδιά, ηλικίας 7-10 ετών. Η έρευνα διεξάγεται με ασφάλεια μέσω μετρήσεων πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή πρισμάτων, σε εγκαταστάσεις του ΑΤΕΙΘ.

Οι κανόνες ηθικής δεοντολογίας απαιτούν από τους ερευνητές να ζητήσουν την έγκριση των γονέων και κηδεμόνων των παιδιών που θα κληθούν να συμμετέχουν στην έρευνα. Επίσης, αυτό αποτελεί προϋπόθεση για την τελική έγκριση διεξαγωγής της έρευνας από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο έχει ήδη κρίνει θετικά, σε πρώτο βαθμό, την πρόταση της έρευνας.

Σε περίπτωση συμμετοχής του παιδιού σας στην έρευνα, θα απαιτηθεί η μεταφορά του στις εγκαταστάσεις του ΑΤΕΙΘ κι αυτό θα γίνει 1-2 φορές συνολικά. Αν συμφωνείτε με τη συμμετοχή του παιδιού σας στην έρευνα και στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, παρακαλούμε υπογράψτε παρακάτω.

Επιτρέπω στο παιδί μου \_\_\_\_\_  
να συμμετάσχει εθελοντικά για την διεξαγωγή της παραπάνω έρευνας.

Ο γονέας/κηδεμόνας,

.....  
(όνομα και υπογραφή)

Υ.Γ. Για οποιαδήποτε περαιτέρω πληροφόρηση, παρακαλώ επικοινωνήστε με τον υπεύθυνο για την επίβλεψη της έρευνας, Γιάκα Ιωάννη, τηλ. 24310470xx (9.00πμ – 12.00μμ).

