

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ: «Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ
ΕΠΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΣΕ ΒΡΕΦΗ ΚΑΙ
ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ»**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΦΩΣΚΟΛΟΥ ΝΙΚΗ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΝΟΥΣΗ ΣΟΦΙΑ Pt,Bsc,Msc, Εργαστ. Συνεργ. Τ.Ε.Ι.
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΑΙΓΙΟΥ**

ΠΑΤΡΑ 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Εγκεφαλική Παράλυση (ΕΠ), ορίζεται ως μία ομάδα μη εξελισσόμενων διαταραχών του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Είναι αποτέλεσμα βλάβης ή αναπτυξιακής δυσλειτουργίας του εγκεφαλικού φλοιού, κατά την εμβρυϊκή ή πρώιμη νεογνική ηλικία. Δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι η εγκεφαλική βλάβη μπορεί να αντιστραφεί. Παρ'όλα αυτά, διαδικασίες ωρίμανσης καθώς και προσαρμοστικές διαδικασίες μπορούν να αλλάξουν την κλινική εικόνα του παιδιού. Πολλές θεραπευτικές μέθοδοι αποκατάστασης έχουν αναπτυχθεί, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τα ελλείματα των παιδιών με Εγκεφαλική Παράλυση.

Η Οπτική Επανατροφοδότηση, παίζει κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη του κινητικού ελέγχου της στάσης. Συμβάλλει στην υιοθέτηση καινούργιας θέσης και στάσης, στο συντονισμό χεριού-ματιού και στον προσανατολισμό του σώματος στο χώρο. Σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα, τα βρέφη στηρίζονται αρχικά στην κεντρική τους όραση. Καθώς προχωράει η νευρο-κινητική εξέλιξη, τα παιδιά στηρίζονται στην περιφερική τους όραση.

Στην παρούσα αρθρογραφική ανασκόπηση, μελετάται το πώς και το κατά πόσο επηρεάζει η χρήση του οπτικού ερεθίσματος τη θεραπευτική αποκατάσταση των παιδιών με ΕΠ. Σύγχρονες θεραπευτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούν τα συστήματα Εικονικής Πραγματικότητας, τα οποία επιτρέπουν εξατομικευμένη εκπαίδευση πάνω στην κινητική εκμάθηση των λειτουργικών δεξιοτήτων του παιδιού. Άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις έχουν εστιάσει στην επαναλαμβανόμενη εξάσκηση των λειτουργικών δραστηριοτήτων του παιδιού, με ταυτόχρονη Οπτική Επανατροφοδότηση.

Μέσα από τις έρευνες, καθίσταται σαφές ότι, η Οπτική Επανατροφοδότηση αποτελεί μία πολύ σημαντική πηγή αισθητικών πληροφοριών. Συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της απόδοσης, αλλά και της εκτέλεσης της δραστηριότητας. Επίσης, μέσω της Οπτικής Επανατροφοδότησης προάγεται και η επιστράτευση των λειτουργικών γνωσιακών στρατηγικών του παιδιού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	1
Εγκεφαλική Παράλυση	1
1.1 Τύποι Εγκεφαλικής Παράλυσης	1
1.2 Λειτουργικά Ελλείματα	2
1.3 Προσαρμογές της Θέσης	5
1.4 Συνοδά Ελλείματα	5
2. Φυσικοθεραπεία	6
3. Εκπαίδευση Κινητικού Ελέγχου	7
4. Οπτικό Σύστημα	9
4.1 Ανατομικά Στοιχεία	9
5. Οπτικο-γνωσιακές Διαταραχές	13
6. Ο Ρόλος της Όρασης στον Κινητικό Έλεγχο	16
7. Οπτικό Ερέθισμα και Ισορροπία	19
8. Λειτουργικός Συντονισμός Χεριού-Ματιού	22
9. Αισθητηριακή Οργάνωση	24
10. Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)	26
11. Αισθητηριακή Εκπαίδευση	38
12. Προσέγγιση και Αποκατάσταση	44
13. Συμπεράσματα	46
14. Βιβλιογραφία	

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1	29
Εικόνα 2	32
Εικόνα 3	35
Εικόνα 4	42

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Εγκεφαλική Παράλυση: ΕΠ
Lateral Geniculate Nucleus: LGN
Κεντρικό Νευρικό Σύστημα: ΚΝΣ
Σκλήρυνση Κατά Πλάκας: ΣΚΠ

«Ο Ρόλος της Οπτικής Επανατροφοδότησης σε βρέφη και παιδιά με Εγκεφαλική Παράλυση»

1. Εισαγωγή

Εγκεφαλική Παράλυση

Ορίζεται ως μία ομάδα μη εξελισσόμενων διαταραχών, οι οποίες είναι αποτέλεσμα βλάβης ή αναπτυξιακής δυσλειτουργίας κατά την εμβρυϊκή ή κατά την πρώιμη νεογνική ηλικία. Οι διαταραχές αυτές χαρακτηρίζονται από φτωχό έλεγχο της κίνησης, προσαρμοστικές αλλαγές στο μήκος των μυών και σε μερικές περιπτώσεις σκελετικές δυσμορφίες. Επιπλέον συνοδεύονται από διαταραχές της ισορροπίας, τόσο κατά τη στάση όσο και κατά τη βάρδιση (Brouwer and Ashby 1991).

Η αιτιολογία των δυσλειτουργιών της ΕΠ μπορεί να είναι κληρονομική. Βέβαια οι περισσότεροι ασθενείς με ΕΠ δεν γνωρίζουν την αιτία της δυσλειτουργίας, όμως πολλαπλοί παράγοντες κινδύνου μπορούν να αναγνωριστούν. Η βλάβη του αναπτυσσόμενου εγκεφάλου μπορεί να είναι προγεννητική, περιγεννητική και μεταγεννητική. Επίσης μπορεί να οφείλεται σε χρήση φαρμάκων από τη μητέρα κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη, σε νοσήματα της μητέρας κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη καθώς και σε προγενετικούς εμβρυϊκούς τραυματισμούς. Μεταγεννητικοί παράγοντες επίσης όπως μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα, ιλαρά (62.9%), ατυχήματα (22.5%), ανοξία λόγω ασφυξίας, πνιγμού, επιληψίας (7.8%) και υποσιτισμός (2%) καθώς και έλλειψη βιταμινών, έχουν αναφερθεί (Blair and Stanley 1982). Η παθολογία περιλαμβάνει αιμοραγικές βλάβες, όπου αποτελεί αιτία αιμοραγικού υδροκέφαλου και υποξείες-ισχαιμικές βλάβες σε πρόωρα βρέφη (Shepherd RB).

1.1 Τύποι Εγκεφαλικής Παράλυσης

Η ταξινόμηση της ΕΠ, βασίζεται πάνω σε ανατομικούς ή τοπογραφικούς παράγοντες καθώς και σε κινητικές ανωμαλίες. Οι Rosenbaum και συνεργάτες (2005), πρότειναν μία ταξινόμηση βασισμένη σε διάφορες συνιστώσες. Τις κινητικές ανωμαλίες, τα ανατομικά και νευρο-απεικονιστικά ευρύματα, τις συνοδές βλάβες και τέλος τα αίτια της δυσλειτουργίας και τη χρονική στιγμή (Liu et al. 1999).

Οι κινητικές ανωμαλίες αξιολογούνται βάση της φύσης και του τύπου της κινητικής δυσλειτουργίας, της κλινικής εμφάνισης του μυϊκού τόνου καθώς και της εμφάνισης ακούσιων κινήσεων. Έτσι λοιπόν διακρίνονται στον Σπαστικό τύπο, όπου χαρακτηρίζεται από μη φυσιολογικά πρότυπα κίνησης, αδυναμία, αυξημένα αντανακλαστικά και μειωμένη δεξιότητα. Στον Αθετωσικό τύπο,

όπου παρουσιάζονται ακούσιες αθετωσικές κινήσεις, δυστονία, αταξία και μερικές φορές δυσκαμψία. Στον Υποτονικό τύπο, όπου παρουσιάζεται σημαντική μείωση του μυϊκού τόνου της κίνησης καθώς και αδυναμία. Στον Αταξικό τύπο όπου παρουσιάζονται αταξία-αταξικές κινήσεις, τρόμο κατά την κίνηση και δυσμετρία. Τέλος, υπάρχει και ο μικτός τύπος όπου εμπεριέχει ένα συνδυασμό χαρακτηριστικών των παραπάνω τύπων, δύο ή και παραπάνω (Shepherd RB). Οι λειτουργικές κινητικές ικανότητες, οι οποίες μπορούν να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας αντικειμενικές λειτουργικές κλίμακες περιλαμβάνοντας και τη στοματο-κινητική λειτουργία.

Τα ανατομικά ευρύματα ανάλογα με το τμήμα ή τα μέλη του σώματος που έχουν πληγεί, η ΕΠ διακρίνεται σε Τετραπληγία, όπου τα παιδιά συναντούν σημαντικές δυσκολίες στο να ξαπλώνουν ή να κάθονται. Οι διαταραχές του μυϊκού τόνου είναι έντονες και με την πάροδο του χρόνου εμφανίζονται σημαντικές παραμορφώσεις στα άκρα λόγω ακινησίας αλλά και σπαστικότητας. Επίσης, προβλήματα επικοινωνίας αλλά και λόγου απαντώνται σε αυτά τα παιδιά. Διπληγία, όπου τα παιδιά χρησιμοποιούν τα χέρια τους για να διατηρήσουν τη στατική τους ισορροπία όταν κάθονται. Επίσης, εμφανίζουν σημαντικές δυσκολίες στο να σηκωθούν και να περπατήσουν. Ημιπληγία, όπου τα παιδιά συνήθως περπατούν στην ηλικία των 2-3 ετών. Η μονοπληγία και η τριπληγία είναι σχετικά σπάνιες. Επίσης μία άλλη κατηγορία είναι τα δυσκινητικά παιδιά. Πρόκειται για εκείνη τη μορφή της ΕΠ, όπου παρουσιάζεται δυστονία σε συνδυασμό με ακούσιες χορειο-αθετωσικές κινήσεις (Shepherd RB).

Οι συνοδές βλάβες, περιλαμβάνουν την παρουσία επιληψίας καθώς και μειωμένο δείκτη νοημοσύνης, όρασης και ακοής. Σχετικά με τα νευρο-απεικονιστικά ευρύματα, δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες ώστε να ταξινομηθούν. Τέλος, η χρονική στιγμή μπορεί να ληφθεί υπόψιν εάν υπάρχουν στοιχεία ότι η ΕΠ προκλήθηκε κατά τη διάρκεια του τοκετού (Bialik et al. 2009).

1.2 Λειτουργικά Ελλείματα

Η Εγκεφαλική Παράλυση χαρακτηρίζεται από διαταραχή του κινητικού ελέγχου. Η διαταραχή αυτή εξαρτάται από την έκταση και το σημείο της βλάβης, αλλά και σε ποιο στάδιο της κινητικής ανάπτυξης συνέβη η βλάβη στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ). Το μέγεθος της κινητικής ανικανότητας μπορεί να ποικίλει από σχεδόν πλήρη παράλυση έως μία ήπιας μορφής αδεξιότητα, όπου συχνά σχετίζεται με ενός βαθμού αταξία. Σε αυτή τη περίπτωση μερικά παιδιά παρουσιάζουν επίσης μαθησιακά ελλείματα, με δυσκολία στο διάβασμα και στο γράψιμο χωρίς φανερά κινητικά προβλήματα (Shepherd RB).

Ένα από τα βασικότερα ελλείματα που παρουσιάζουν τα παιδιά με ΕΠ αποτελούν οι διαταραχές στην προσέγγιση, τη σύλληψη αλλά και το χειρισμό των αντικειμένων. Υπάρχει συνήθως φτωχή ανάπτυξη των επιδέξιων κινήσεων των χεριών, συμπεριλαμβανομένου τις ανεξάρτητες κινήσεις των δακτύλων. Τα παιδιά με ΕΠ συνήθως μαθαίνουν να πιάνουν με ολόκληρο το χέρι, αργά και με μεγάλη δύναμη, σε σχέση με αυτή που απαιτείται για τη δραστηριότητα. Τα γενικά χαρακτηριστικά της βλάβης περιλαμβάνουν βραδύτητα των κινήσεων, αδυναμία, μη συντονισμένες κινήσεις και σπαστικότητα (Twitchell 1958; Brown et al. 1987; Uvebrant 1988).

Παρατηρούνται ελλείματα στη σύλληψη όπου επηρεάζεται ο χρόνος της, καθώς και η απελευθέρωση του αντικειμένου. Συγκεκριμένα τα παιδιά με ημιπληγία εμφανίζουν αμφοτερόπλευρη δυσλειτουργία στη σύλληψη, ως αποτέλεσμα κάκωσης στον αισθητικο-κινητικό φλοιό και στη φλοιονωτιαία οδό (Brown et al. 1987; Uvebrant 1988; Yokochi et al. 1992). Σύμφωνα με έρευνες υπάρχει μειωμένη απτική ευαισθησία στο 50-70% των παιδιών με ΕΠ, όπου επηρεάζει τη σύλληψη και πιθανά την απελευθέρωση του αντικειμένου (Uvebrant 1988; Lesny et al. 1993; Cooper et al. 1995; Gordon and Duff 1999b).

Μελέτες για τον έλεγχο των δυνάμεων της σύλληψης κατά τη διάρκεια χειρισμού ενός αντικειμένου, έχουν δείξει ότι παιδιά με ημιπληγία εμφανίζουν διαταραγμένο συντονισμό των δυνάμεων κατά τη διάρκεια της σύλληψης και της ανύψωσης ενός αντικειμένου (Eliasson et al. 1991; Forssberg et al. 1999). Τέλος, τα περισσότερα παιδιά με ΕΠ είναι ικανά να προσαρμόσουν τις δυνάμεις σύλληψης ανάλογα με το βάρος και την υφή του αντικειμένου χρησιμοποιώντας αισθητήριους μηχανισμούς. Παρ'όλα αυτά, έχουν μειωμένη ικανότητα να προνοήσουν και να κλιμακώσουν τη δύναμη που ασκούν χωρίς εκτεταμένη εξάσκηση (Gordon and Duff 1999a).

Ένας από τους βασικότερους περιορισμούς που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα παιδιά με ΕΠ είναι η περιορισμένη κινητικότητα στα κάτω άκρα. Ένα πολύ σημαντικό λειτουργικό έλλειμα, αφού κατά συνέπεια δημιουργεί αρκετές δυσκολίες στο κάθισμα, την έγερση αλλά και τη βάδιση του παιδιού.

Το κάθισμα για ένα διπληγικό παιδί σε καρέκλα είναι πολύ δύσκολο. Η ισορροπία μπορεί να είναι πολύ φτωχή, εξαιτίας της ανικανότητας των παιδιών να χρησιμοποιήσουν το ένα ή και τα δύο τους πόδια σαν βάση στήριξης για να ισορροπήσουν (Shepherd RB).

Σύμφωνα με έρευνες υπάρχουν δύο βασικά επίπεδα για τον έλεγχο της θέσης. Η ακρίβεια της κατεύθυνσης και η υιοθέτηση της προσαρμογής. Πρωταρχικό στόχο για τον έλεγχο της θέσης, αποτελεί η εξουδετέρωση των μη επιθυμητών δυνάμεων μέσω προσαρμογών που ελέγχουν με ακρίβεια την κατεύθυνση της θέσης (Hadders-Algra & van der Heide 2005). Παιδιά με σπαστικού τύπου ΕΠ που δεν μπορούν να καθίσουν ανεξάρτητα, παρουσιάζουν παντελή έλλειψη αυτών των προσαρμογών (Hadders-Algra et al. 1999a; 1999b). Υπάρχουν δύο εξηγήσεις για αυτή την έλλειψη. Οι συνέργειες της θέσης δεν μπορούν να

προγραμματιστούν και τα αισθητικά μονοπάτια δεν μπορούν να δραστηριοποιηθούν στις συνέργειες αυτές.

Η υιοθέτηση της προσαρμοστικής μυϊκής δραστηριότητας, αποτελεί και την πιο συχνή δυσλειτουργία στα παιδιά με ΕΠ. Περιλαμβάνει την επιστράτευση των κάτω μυών της ορθοστάτησης (Nashner et al. 1983; Brogren et al. 1996), έναν αυξημένο βαθμό συν-σύσπασης των ανταγωνιστών κατά τη διάρκεια εξωτερικών διαταραχών (Woollacott et al. 1998; Brogren et al. 2001; van der Heide et al. 2004). Τέλος, μία έλλειψη ή ανολοκλήρωτη διαφοροποίηση του ηλεκτρο-μυογραφικού εύρους για να παράγει συγκεκριμένους περιορισμούς (Brogren et al. 2001).

Σύμφωνα με μία άλλη έρευνα που έγινε πάνω σε παιδιά με σπαστικού τύπου ΕΠ κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων προσέγγισης του άνω άκρου σε καθιστή θέση, έδειξε ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην υιοθέτηση του βαθμού της μυϊκής σύσπασης. Κατά συνέπεια τα παιδιά εμφανίζουν πολύ συχνά μία υπερβολική συν-σύσπαση των ανταγωνιστών, κάτω από δραστηριότητες όπου η ισορροπία απειλείται περισσότερο. Όπως κατά την επίδραση εξωτερικών διαταράξεων. Ακόμα, μία προτίμηση για κρνιακή-ουραία σειρά επιστράτευσης των μυών της ορθοστάτησης κατά τη διάρκεια της προσέγγισης. Η επικράτηση της επιστράτευσης των κάτω μυών, επέφερε μία αργή επιστράτευση των μυών του κορμού και μία γρήγορη επιστράτευση των μυών του αυχένα. Αυτά τα δύο στερεότυπα μπορούν να θεωρηθούν ως λειτουργικές στρατηγικές, με σκοπό να εξισορροπήσουν τη δυσλειτουργική θέση και να μετριάσουν την ορθοστατική μυϊκή δραστηριότητα (van der Heide et al. 2005).

Όσον αφορά βρέφη και παιδιά με βλάβες του νευρικού και μυοσκελετικού συστήματος όπου επηρεάζεται η ικανότητα της βάδισής τους, μπορεί να είναι ικανά να αναπτύξουν τη βάδιση. Μπορεί όμως και να μην καταφέρουν να περπατήσουν ποτέ. Τα πιο πολλά και σημαντικά προβλήματα προκύπτουν κατά τη φάση της στήριξης, καθώς η διατήρησή της απαιτεί την ενέργεια των εκτεινόντων μυών, προκειμένου το σώμα να στηριχθεί και να παραμείνει όρθιο στην όρθια θέση. Επιπλέον, απαιτείται μυϊκή ενέργεια προκειμένου το σώμα να ισορροπήσει και να ελέγξει την προς τα εμπρός μετακίνηση του βάρους του σώματος (Shepherd RB).

Πολλοί ερευνητές προτείνουν ότι οι νευρο-μυοσκελετικοί περιορισμοί τόσο κατά τη στάση (αντίδραση της ισορροπίας) όσο και κατά τη βάδιση, είναι τόσο όμοιοι που έχουν την ίδια προέλευση. Πιο συγκεκριμένα, στη βάδιση υπάρχουν απαιτήσεις σταθερότητας αλλά και απαιτήσεις προώθησης. Γι'αυτό το λόγο, τονίζουν ότι οι περιορισμοί που παρουσιάζονται δημιουργούν κατά συνέπεια διαταραχές στην ισορροπία (Woollacott et al. 2005). Για την ακρίβεια, υπάρχει μεγαλύτερη συν-σύσπαση αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών στο ισχίο όταν τα παιδιά εκτελούν μη υποστηριζόμενη βάδιση (υψηλές απαιτήσεις ισορροπίας), σε σχέση με την εκτέλεση υποστηριζόμενης βάδισης (μικρές απαιτήσεις ισορροπίας) (Crenna and Inverto 1994).

1.3 Προσαρμογές της Θέσης

Πολλές μελέτες έχουν αναφέρει ελλείματα που παρουσιάζονται κατά την προσπάθεια διατήρησης της θέσης. Παιδιά με ημιπληγία, προκειμένου να αντισταθμίσουν τις δυσκολίες στήριξης στο έδαφος, φαίνεται να παρουσιάζουν καθυστέρηση στο χρόνο της κινητικής ανταπόκρισης στο πάσχον κάτω άκρο (Nashner et al. 1983; Shumway-Cook 1989). Παρατηρείται δηλαδή συχνά καθυστέρηση στη μυϊκή ενεργοποίηση. Όταν το κέντρο μάζας κινείται κοντά στα όρια της βάσης στήριξης, μπορεί να παρουσιαστεί μεγαλύτερη αστάθεια εξαιτίας αυτής της καθυστέρησης. Να ξεκινήσει δηλαδή ο μυς να ενεργοποιείται. Επίσης, λόγω των ροπών που παράγονται στις αρθρώσεις στο πάσχον κάτω άκρο οι απαραίτητες κινήσεις πραγματοποιούνται από το υγιές μέλος, ως αποτέλεσμα προσαρμοστικής συμπεριφοράς. Ακόμη, τα παιδιά με ημιπληγία φαίνεται να παρουσιάζουν δυσκολία στην οργάνωση προπαρασκευαστικών προσαρμογών που σχετίζονται με τη βοηθητική χρήση των άνω άκρων κατά τη στάση (Shepherd RB).

Σύμφωνα με έρευνες τα παιδιά με ΕΠ παρουσιάζουν καμπτική θέση, η οποία συμβάλλει στη μειωμένη ικανότητα επαναφοράς της ισορροπίας (μεγαλύτερος χρόνος-αυξημένο λίκνισμα). Καθυστερημένη ανταπόκριση από τους μύες της ποδοκνημικής. Ακατάλληλη μυϊκή ανταπόκριση διαδοχικά και τέλος αυξημένη συν-σύσπαση των αγωνιστών-ανταγωνιστών (Woollacott et al. 2005).

Τέλος, τα παιδιά με αταξία φαίνεται να είναι ανίκανα να διατηρήσουν την ισορροπία τους όταν δέχονται ερεθίσματα από τους οπτικούς και σωματο-αισθητικούς υποδοχείς τους. Αυτό σημαίνει ότι οι διαταραχές του κινητικού ελέγχου μπορεί να οφείλονται σε ελλείματα αισθητηριακής ενσωμάτωσης (Shepherd RB).

1.4 Συνοδά Ελλείματα

Τα παιδιά με ΕΠ πέρα από τη διαταραγμένη κινητική ανάπτυξη και κατά συνέπεια τα κινητικά προβλήματα που εμφανίζουν, μπορεί επίσης να παρουσιάσουν και άλλου είδους ελλείματα. Όπως είναι οι σωματο-αισθητικές διαταραχές, οι διαταραχές συνείδησης και αντίληψης, οι οπτικές και οπτικο-κινητικές διαταραχές, που απαντώνται στο 50% των παιδιών με ΕΠ με τυπική την εμφάνιση του στραβισμού. Κώφωση, προβλήματα λόγου και μάθησης, δυσφαγία και αποπληξία. Τέλος, αλλαγές στη δομή των συνδετικών ιστών αλλά και στην κατασκευή των μυών όπως μυϊκές βραχύνσεις και ρικνώσεις μαλακών μορίων, που πιθανά να σχετίζονται με την υπέρτονία (αντίσταση στην παθητική διάταση) (Shepherd RB).

2. Φυσικοθεραπεία

Ο ρόλος της φυσικοθεραπείας στα παιδιά με ΕΠ είναι πολύ σημαντικός. Δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι η εγκεφαλική βλάβη μπορεί να αντιστραφεί (Gordon et al. 1987; Bower et al. 1993). Παρ'όλα αυτά διαδικασίες ωρίμανσης καθώς και προσαρμοστικές διαδικασίες, μπορούν να αλλάξουν την κλινική εικόνα του παιδιού με το πέρασμα του χρόνου (Kuban et al. 1994).

Ο κυριότερος στόχος του θεραπευτή είναι να βελτιώσει όσον το δυνατόν την ποιότητα της ζωής του παιδιού. Τα παιδιά αυτά έχουν ειδικές ικανότητες, τις οποίες ο θεραπευτής οφείλει να αναγνωρίσει, να τις αξιοποιήσει και να τις μετατρέψει σε ειδικές δεξιότητες. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, είναι σημαντικό να υπάρχει μία οργανωμένη ομάδα αποκατάστασης. Απαιτείται αρμονική και συντονισμένη συνεργασία του γιατρού, του φυσικοθεραπευτή, του εργοθεραπευτή, του λογοθεραπευτή, του ψυχολόγου και του κοινωνικού λειτουργού.

Κύριοι στόχοι της φυσικοθεραπευτικής προσέγγισης είναι η εκπαίδευση πάνω σε καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες, η πρόληψη των παραμορφώσεων, η βελτίωση της λειτουργικότητας, η εκμάθηση θέσεων και στάσεων, όπου αναχαιτίζονται τα παθολογικά πρότυπα κίνησης αλλά και τα παθολογικά αντακλαστικά. Τέλος, η ψυχολογική υποστήριξη του παιδιού αλλά και των γονέων.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι οι Bobath, Vojta, Conductive Education, Motor Learning, Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT), μέθοδος Αισθητηριακής Ολοκλήρωσης (S.I.) και Νευρο-αναπτυξιακή θεραπεία (NDT). Οι παραπάνω μέθοδοι χρησιμοποιούν διαφορετικές θεραπευτικές στρατηγικές, που όμως στοχεύουν στην καλύτερη δυνατή πιθανότητα για ανεξαρτησία των ατόμων με ΕΠ (Scrutton et al. 1984). Συγκεκριμένα, σε κάθε μία από αυτές τις μεθόδους διακρίνουμε τουλάχιστον μία από τις δύο βασικές αρχές της θεραπευτικής προσέγγισης. Έμφαση στην ομαλοποίηση της ποιότητας των κινήσεων ή έμφαση στις καθημερινές λειτουργικές δραστηριότητες (Bower et al. 1997).

3. Εκπαίδευση Κινητικού Ελέγχου

Ο στόχος της φυσικοθεραπείας στη νευρο-αποκατάσταση είναι να μπορέσουν τα άτομα με χρόνιες ή οξείες εγκεφαλικές βλάβες να λειτουργήσουν όσο πιο αποτελεσματικά είναι δυνατόν στην καθημερινότητά τους. Το άτομο με κινητικό έλλειμμα πρέπει να προσπαθήσει να ανακτήσει τις βέλτιστες κινητικές του επιδόσεις, σε καθημερινές δραστηριότητες που είναι κρίσιμες για την ανεξαρτησία του (Carr & Shepherd 2004).

Η ενδυνάμωση των μυών για τη βελτιστοποίηση των λειτουργικών επιδόσεων αλλά και η απόκτηση δεξιοτήτων, αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την αποκατάσταση των λειτουργικών κινητικών επιδόσεων. Η εκπαίδευση της δύναμης έγκειται κυρίως στην απόκτηση ενός αποτελεσματικού πρότυπου συντονισμού, δεξιότητας, που είναι ανάλογο προς τις συνθήκες υπό τις οποίες διεξάγεται η δραστηριότητα. Η βελτίωση της δύναμης φαίνεται να συνοδεύεται από αυξήσεις της νευρωνικής δραστηριοποίησης των ενδυναμωμένων μυών (Moritani & DeVries 1979; Hakkinen & Komi 1983).

Από την άλλη μεριά, η πληροφόρηση αποτελεί μία σημαντική μέθοδο για την προαγωγή της κινητικής εκμάθησης και την απόκτηση κινητικών δεξιοτήτων για τη βελτίωση των κινητικών επιδόσεων (Carr & Shepherd 2004). Πιο συγκεκριμένα, η επίδειξη δηλαδή η αναπαράσταση μιας δραστηριότητας μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση, τη νοητική αναπαράσταση (Carroll & Bandura 1982) και την προτυποποίησή της (Keele & Summers 1976). Η παρατήρηση φαίνεται να βοηθάει τον ασθενή να καταλάβει τις χωρο-χρονικές παραμέτρους της δραστηριότητας. Επιτρέπει στον ασθενή να δει το εύρος τροχιάς της κίνησης, να εκτιμήσει το συγχρονισμό και τη συχνότητα της δραστηριότητας, αλλά και τη σχέση μεταξύ των τμημάτων του σώματός του (Carr & Shepherd 2004).

Μία άλλη σημαντική μέθοδος πληροφόρησης κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης μιας δραστηριότητας, αποτελεί η επανατροφοδότηση. Συγκεκριμένα, αναφέρεται στη χρήση της αισθητικής πληροφόρησης για τον έλεγχο της δραστηριότητας και τη διαδικασία απόκτησης δεξιοτήτων (Winstein & Schmidt 1989). Μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, υποκειμενική ή αντικειμενική, εξωτερική ή εσωτερική και μπορεί να προσδώσει κίνητρα ή πληροφορίες. Η επανατροφοδότηση δεν υποκαθιστά την κινητική εκπαίδευση αλλά τη συμπληρώνει (Carr & Shepherd 2004).

Η ενισχυμένη επανατροφοδότηση χρησιμοποιεί την οπτική ή την ακουστική επανατροφοδότηση για την παροχή αντικειμενικής πληροφόρησης σε σχέση με κάποια παράμετρο της επίδοσης ή μιας διαδικασίας για την οποία το άτομο δεν έχει φυσιολογικά γνώση. Η βασική αρχή της ενισχυμένης επανατροφοδότησης είναι ότι η αύξηση της ποσότητας της πληροφόρησης ως προς το άτομο, θα οδηγήσει στη βελτίωση της εκμάθησης και της εκτέλεσης (Mulder & Hulstijn 1988). Για να είναι μέγιστα αποτελεσματική, η ενισχυμένη επανατροφοδότηση

θα πρέπει να συνδυαστεί με την εκπαίδευση συγκεκριμένων λειτουργικών δραστηριοτήτων και με τη σταδιακή απόσυρσή της. Έτσι, το άτομο θα μάθει να εκτελεί τη δραστηριότητα χρησιμοποιώντας φυσικούς μηχανισμούς επανατροφοδότησης. Επίσης, θα έχει την επίγνωση ότι μπορεί να ωφεληθεί σημαντικά από τη βελτιωμένη εκτέλεση της δραστηριότητας κατά την εκπαίδευση με επανατροφοδότηση (Carr & Shepherd 2004).

4. Οπτικό Σύστημα

Το οπτικό σύστημα βοηθάει και προάγει τον κινητικό έλεγχο με διάφορους τρόπους. Συμβάλλει σημαντικά στον προσανατολισμό του σώματος στο χώρο και πιο συγκεκριμένα στον προσανατολισμό στο κατακόρυφο επίπεδο. Μέσω της οπτικής επανατροφοδότησης καθορίζεται με ακρίβεια η θέση και η απόσταση του αντικειμένου. Ουσιαστικά προάγει το λεπτομερή καθορισμό της σχέσης μεταξύ του ατόμου και των ιδιοτήτων του περιβάλλοντος (Owen 1985).

Βασικός ρόλος του οπτικού συστήματος είναι να δίνει πληροφορίες για τη θέση του σώματός στο χώρο, τη σχέση των μελών στο χώρο καθώς και για την κίνηση του σώματος. Επομένως η οπτική αντίληψη, που αναπτύσσεται από τα πρώτα στάδια της ζωής, δίνει πληροφορίες όχι μόνο για το περιβάλλον αλλά και για το ίδιο το σώμα. Ως εκ τούτου παίζει κυρίαρχο ρόλο στον έλεγχο της θέσης, στην αλλαγή της θέσης και στη μετακίνηση, στην ανάπτυξη και τους επιδέξιους χειρισμούς, έτσι ώστε να υπάρχει λειτουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

4.1 Ανατομικά Στοιχεία

Το οπτικό σύστημα, που περιέχει το πιο πολυσύνθετο νευρικό κύκλωμα από όλα τα αισθητικά συστήματα, διαχωρίζεται στο κεντρικό και στο περιφερικό οπτικό σύστημα. Το κεντρικό οπτικό σύστημα που οργανώνεται πρώτο σε νευρο-κινητική εξέλιξη, παρέχει αισθητικές πληροφορίες στον εγκέφαλο ακολουθώντας δύο μονοπάτια. Αρχικά, η ροή των πληροφοριών ξεκινάει από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού και καταλήγει στο μεσεγκέφαλο και στο θάλαμο. Έπειτα συνεχίζεται από το θάλαμο μέχρι τον ανώτερο οπτικό φλοιό, στην περιοχή του Brodmann (Brodmann's area 17) στον ινιακό λοβό (Wurtz & Kandel 2000a).

Σημαντικός είναι ο διαχωρισμός μεταξύ της εικόνας από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού και του οπτικού πεδίου. Η επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς χιτώνα χωρίζεται στη μέση, δίνοντας το ρινικό μέρος από την εσωτερική πλευρά του εντυπώματος (fovea) και το κροταφικό μέρος από την εξωτερική πλευρά. Έπειτα, το κάθε μέρος διαιρείται επιπλέον σε νωτιαία ή ανώτερα και σε κοιλιακά ή κατώτερα τεταρτημόρια (Wurtz & Kandel 2000a).

Το οπτικό πεδίο, περιλαμβάνει την εικόνα που βλέπουν και τα δύο μάτια χωρίς την κίνηση της κεφαλής. Το δεξί και αριστερό μισό του οπτικού πεδίου καθορίζεται όταν τα εντυπώματα και από τα δύο μάτια εστιάσουν σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο χώρο. Το αριστερό μισό του οπτικού πεδίου αντικατοπτρίζεται στο ρινικό μέρος του αμφιβληστροειδούς του αριστερού ματιού και στο κροταφικό μέρος του αμφιβληστροειδούς του δεξιού ματιού. Αντίστοιχα, το δεξί μισό του οπτικού πεδίου αντικατοπτρίζεται στο ρινικό

μέρος του αμφιβληστροειδούς του δεξιού ματιού και στο κροταφικό μέρος του αμφιβληστροειδούς του αριστερού ματιού (Wurtz & Kandel 2000a).

Το φως που προέρχεται από την κεντρική περιοχή του οπτικού πεδίου, όπου καλείται διοφθαλμική ζώνη, εισέρχεται και στα δύο μάτια. Στο πλάγιο μέρος του κάθε οπτικού πεδίου υπάρχει επίσης και η μονοφθαλμική ζώνη. Συγκεκριμένα το φως από το κροταφικό μέρος του μισού οπτικού πεδίου, αντικατοπτρίζεται στο ρινικό μισό του αμφιβληστροειδούς χιτώνα του ματιού της ίδιας πλευράς. Το μονοφθαλμικό μέρος του οπτικού πεδίου, καλείται επίσης και κροταφική προεξοχή (temporal crescent).

Άξονες από τα γαγγλιακά κύτταρα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, επεκτείνονται μέσω του οπτικού δίσκου. Στο οπτικό χίασμα οι ίνες από τα ρινικά μέρη του κάθε αμφιβληστροειδούς χιτώνα, περνάνε στην αντίθετη πλευρά του εγκεφάλου (Wurtz & Kandel 2000a).

Η εικόνα από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, προβάλλεται σε τρεις υποφλοιώδεις περιοχές του εγκεφάλου. Στην προ-τετραδυμική περιοχή (pretectal region), στο ανώτερο λοφίδιο (superior colliculus) στο μεσεγκέφαλο και στο πλευρικό γονάτιο σώμα του εγκεφάλου (lateral geniculate nucleus-LGN) στο θάλαμο. Η προ-τετραδυμική περιοχή αποτελεί ένα σημαντικό οπτικό αντανακλαστικό κέντρο, όπου περιλαμβάνει τις ακούσιες κινήσεις της κόρης του οφθαλμού. Η κόρη συστέλλεται, ως απάντηση της λάμψης του φωτός που πέφτει επάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα (Sumway-Cook & Woollacott 2007).

Το ανώτερο λοφίδιο (superior colliculus) έχει υποθετηθεί ότι χαρτογραφεί το οπτικό χώρο γύρω μας όχι μόνο από οπτικής άποψης, αλλά και από ακουστικής και σωματο-αισθητικής πλευράς. Οι τρεις αισθητικοί χάρτες στο ανώτερο λοφίδιο διαφέρουν από αυτούς που υπάρχουν στον αισθητικό φλοιό. Εδώ δεν υπάρχει τόσο πυκνή χαρτογράφηση για τις διάφορες περιοχές του σώματος, από τα κύτταρα των υποδοχέων σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Αλλά χαρτογραφούνται ανάλογα με τη σχέση τους με τον αμφιβληστροειδή. Περιοχές όπου βρίσκονται πιο κοντά στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, όπως για παράδειγμα η μύτη, αναπαρίστανται σε μεγαλύτερο βαθμό απ'ότι περιοχές που βρίσκονται πιο μακριά, όπως για παράδειγμα το χέρι.

Επιπρόσθετα με τους τρεις χάρτες, υπάρχει και ένας κινητικός χάρτης, όπου ελέγχει τις οπτικά κατευθυνόμενες κινήσεις του οφθαλμού. Έπειτα το ανώτερο λοφίδιο στέλνει ερεθίσματα σε περιοχές του εγκεφαλικού στελέχους, όπου ελέγχουν τις κινήσεις του ματιού. Στη νωτιαία οδό (tectospinal tract), όπου μεσολαβεί για τον αντανακλαστικό έλεγχο του αυχένα και της κεφαλής και στη γεφυρική οδό (tectopontine tract), η οποία αντικατοπτρίζεται στην παρεγκεφαλίδα για περαιτέρω επεξεργασία του ελέγχου ματιού-κεφαλής (Wurtz & Kandel 2000a).

Τέλος, το πλευρικό γονάτιο σώμα του εγκεφάλου (LGN) αποτελεί την κυριότερη υποφλοιώδη δομή και μεταφέρει πληροφορίες στον ανώτερο οπτικό φλοιό. Το LGN, αποτελείται από έξι επίπεδα κυττάρων τα οποία χαρτογραφούν

το αντίθετο πλάγιο του οπτικού πεδίου. Οι προβολές των κυττάρων από κάθε επίπεδο, στέλνουν άξονες στον οπτικό φλοιό. Τα πρώτα δύο επίπεδα αποτελούν τα μακροκύτταρα (magnocellular) και φαίνεται να συμμετέχουν στην ανάλυση της κίνησης της οπτικής εικόνας και στις χονδρικές λεπτομέρειες ενός αντικειμένου. Από το τέταρτο έως το έκτο επίπεδο υπάρχουν τα μικροκύτταρα (parvocellular) και η λειτουργία τους αφορά την όραση των χρωμάτων, καθώς και τη λεπτομερή ανάλυση της δομής. Γι' αυτό το λόγο τα μακροκύτταρα είναι πιο σημαντικά σε κινητικές λειτουργίες, όπως είναι ο έλεγχος της ισορροπίας. Επομένως η κίνηση του οπτικού πεδίου, δίνει πληροφορίες για το λίκνισμα του σώματος και για την προσέγγιση και τη μεταφορά των αντικειμένων. Από την άλλη μεριά τα μικροκύτταρα, είναι πιο σημαντικά στην τελική φάση της προσέγγισης ενός αντικειμένου και όταν χρειάζεται να γίνει σύλληψη με ακρίβεια (Wurtz & Kandel 2000a).

Στο περιφερικό οπτικό σύστημα, το φως εισέρχεται μέσα στο μάτι μέσω του κερατοειδούς χιτώνα. Εστιάζεται μέσω του κερατοειδούς χιτώνα και του κρυσταλοειδούς φακού, επάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα στο πίσω μέρος του ματιού. Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, είναι ότι το φως πρέπει να περάσει μέσα από όλα τα επίπεδα του ματιού και τα νευρικά επίπεδα του αμφιβληστροειδούς, πριν χτυπήσει τους φωτοϋποδοχείς. Οι οποίοι βρίσκονται στο πίσω μέρος του ματιού, μακριά από την πηγή του φωτός. Υπάρχουν δύο είδη κυττάρων φωτοϋποδοχέων. Τα κωνικά κύτταρα (cones) και τα ραβδωτά κύτταρα (rods). Τα κωνικά κύτταρα που είναι λειτουργικά για την όραση στο φυσιολογικό φως της ημέρας, είναι υπεύθυνα για την όραση των χρωμάτων. Η απώλειά τους προκαλεί μόνιμη τύφλωση. Τα ραβδωτά κύτταρα είναι υπεύθυνα για την όραση το βράδυ, όταν ο φωτισμός είναι πολύ χαμηλός και δεν μπορούν να ενεργοποιηθούν τα κωνικά κύτταρα. Η απώλειά τους προκαλεί νυχτερινή τύφλωση (Tessier-Lavigne 2000).

Υπάρχουν δύο ξεχωριστά μονοπάτια από τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού μέχρι τον ανώτερο οπτικό φλοιό. Μέσα από τα οποία, το οπτικό σύστημα πραγματοποιεί την αναγνώριση των αντικειμένων και αντιλαμβάνεται την αίσθηση της κίνησης. Η επεξεργασία τους ξεκινάει από τα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. Εκτός από τα ραβδωτά και τα κωνικά, υπάρχουν τα διπολικά κύτταρα (bipolar cells) και τα γαγγλιακά κύτταρα, γνωστά ως κάθετα κύτταρα (vertical cells). Συνδέονται μεταξύ τους σε σειρά, δίνοντας οπτικές πληροφορίες στο ΚΝΣ (Dowling 1987; Tessier-Lavigne 2000). Υπάρχει επίσης μία άλλη κατηγορία νευρώνων στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, όπου καλούνται οριζόντια κύτταρα (horizontal cells) και βραχύϊνα κύτταρα (amacrine cells). Συνδέουν τα κάθετα κύτταρα μεταξύ του πλαγίως και διαφοροποιούν τη ροή των πληροφοριών. Τα οριζόντια και τα βραχύϊνα κύτταρα, παίζουν σημαντικό ρόλο για την επίτευξη της ευαισθησίας της αντίθεσης (contrast sensitivity). Με την ευαισθησία αντίθεσης επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια, όσον αφορά την αντίληψη της απόστασης των αντικειμένων. Πολύ σημαντικό

στη μετακίνηση, το χειρισμό αλλά και τη σύλληψη των αντικειμένων (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

Ουσιαστικά η οπτική εικόνα «χτίζεται» από ερεθίσματα που προέρχονται από παράλληλα μονοπάτια, τα οποία επεξεργάζονται διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την κίνηση, το βάθος, τη δομή και το χρώμα. Ακόμα η οπτική ροή, όπου αναφέρεται στην κίνηση που γίνεται αντιληπτή από το οπτικό πεδίο, παρέχει πληροφορίες σχετικά με την οργάνωση του περιβάλλοντος και πληροφορίες σχετικά με τον έλεγχο της θέσης (Wurtz & Kandel 2000a).

5. Οπτικο-γνωσιακές Διαταραχές

Ο πρόωρος τοκετός αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία των νευρολογικών και ψυχιατρικών διαταραχών κατά την παιδική ηλικία, που περιλαμβάνει σωματικά και νοητικά προβλήματα υγείας (Jones et al. 1998; Larsson et al. 2005). Ο μισός πληθυσμός από τα βρέφη που επιζούν και έχουν γεννηθεί πριν τις 26 εβδομάδες κύησης, εμφανίζει νευρο-αναπτυξιακές βλάβες στην ηλικία των 30 μηνών (Wood et al. 2000). Παραπάνω από το 1/3 των πρόωρων βρεφών αναπτύσσουν νευρο-γνωστικές βλάβες (ανικανότητα μάθησης), κινητικά ή συμπεριφορικά ελλείματα καθώς και διαταραχές της προσοχής (Bhutta et al. 2002; Marlow et al. 2005).

Υπάρχουν αρκετά διαδεδομένα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι τα ελλείματα της γνωστικής λειτουργίας αποτελούν μία από τις σημαντικότερες αναπηρίες που υπάρχουν. Η αναγνώριση και η κατανόηση του μονοπατιού που συνδέει την πρόωρη γέννηση με τη μετέπειτα γνωστική ανάπτυξη του παιδιού, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό αντικείμενο. Μπορεί να οδηγήσει στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του παιδιού και την επίδραση που επιφέρει στην οικογένειά του αλλά και στην κοινωνία (Atkinson et al. 2007).

Πιο συγκεκριμένα, η αξιολόγηση της γνωστικής και της εγκεφαλικής λειτουργίας σε βρέφη και σε νήπια μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση των άμεσων λειτουργικών συνεπειών της εγκεφαλικής βλάβης, που σχετίζονται με τη δριμύτητα και την εγκεφαλική της τοποθεσία. Τέτοιου είδους μετρήσεις, μπορούν επίσης να παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με την πρόωμη λειτουργία συγκεκριμένων εγκεφαλικών συστημάτων, τα οποία υποδεικνύουν την ηλικία της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών. Η λειτουργία της όρασης βρίσκεται σε μία περιοχή η οποία αναπτύσσεται από πολύ νωρίς και στην οποία υπάρχουν μία σειρά από ορόσημα, που σηματοδοτούν την ωρίμανση συγκεκριμένων φλοιϊκών συστημάτων. Επίσης, η όραση αποτελεί τη βάση της πρώιμης αισθητικο-κινητικής ανάπτυξης και των γνωστικών δεξιοτήτων. Η παρακολούθησή τους, μπορεί να γίνεται καθ'όλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας (Atkinson et al. 2007).

Τα νεογέννητα μωρά αρχικά έχουν μία πολύ περιορισμένη οπτική συμπεριφορά. Στη συνέχεια αναπτύσσουν πολλές από τις πολύπλοκες οπτικές διεργασίες για τα πρότυπα και την αντίληψη του βάθους του ειδώλου, από τους πρώτους μήνες της ζωής τους. Στα φυσιολογικά αναπτυσσόμενα βρέφη, ο φλοιώδης προσανατολισμός εκδηλώνεται επιλεκτικά από την ηλικία των 3 εβδομάδων έως 3 μηνών (εξαρτάται από τις χωρο-κροταφικές ιδιότητες του κινήτρου). Η κατευθυντήρια κίνηση επιλεκτικά στους 2-3 μήνες και η διοφθαλμική αλληλεπίδραση που υποστηρίζει τη στερεοσκοπική αντίληψη του βάθους, περίπου στους 4-5 μήνες (Atkinson et al. 2007).

Οι Atkinson και συνεργάτες (2007) ανέφεραν 4 μελέτες με σκοπό να διερευνήσουν την επίδραση του πρόωρου τοκετού (<32 εβδομάδων κύησης)

στην οπτική, οπτικο-γνωστική και οπτικο-κινητική λειτουργία παιδιών ηλικίας 6-7 ετών. Πιο συγκεκριμένα και οι 4 έρευνες μελέτησαν τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης των βρεφών, όπου η πρόωρη γέννησή τους έχει δημιουργήσει έναν σημαντικό παράγοντα κινδύνου για την εγκεφαλική ανάπτυξη. Η πρώτη μελέτη έδειξε ότι οι μετρήσεις της οπτικής φλοιϊκής λειτουργίας, η οποία αναγνωρίζεται από τους πρώτους μήνες ζωής, σχετίζονται με ανωμαλίες της εγκεφαλικής κατασκευής. Επίσης, βοηθούν στο να αναγνωριστεί η μετέπειτα ανάπτυξη. Οι υπόλοιπες μελέτες αποδεικνύουν ότι, οι τρεις περιοχές που σχετίζονται με τη λειτουργικότητα είναι περισσότερο επηρεασμένες. Η χωριακή λειτουργία, η επιλεκτική προσοχή και ο έλεγχος της εκτέλεσης.

Συμπερασματικά και οι 4 μελέτες έδειξαν ότι ενώ η γενική γνωστική ικανότητα αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος των διακυμάνσεων, υπάρχουν σημαντικές καθυστερήσεις σε πολλά συστήματα που αφορούν τον οπτικο-κινητικό, το χωριακό, και τον τομέα της προσοχής. Η παραπάνω έρευνα αποδεικνύει την άμεση σχέση που έχουν τα ελλείματα της οπτικής λειτουργίας με τη μετέπειτα ανάπτυξη των γνωσιακών δεξιοτήτων, σε βρέφη που έχουν γεννηθεί πρόωρα.

Ο Hubel (1988) ανέφερε ότι η ανάγνωση αποτελεί μία σημαντική συνιστώσα στη διαδικασία της μάθησης, πολύ περισσότερο για τα παιδιά σχολικής ηλικίας με ΕΠ. Τα οποία εξαιτίας του φτωχού χειρωνακτικού συντονισμού δεν μπορούν να γράψουν (Frostig & Horne 1964). Από την άλλη μεριά, η όραση αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την ανάγνωση. Συγκεκριμένα, είναι απαραίτητες οι δεξιότητες του οπτικού εντοπισμού. Απαιτείται ένα αρμονικό πρότυπο των κινήσεων του ματιού (διαδικασίες οπτικο-κινητικής ολοκλήρωσης), ώστε η ανάγνωση να είναι αποτελεσματική (Tyschen 1989).

Οι Kozeis και συνεργάτες (2006), διεξείγαγαν μία έρευνα με σκοπό να μελετήσουν την ικανότητα των παιδιών με ΕΠ να εκτελέσουν μικρο-σακκοειδείς κινήσεις στους οφθαλμούς (microsaccades). Συγκεκριμένα η έρευνα συμπεριελάμβανε 105 παιδιά με συγγενή ΕΠ ηλικίας 6-15 ετών, χωρίς κάποια σοβαρή νοητική καθυστέρηση. Τα παιδιά δοκιμάστηκαν σε δοκιμασίες ανάμνησης, εκτίμησης του δείκτη νοημοσύνης και αξιολόγησης των μικρο-σακκοειδών κινήσεων του ματιού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι οφθαλμικές κινήσεις είναι αυστηρά επηρεασμένες στα παιδιά με ΕΠ.

Οι οπτικές διαταραχές, τα ελλείματα της οπτικής αντίληψης και οι κινητικές διαταραχές στα χέρια, προξενούν μία αρνητική επίδραση στο γεωμετρικό σχήμα της γραφής (Koeda et al. 1997).

Οι Koeda και συνεργάτες (1997) θέλησαν να προσδιορίσουν τη σχέση της κατασκευαστικής δυσπραξίας σε πρόωρα παιδιά με ΕΠ και σπαστική διπληγία, με τις οφθαλμολογικές διαταραχές και τα ελλείματα της οπτικής αντίληψης. Το δείγμα αποτέλεσαν 25 παιδιά με σπαστική διπληγία, (μέσης ηλικίας 8-18 ετών) και 34 παιδιά (μέσης ηλικίας 8-17 ετών), ως ομάδα ελέγχου, με διαθλαστικές ανωμαλίες ή στραβισμό χωρίς πρόωρη γέννηση και διπληγία.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επίπτωση της κατασκευαστικής δυσπραξίας στα παιδιά με σπαστική διπληγία είναι πολύ σοβαρή και δεν εξαρτάται από

οπτικές διαταραχές, βλάβες οπτικής αντίληψης ή την ηλικία. Από την άλλη μεριά, τα παιδιά με σπαστική διπληγία και στραβισμό εμφανίζουν υποδεέστερη οπτική οξύτητα και στερεοοξύτητα σε σχέση με τα σπαστικά διπληγικά παιδιά χωρίς στραβισμό. Επίσης, ξεκαθάρισαν τη σχέση που έχουν τα ελλείματα της αντίληψης του βάθους με τα πρόωρα παιδιά με σπαστική διπληγία και στραβισμό. Επομένως, ο στραβισμός στα παιδιά που έχουν γεννηθεί πρόωρα, αποτελεί υψηλό κίνδυνο για την εμφάνιση οπτικών διαταραχών.

Τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα συνδέουν την οπτική λειτουργία με τις ικανότητες της ανάγνωσης, της γραφής και της μάθησης. Συγκεκριμένα, οι οφθαλμολογικές βλάβες που παρατηρούνται στα παιδιά με ΕΠ έχουν αντίκτυπο στην ανάπτυξη της διαδικασίας της ανάγνωσης και στο γεωμετρικό σχήμα της γραφής, τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τη διαδικασία της μάθησης.

6. Ο Ρόλος της Όρασης στον Κινητικό Έλεγχο

Το οπτικό σύστημα αποτελεί το πιο πολυσύνθετο νευρικό κύκλωμα από όλα τα αισθητικά συστήματα. Ο βασικός του ρόλος είναι να παρέχει πληροφορίες για το περιβάλλον, αλλά και πληροφορίες για τον προσανατολισμό και την κίνηση του σώματος στο χώρο (Lee & Lishman 1975). Μελέτες έχουν δείξει ότι όταν η πληροφόρηση για την υποστηρικτική επιφάνεια δεν είναι επαρκής και αξιόπιστη, όπως όταν ένα άτομο στέκεται πάνω σε μια στενή δοκό, αυξάνεται η αξία της οπτικής πληροφορίας (Lishman & Lee 1973).

Η ευαισθησία του ατόμου στην οπτική πληροφόρηση, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντική στην ισορρόπηση του σώματος αλλά και στην επιδεξιότητα της βάδισης. Ο λόγος είναι ότι η όραση καθορίζει λεπτομερώς τη σχέση μεταξύ του ατόμου και των ιδιοτήτων του περιβάλλοντος (Owen 1985). Τα οπτικά ερεθίσματα αποδίδουν τη θέση των σχετικών αντικειμένων στο περιβάλλον, την απόσταση του σώματος από αυτά και το αν είναι ακίνητα ή κινούνται (Carr & Shepherd 2004). Επίσης, βοηθούν το άτομο να υπολογίσει το χρόνο που θα έρθει σε επαφή με ένα κινούμενο αντικείμενο, ή πότε θα προσγειωθεί στο έδαφος μετά από ένα άλμα. Μπορεί να προβλέψει δηλαδή με μεγάλη ακρίβεια το χρόνο μέχρι την επαφή (Dietz & Noth 1978).

Η οπτική πληροφόρηση βοηθάει στον προσανατολισμό στο κατακόρυφο επίπεδο (Carr & Shepherd 2004). Μελέτες με ενήλικες μέσα σε ένα σκοτεινό δωμάτιο φαίνεται να μεταβάλλουν την ευθυγράμμιση της όρθιας στάσης τους, για να ταιριάξει με την ευθυγράμμιση μιας φωτεινής ράβδου, ακόμα και αν είναι υπό γωνία προς την κατακόρυφο (De Wit 1972). Εξαρτάται δηλαδή, κάτω από ποιες συνθήκες λαμβάνονται οι πληροφορίες. Ένας άλλος τύπος πληροφοριών παρέχεται όχι από την άμεση οπτική επαφή, αλλά από την οπτική διάταξη των πραγμάτων στο χώρο (Gibson 1979). Όταν δηλαδή το άτομο βαδίζει προς τα εμπρός τα περιχώρα κινούνται προς τα πίσω, με μια συγκεκριμένη οπτική διάταξη.

Στην όρθια θέση η οπτική πληροφόρηση επηρεάζει το λίκνισμα. Διάφορα πειράματα με ενήλικες μέσα σε δωμάτια όπου οι τοίχοι κινούνται προς το μέρος τους ή μακριά τους, έχουν δείξει ότι αυξάνεται το λίκνισμά τους χωρίς να χρειάζεται (Lee & Lishman 1975). Τα άτομα επηρεάστηκαν από την πληροφόρηση της οπτικής διάταξης του δωματίου και λικνίστηκαν αντίθετα από την κατεύθυνση που κινούνταν οι τοίχοι. Άρα βασίζονταν περισσότερο στα οπτικά παρά στα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι σε ένα παρόμοιο πείραμα όπου έλαβαν μέρος νήπια, (Lee & Aronson 1974) τα παιδιά έπεφταν σε αντίθεση με τους ενήλικες (Lee & Lishman 1975). Κάτι το οποίο φαίνεται να σημαίνει ότι η αντίληψη της ίδιας της κίνησης εξαρτάται από την περιφερική όραση (Johansson 1977; Dichgans & Brandt 1978). Τα παιδιά βασίζονται αρχικά στην κεντρική τους όραση και καθώς προχωράει η νευρο-κινητική εξέλιξη αρχίζουν να στηρίζονται στην

περιφερική (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Έτσι λοιπόν, δεδομένου του σημαντικού ρόλου της όρασης για τη σταθερότητα, σημαντική είναι επίσης και η ακρίβεια της παρεχόμενης πληροφορίας από το περιβάλλον (Carr & Shepherd 2004).

Ο ρόλος του οπτικού συστήματος κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης κινήσεων είναι πολύ σημαντικός. Έρευνες έχουν αποκαλύψει ότι όταν η οπτική πληροφορία από το μέλος που κινείται είναι διαθέσιμη, η τροχιά της κίνησης περιέχει πιο διακριτές διορθώσεις σε σύγκριση με περιπτώσεις όπου η όραση δεν είναι διαθέσιμη (Chua et al. 1993; Khan et al. 2000; Khan et al. 1998). Παρ'όλα αυτά έχει επίσης αποδειχθεί ότι, η διαθεσιμότητα της οπτικής επανατροφοδότησης βελτιώνει την ακρίβεια του τελικού σημείου, όταν υπάρχει έλλειψη από διακριτές τροποποιήσεις κατά τη διάρκεια της κίνησης του μέλους (Elliott et al. 1991; Khan et al. 2002).

Πιο συγκεκριμένα, μελέτες έχουν δείξει ότι η ακρίβεια της κατευθυντήριας συνιστώσας ενός στοχευμένου έργου βελτιώνεται, όταν η οπτική πληροφορία είναι διαθέσιμη στο περιφερικό οπτικό πεδίο (Abahnini et al. 1999; Abahnini et al. 1997; Bard et al. 1985; Bard et al. 1990; Khan et al. 2004). Από την άλλη μεριά, η διαθεσιμότητα της κεντρικής όρασης βελτιώνει την ακρίβεια στοχευμένων έργων, όταν οι συμμετέχοντες υποχρεούνται να κινηθούν σε συγκεκριμένο εύρος τροχιάς (Bard et al. 1990; Carlton 1981; Temprado et al. 1996).

Όταν πραγματοποιούνται χειρωνακτικές στοχευμένες κινήσεις σε συγκεκριμένες θέσεις στο χώρο, τα άτομα συνήθως εστιάζουν στο στόχο πριν από την έναρξη της κίνησης ή σχετικά νωρίς στην τροχιά της κίνησης του μέλους (Abrams et al. 1990). Έτσι το μέλος «τοποθετείται» στο περιφερικό οπτικό πεδίο, κατά τη διάρκεια των αρχικών σταδίων της κίνησης. Έπειτα εκτιμάται ότι εισέρχεται στο κεντρικό οπτικό πεδίο, καθώς πλησιάζει το στόχο της δραστηριότητας.

Οι Paillard και Amblard (1985) πρότειναν ότι, η πληροφορία από την περιφερική και την κεντρική όραση επεξεργάζεται μέσω δύο ημι-ανεξάρτητων οπτικών καναλιών. Το κάθε ένα κανάλι μεσολαβεί για ένα συγκεκριμένο ρόλο στον έλεγχο της στοχο-κατευθυνόμενης κίνησης. Το κινητικό κανάλι, το οποίο ενεργεί στην οπτική περιφέρεια, επεξεργάζεται υψηλής ταχύτητας οπτική πληροφόρηση και λέγεται ότι παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της κατεύθυνσης της κίνησης. Το στατικό κανάλι, το οποίο ενεργεί στην κεντρική όραση, θεωρείται ότι είναι κυρίως υπεύθυνο για τον έλεγχο του εύρους κίνησης, ενώ το μέλος επιβραδύνει καθώς πλησιάζει το στόχο.

Οι Khan και συνεργάτες (2004), εστίασαν πάνω στο ρόλο της οπτικής επανατροφοδότησης στον έλεγχο της κατεύθυνσης της κίνησης. Συγκεκριμένα διεξείγαγαν δύο πειράματα, με σκοπό να ερευνηθούν τη συνεισφορά της περιφερικής και της κεντρικής όρασης ξεχωριστά. Επιπλέον ο σκοπός της έρευνας ήταν να εντοπίσουν εάν οι διαφορές που υπάρχουν στη χρήση της

περιφερικής και της κεντρικής όρασης, είναι εξαιτίας της διαφοράς στο διαθέσιμο χρόνο που χρειάζεται για να επεξεργαστούν το οπτικό ερέθισμα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και η περιφερική αλλά και η κεντρική όραση παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της κατεύθυνσης της κίνησης. Η έγκαιρη οπτική επανατροφοδότηση από την τροχιά της κίνησης του μέλους, επεξεργάζεται κατά τη διάρκεια της κίνησης (online), ανεξάρτητα με το εάν εντοπίζεται στο περιφερικό ή στο κεντρικό οπτικό πεδίο. Η χρήση της οπτικής επανατροφοδότησης όμως από μετέπειτα στάδια της κίνησης, δεν γίνονταν κατά τη διάρκεια της κίνησης αλλά πιο μετά (offline), για να βελτιώσει το σχεδιασμό επακόλουθων κινήσεων.

Συμπερασματικά, η χρήση της κεντρικής οπτικής πληροφορίας, συμβάλλει στην οργάνωση του κινητικού πλάνου για την εκτέλεση μιας στοχοκατευθυνόμενης δραστηριότητας. Επίσης, σημαντική είναι η συμβολή της κεντρικής όρασης στην οργάνωση της κινητικής στρατηγικής.

Από την άλλη μεριά οι Lawrence και συνεργάτες (2006), διεξείγαγαν μία έρευνα με σκοπό να προσδιορίσουν εάν και κατά πόσο η οπτική πληροφορία από την περιφερική και την κεντρική όραση, χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει και να διορθώσει λάθη στην τροχιά των κινήσεων. Επιπλέον, στόχος της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η συμβολή της περιφερικής όρασης στον έλεγχο του εύρους κίνησης, κατά τη διάρκεια της τροχιάς των κινήσεων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, παρ'όλο που η πληροφορία από την περιφερική όραση επεξεργάζονταν κατά τη διάρκεια της κίνησης (online), οι τροποποιήσεις που βασίζονταν πάνω σε αυτή την πληροφορία δεν ήταν συστηματικές. Επίσης, δεν οδηγούσαν σε σημαντικές βελτιώσεις όσον αφορά την ακρίβεια του τελικού στόχου. Ως εκ τούτου προκύπτει ότι η κεντρική όραση πιθανά να πλεονεκτεί σε σχέση με την περιφερική όραση στον έλεγχο του εύρους κίνησης, λόγω της επεξεργασίας του οπτικού ερεθίσματος κατά τη διάρκεια της κίνησης.

7. Οπτικό Ερέθισμα και Ισορροπία

Σύμφωνα με έρευνες η κεντρική και η περιφερική όραση συμβάλλουν στη νευρο-κινητική ανάπτυξη και ωρίμανση του εγκεφάλου. Συγκεκριμένα τα βρέφη, στηρίζονται αρχικά στην κεντρική τους όραση και όσο προχωράει η νευρο-κινητική εξέλιξη αρχίζουν να στηρίζονται στην περιφερική. Η κεντρική όραση βοηθάει το παιδί στην υιοθέτηση καινούργιας θέσης και στάσης, στο συντονισμό χεριού-ματιού και στον προσανατολισμό του σώματος στο χώρο (Shumway-Cook & Woollacott 2007; Campbell 2006).

Η όραση παίζει κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη του κινητικού ελέγχου της στάσης. Παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των απαραίτητων προσαρμογών του σώματος προκειμένου το παιδί να υιοθετήσει, να διατηρήσει αλλά και να τροποποιήσει μία θέση για να εξασφαλίσει την ισορροπία του. Από την άλλη μεριά μία σταθερή θέση εξασφαλίζει και σταθερότερη εικόνα, άρα και καλύτερο οπτικό ερέθισμα στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού. Διευκολύνοντας έτσι τη διαδικασία της οπτικής πληροφόρησης, σε σχέση με τον προσανατολισμό μέσα στο περιβάλλον (Dan 2000). Υπάρχει λοιπόν μία δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ του οπτικού συστήματος και της ισορροπίας.

Η όραση και το οπτικό πεδίο παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της θέσης (Bardy 1999; Turano 1996). Παιδιά με διαταραχές στο οπτικό τους σύστημα εμφανίζουν μεγαλύτερη αστάθεια κατά την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων, σε σχέση με παιδιά όπου έχουν φυσιολογική όραση (Portfors-Yeomans 1995). Σύμφωνα με έρευνες, οι οπτικές δυσλειτουργίες παίζουν ένα ξεχωριστό και καθοριστικό ρόλο στον έλεγχο της θέσης. Πρωτογενείς οπτικο-κινητικές διαταραχές αλλά και διαταραχές του οπτικού πεδίου που σχετίζονται με λάθος θέσεις της κεφαλής, έχουν ως επακόλουθο τη λάθος θέση της κεφαλής σε συνδυασμό με στατικές προσαρμογές του άνω μέρους του σώματος αλλά και ραιβόκρανο (Porro et al. 2005).

Στην ανάπτυξη του ισορροπιστικού ελέγχου συμβάλλει ο συνδυασμός του μυοσκελετικού και του νευρικού συστήματος, όπως καθορίζονται από το στόχο της δραστηριότητας αλλά και από το περιβάλλον (Shepherd RB). Οι αντιδράσεις του παιδιού κατά την επίδραση εξωτερικού παράγοντα, αποτελούν σημαντική ένδειξη για την ανάπτυξη της ισορροπίας. Η διατήρηση τόσο της δυναμικής ισορροπίας, δηλαδή η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας όταν εξωτερικοί παράγοντες τείνουν να τη διαταράξουν όσο και της στατικής ισορροπίας, δηλαδή η ικανότητα διατήρησης της θέσης ενάντια στη βαρύτητα, εξαρτάται από την οπτική επανατροφοδότηση.

Σύμφωνα με έρευνες άτομα με ΕΠ αντιμετωπίζουν προβλήματα στη διατήρηση της ισορροπίας τους και τείνουν να βασίζονται σε οπτικά ερεθίσματα για να διατηρήσουν την ισορροπία τους, αλλά και τη σχέση των μελών τους κατά τη διάρκεια της βάδισης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα άτομα με

ΕΠ παρουσιάζουν διαταραχές ιδιοδεκτικότητας στα μέλη τους. Πιο συγκεκριμένα, διαταραχές τόσο στην αίσθηση της θέσης όσο και της κίνησης των μελών του σώματος στο χώρο. Ερευνητές υποστηρίζουν πως ασθενείς με διαταραχές ιδιοδεκτικότητας προσπαθούν μέσω της οπτικής επανατροφοδότησης να αντισταθμίσουν αυτό το έλλειμα και να βελτιώσουν την εκτέλεση του κινητικού προτύπου, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης λειτουργικής δραστηριότητας (Wingert et al. 2009).

Έρευνες έχουν δείξει ότι υιοθετώντας μία εξωτερικής εστίασης προσοχή, μπορεί να είναι ευεργετική για την παρουσίαση και την εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων. Δηλαδή με το να εστιάζουν τα άτομα στα διάφορα χαρακτηριστικά μιας δραστηριότητας, είτε μέσω των ερεθισμάτων που δέχονται κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας. Από την άλλη μεριά η εσωτερικής εστίασης προσοχή μπορεί να είναι επιβλαβής, καθώς μπορεί να διαταράξει τους αυτοματισμούς με τους οποίους παρουσιάζονται οι καλά-μαθημένες δεξιότητες. Δηλαδή, κατευθύνοντας την προσοχή του το άτομο στο ίδιο του το σώμα και τις σωματικές του κινήσεις (Wulf & Prinz 2001; Wulf et al. 2001; McNevin & Wulf 2002; McNevin et al. 2003).

Όταν αναφερόμαστε σε παιδιά με ΕΠ, αυτή η άποψη μπορεί να συνεπάγεται με το ότι ο έλεγχος της θέσης τους μπορεί να βελτιώνεται μέσα από τις οδηγίες ή τις συνθήκες της δραστηριότητας. Χορηγώντας σε παιδιά με ΕΠ ταυτόχρονη οπτική επανατροφοδότηση σχετικά με το στατικό τους λίκνισμα, μπορεί να τα βοηθήσει να υιοθετήσουν μία εξωτερικής εστίασης προσοχή. Η οπτική επανατροφοδότηση του στατικού λικνίσματος παρέχει ένα λειτουργικό πλαίσιο για τον έλεγχο της θέσης, το οποίο πιθανά να βελτιώνει την εκτέλεση της πρωταρχικής δραστηριότητας (Lin et al. 1998; Van der Weel et al. 1991; Volman et al. 2002).

Οι Donker και συνεργάτες (2008) διεξείγαγαν μία έρευνα με σκοπό να συγκρίνουν τις διακυμάνσεις του στατικού λικνίσματος σε παιδιά με ΕΠ, σε σύγκριση με φυσιολογικής ανάπτυξης παιδιά. Επίσης, να ερευνήσουν την επίδραση της οπτικής πληροφόρησης στο στατικό λίκνισμα σε παιδιά με ΕΠ και σε φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Πιο συγκεκριμένα μελέτησαν τη δομή της τροχιάς του κέντρου πίεσης ενώ τα παιδιά ορθοστατούσαν με τα μάτια ανοιχτά και με τα μάτια κλειστά, με παράλληλη οπτική πληροφόρηση του κέντρου της πίεσης.

Το δείγμα αποτέλεσαν δέκα παιδιά ημιπληγικού τύπου ΕΠ (6 αγόρια και 4 κορίτσια, μέσης ηλικίας 7 ετών). Όσον αφορά τη διαδικασία, τα παιδιά πήραν μέρος σε τρεις διαφορετικές δοκιμασίες οι οποίες εκτελέστηκαν σε τυχαία σειρά. Ορθοστάτηση με τα μάτια ανοιχτά. Ορθοστάτηση με τα μάτια κλειστά και ορθοστάτηση με οπτική επανατροφοδότηση του κέντρου πίεσης. Η οπτική επανατροφοδότηση προτάθηκε με σκοπό να παρέχει ένα εξωτερικό λειτουργικό πλαίσιο για τον έλεγχο της θέσης, δημιουργώντας μία πιο δυνατή εξωτερικής εστίασης προσοχή.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με ΕΠ πραγματοποιούν μεγαλύτερο λίκνισμα, σε σχέση με τα φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Πράγμα το οποίο σημαίνει ότι, τα παιδιά με ΕΠ έχουν μειωμένη σταθερότητα κατά την ορθοστάτηση. Εύρημα το οποίο είναι σύμφωνο με προηγούμενα αποτελέσματα ερευνών, πάνω στον έλεγχο της ισορροπίας (Cherng et al. 1999; Ferdjallah et al. 2002; Liao & Hwang 2003; Rose et al. 2002). Ένα ενδιαφέρον και απροσδόκητο εύρημα ήταν, ότι η συνολική διαδρομή του κέντρου πίεσης δεν διέφερε μεταξύ των παιδιών με ΕΠ και των φυσιολογικά αναπτυσσόμενων παιδιών. Ακόμα, η συνισταμένη της τροχιάς του κέντρου της πίεσης στα παιδιά με ΕΠ ήταν πιο ομαλή σε σχέση με τα φυσιολογικά παιδιά. Αυτή η ομαλότητα της τροχιάς, μπορεί να θεωρηθεί ως πιστοποίηση του φτωχού ελέγχου της θέσης. Αποδεικνύοντας την τροποποιημένη φύση του ελέγχου της θέσης στα παιδιά με ΕΠ.

Όσον αφορά την επίδραση της οπτικής επανατροφοδότησης, δεν βρέθηκαν σημαντικές επιρροές της δοκιμασίας πάνω στις μετρήσεις του κέντρου της πίεσης. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν την πρόταση ότι, η οπτική πληροφόρηση του κέντρου της πίεσης μπορεί να επωφελεί τη βελτίωση του ελέγχου της θέσης. Παρ'όλα αυτά, πρέπει να δοθεί έμφαση στην ανάγκη για εξάσκηση (Ledebt et al. 2005). Θεραπείες που περιλαμβάνουν δοκιμασίες ορθοστάτησης σε συνδυασμό με ένα εξωτερικό λειτουργικό πλαίσιο, μπορεί να ωφελήσουν τον έλεγχο της θέσης στα παιδιά με ΕΠ.

8. Λειτουργικός Συντονισμός Χεριού-Ματιού

Τα άτομα με ΕΠ συχνά παρουσιάζουν βλάβες στον κινητικό φλοιό και στη φλοιο-νωτιαία οδό, κάτι το οποίο οδηγεί σε ελλείματα κατά την εκτέλεση των κινήσεων του άνω άκρου (Duque et al. 2003). Συχνά παρουσιάζουν δυσκολίες στις ακριβείς κινήσεις της προσέγγισης ενός σημείου, ή της σύλληψης των αντικειμένων του ενδιαφέροντος (van Thiel et al. 2000; Mackey et al. 2006; Ronqvist & Rosblad 2007; Chang et al. 2005). Τέτοιου είδους κινήσεις απαιτούν έναν σύνθετο αισθητικο-κινητικό μετασχηματισμό, ο οποίος λαμβάνει υπόψιν τις οπτικές ιδιότητες του αντικειμένου (τοποθεσία, σχήμα, μέγεθος κλπ). Την αρχική κατεύθυνση του βλέμματος και την αρχική θέση της κεφαλής, του χεριού και του κορμού (Jeannerod 1990). Παρ'όλα αυτά, ο συντονισμός μεταξύ του ματιού, του κορμού και του χεριού είναι που οδηγεί τελικά στην εκτέλεση των κινήσεων (Saavedra et al. 2007).

Οι Saavedra και συνεργάτες (2009) θέλησαν να εξετάσουν τη λειτουργική σύνδεση του ματιού, της κεφαλής και του χεριού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της προσέγγισης σε παιδιά με ΕΠ. Επίσης, θέλησαν να καθορίσουν κατά πόσο η προσέγγιση ήταν βεβαιωμένη, εξαιτίας των ταυτόχρονων απαιτήσεων για τον έλεγχο της θέσης του κορμού. Το δείγμα αποτέλεσαν παιδιά με ΕΠ (ηλικίας 6-16 ετών), και φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά (ηλικίας 4-6 ετών), ως ομάδα ελέγχου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με ΕΠ καθώς και τα φυσιολογικά παιδιά, έχουν γρήγορες και ακριβείς σακκοειδείς απαντήσεις. Όμως τα παιδιά με ΕΠ, έχουν πιο αργές μνημένες και ολοκληρωμένες κινήσεις απ'ότι τα φυσιολογικά παιδιά. Χρησιμοποιούν ταυτόχρονα κινήσεις της κεφαλής και αντιμετωπίζουν μεγαλύτερη δυσκολία στο να απομονώσουν τις κινήσεις του ματιού, της κεφαλής και του χεριού. Τέλος, η ταυτόχρονη ενεργοποίηση διαφόρων παραγόντων κατά την εκτέλεση της προσέγγισης, μπορεί να προκαλεί τη λανθασμένη απάντηση από το ΚΝΣ, κατά τη διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης.

Οι Steenbergen και συνεργάτες (2007) με μία ανασκόπηση πάνω σε διάφορες έρευνες, μελέτησαν στοιχεία σχετικά με τον προγραμματισμό της κίνησης σε άτομα ημιπληγικού τύπου ΕΠ. Παρουσίασαν προκαταρκτικά δεδομένα μιας πρόσφατης μελέτης πάνω στο συντονισμό του χεριού-ματιού. Τέλος, εξέτασαν τον πιθανό ρόλο της όρασης για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο πάνω σε μία απλή δοκιμασία σύλληψης του άνω άκρου.

Μέσα από τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαφόρων ερευνών, διευκρίνησαν τους περιορισμούς που συναντούν τα άτομα με ΕΠ κατά τη διάρκεια καθημερινών δραστηριοτήτων. Έκαναν σαφές, ότι αυτοί οι περιορισμοί δεν προκαλούνται μόνο από διαταραχές κατά την εκτέλεση των κινήσεων, αλλά επίσης από διαταραχές στον προγραμματισμό της κίνησης (Steenbergen & Gordon 2006).

Προηγούμενες μελέτες έχουν φανερώσει ελλείματα στο σχεδιασμό και τη σειρά ενεργοποίησης των δυνάμεων των δακτύλων στην πάσχουσα πλευρά, που πιθανά να είναι αποτέλεσμα επηρεασμένης αισθητικο-κινητικής ολοκλήρωσης της πάσχουσας πλευράς (Gordon et al. 1999a). Επιπρόσθετη μελέτη σχετικά με το σχεδιασμό της κίνησης κατά τη διάρκεια χειρισμού αντικειμένων, παρουσιάζονται ελλείματα στον προγραμματισμό και τις προπαρασκευαστικές προσαρμογές, όταν η δοκιμασία πραγματοποιούταν από την υγιή πλευρά. Ιδιαίτερα εμφανές σε ασθενείς με βλάβη στο αριστερό ημισφαίριο, οι οποίοι εμφανίζουν δυσκολία στην ικανότητα σφαιρικής οπτικο-κινητικής ανάλυσης γι' αυτές τις δραστηριότητες (Gordon et al. 1999).

Σχετικά με το ρόλο της όρασης, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η οπτική προσοχή εστιάζοταν περισσότερο στο πάσχον χέρι και λιγότερο στο υγιές (Steenbergen et al. 1996). Πρότειναν ότι η οπτική παρακολούθηση του πάσχοντος χεριού κατά τη διάρκεια των κινήσεων (online), χρησιμοποιούταν για να αντισταθμίσει τα αισθητικο-κινητικά ελλείματα του μέλους.

Οι Wann και συνεργάτες (1991) βρήκαν ότι η χαρτογράφηση της οπτικής ιδιοδεκτικότητας του πάσχοντος χεριού ήταν επηρεασμένη σε άτομα με ΕΠ (συμπεριλαμβανομένου άτομα με ημιπληγία και αθέτωση). Ένα εύρημα το οποίο καθιστά τη διαρκή οπτική επανατροφοδότηση μία σημαντική πηγή πληροφοριών, κατά τη διάρκεια των χειρωνακτικών πράξεων.

Από τις μη δημοσιευμένες έρευνες των Stenbergen και συνεργάτες (1996) και της έρευνας των Wann και συνεργάτες (1991), προτάθηκαν δύο υποθέσεις. Υπέθεσαν ότι η αφαίρεση της οπτικής επανατροφοδότησης θα ήταν περισσότερο επιζήμια όσον αφορά την ακρίβεια της εκτέλεσης των δραστηριοτήτων, όπου τα άτομα με ΕΠ χρησιμοποιούσαν το πάσχον χέρι σε σχέση με το υγιές. Κατά δεύτερον, οι διαταραχές σχετικά με τον προγραμματισμό της κίνησης στα άτομα με ΕΠ μπορεί να σχετίζονται με άτυπα οπτικά πρότυπα, ειδικά όταν αυτές οι πράξεις πραγματοποιούνται με το υγιές μέλος.

Η πρώτη υπόθεση δεν υποστηρίχθηκε από μία πρόσφατη μελέτη η οποία πρότεινε ότι η αφαίρεση της οπτικής πληροφόρησης δεν είναι επιβλαβής για την εκτέλεση δραστηριοτήτων σε άτομα τετραπληγικού τύπου ΕΠ (Van Roon et al. 2005). Χωρίς όμως να περιλαμβάνει άτομα ημιπληγικού τύπου ΕΠ. Όσον αφορά τη δεύτερη υπόθεση, έρευνες πάνω σε υγιή άτομα πάνω σε μία απλή διαδικασία μεταφοράς αντικειμένων, βρήκαν ότι τα μάτια καθοδηγούσαν την κίνηση του χεριού. Εστιάζοντας προκαταβολικά σε ορόσημα, όπως ήταν το άκρο του εμποδίου. Στις περισσότερες προσπάθειες, αυτή η οπτική καθοδήγηση ήταν κατά κύριο λόγο προνοητική. Τα ευρήματα αυτά προτείνουν ότι το βλέμμα υποστηρίζει ή ακόμα αντανακλά, τον προγραμματισμό των επακόλουθων κινήσεων του χεριού (Johansson et al. 2001).

9. Αισθητηριακή Οργάνωση

Οι ορθοστατικές απαιτήσεις κατά την ήρεμη στάση, διαφέρουν κατά πολύ από τις απαιτήσεις κατά τη διάρκεια διαταράξεων της στάσης ή κατά τη μετακίνηση, όπου χρειάζονται μία πιο δυναμική μορφή ελέγχου. Γι' αυτό το λόγο είναι πιθανόν, ότι το νευρικό σύστημα οργανώνει και προσαρμόζει με διαφορετικό τρόπο την αισθητική πληροφορία για αυτού του είδους τις δραστηριότητες (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

Κατά την ήρεμη στάση οπτικά, σωματο-αισθητικά αλλά και αιθουσαία ερεθίσματα συνεισφέρουν στον ορθοστατικό έλεγχο. Πολλές μελέτες έχουν ερευνήσει την επίδραση της όρασης κατά την ήρεμη στάση σε υγιή άτομα, εξετάζοντας το εύρος του λικνίσματος με τα μάτια ανοιχτά και τα μάτια κλειστά. Έχουν αποκαλύψει μία σημαντική αύξηση του λικνίσματος, όταν τα μάτια είναι κλειστά. Γι' αυτό το λόγο έχει προταθεί ότι ενώ η όραση δεν είναι απολύτως απαραίτητη στον έλεγχο της ήρεμης στάσης, συνεισφέρει ενεργά στον έλεγχο της ισορροπίας κατά τη διάρκεια της ήρεμης στάσης (Edwards 1946; Lee & Lishman 1975; Paulus et al. 1984).

Διάφορες μελέτες έχουν εξετάσει το ρόλο των οπτικών ερεθισμάτων στον ορθοστατικό έλεγχο, χρησιμοποιώντας συνεχόμενες και παροδικές οπτικές ενδείξεις σε άτομα διαφορετικής ηλικίας. Συγκεκριμένα οι Lee και Lishman (1975), χρησιμοποίησαν ένα νέο πρότυπο μελέτης, όπου τα άτομα στέκονταν σε ένα δωμάτιο που είχε ένα σταθερό πάτωμα αλλά οι τοίχοι και η οροφή μπορούσαν να μετακινηθούν προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Έτσι δημιουργούσαν τη ψευδαίσθηση του λικνίσματος, προς την αντίθετη κατεύθυνση. Το κινούμενο δωμάτιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει αργές ταλαντώσεις, προσομοιώνοντας τις οπτικές πληροφορίες για την ήρεμη στάση. Επιπλέον, απότομες διαταράξεις του οπτικού πεδίου προσομοιώνοντας μία αναπάντεχη έλλειψη της ισορροπίας. Με τις μικρές συνεχόμενες ταλαντώσεις του δωματίου, οι νευρολογικά επηρεασμένοι ενήλικες αρχίζουν να λικνίζονται. Κάτι το οποίο δείχνει ότι τα οπτικά ερεθίσματα παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της θέσης των ενηλίκων, κατά την ήρεμη στάση. Τα νέα παιδιά και οι μεγαλύτεροι ενήλικες εμφανίζουν μεγαλύτερο λίκνισμα, ως απάντηση στις ταλαντώσεις του δωματίου. Πιθανά εξαιτίας της μειωμένης ικανότητας να επεξεργαστούν την πληροφορία από τα πόδια και τους αστραγάλους. Έτσι βασίζονται ακόμα περισσότερο στα οπτικά ερεθίσματα για την ισορροπία (Lee & Aronson 1974; Sundermier et al. 1996). Τέλος, όταν οι ενήλικες εκτείθονταν σε παρόμοιες ταλαντώσεις ενώ ισορροπούσαν κατά μήκος μιας στενής δοκού, η επίδραση της οπτικής πληροφορίας ήταν μεγαλύτερη. Υποδεικνύοντας ότι, ένα πιο δύσκολο ισορροπιστικό έργο είναι συνδεδεμένο και περισσότερο εξαρτημένο από τις οπτικές ενδείξεις (Lee & Lishman 1975).

Η οργάνωση των αισθητικών πληροφοριών για τον ορθοστατικό έλεγχο ως απάντηση σε άλλου είδους διαταράξεις, φαίνεται να εμπλέκει πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφόρων αισθητικών συστημάτων (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Η όραση φαίνεται να παίζει ένα κυρίαρχο ρόλο στην επαναφορά των παροδικών διαταράξεων σε βρέφη που πρωτομαθαίνουν να στέκονται όρθια (Lee & Aronson 1974; Lee & Lishman 1975). Όμως τα μεγαλύτερα παιδιά και οι ενήλικες τυπικά δεν έχουν τις ίδιες ανταποκρίσεις ταλάντευσης σε αυτές τις διαταράξεις, υποδηλώνοντας ότι η όραση δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάρρωση-επαναφορά των παροδικών διαταράξεων.

Ερευνητές έχουν προτείνει ότι το νευρικό σύστημα βασίζεται κατά προτίμηση σε σωματο-αισθητικά ερεθίσματα για τον έλεγχο του στατικού λικνίσματος, όταν η ανισορροπία προκαλείται από γρήγορες μετατοπίσεις της υποστηρικτικής επιφάνειας (Dietz et al. 1991; Nashner & Woollacott 1979). Από την άλλη μεριά, τα αιθουσαία ερεθίσματα φαίνεται να έχουν ένα δευτερεύοντα ρόλο στην ανάρρωση του ορθοστατικού ελέγχου όταν η υποστηρικτική επιφάνεια εκτοπίζεται οριζόντια (Dietz et al. 1991, 1994; Horak et al. 1994).

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι νευρολογικά επηρεασμένοι ενήλικες, ως απάντηση στις παροδικές οριζόντιες διαταράξεις, τείνουν να βασίζονται σε σωματο-αισθητικά ερεθίσματα. Σε αντίθεση με τα νέα παιδιά που βασίζονται περισσότερο στα οπτικά ερεθίσματα (Henry et al. 1998; Nashner 1977). Άλλες μελέτες που έχουν εξετάσει τον έλεγχο της θέσης με περιστροφές πάνω σε μια πλατφόρμα ισορροπίας, προτείνουν ότι τα αιθουσαία ερεθίσματα είναι σημαντικά στη σταθεροποίηση της ισορροπίας (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

Συμπερασματικά, όλες αυτές οι μελέτες υποδηλώνουν ότι το νευρικό σύστημα, ως απάντηση στις παροδικές διαταράξεις της ισορροπίας, μπορεί να βασίζεται περισσότερο σε σωματο-αισθητικές πληροφορίες για τον ορθοστατικό έλεγχο απ'ότι σε οπτικά ή αιθουσαία ερεθίσματα (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

10. Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality)

Η Εικονική Πραγματικότητα αποτελεί μία τεχνολογία μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Δημιουργεί ένα εικονικό πλαίσιο-περιβάλλον με διάφορα αντικείμενα, που επιτρέπουν αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες (Wilson et al. 1997; Merians et al. 2002). Η τεχνολογία αυτή παρέχει ένα εναλλακτικό πρόγραμμα θεραπευτικής παρέμβασης, που βοηθάει στη διαχείριση των προβλημάτων του άνω και του κάτω άκρου αλλά και στην ισορροπία σε παιδιά με ΕΠ (Sveistrup et al. 2004).

Πιο συγκεκριμένα δημιουργεί ένα εικονικό περιβάλλον άσκησης, μέσα στο οποίο η ένταση της πρακτικής εξάσκησης καθώς και η θετική οπτική αλλά και ακουστική ανατροφοδότηση, μπορούν συστηματικά και με ακρίβεια να μεταβληθούν. Οι διαδικασίες αυτές πραγματοποιούνται μέσα σε ποικίλα και σχεδόν φυσικά περιβάλλοντα. Επιτρέπουν εξατομικευμένη εκπαίδευση, πάνω στην κινητική εκμάθηση λειτουργικών δραστηριοτήτων (Sveistrup et al. 2004; Carr et al. 2000).

Η Εικονική Πραγματικότητα παρέχει μία τρισδιάστατη χωρική αντιστοιχία, μεταξύ του βαθμού της κίνησης που πραγματοποιείται στον πραγματικό κόσμο και του βαθμού της κίνησης που παρατηρείται στην οθόνη του υπολογιστή. Μία τέτοια τρισδιάστατη χωρική αναπαράσταση βοηθάει το άτομο να βελτιώσει τον τρόπο εκτέλεσης της δραστηριότητας, χρησιμοποιώντας την οπτική ανατροφοδότηση που δέχεται από την οθόνη του υπολογιστή (Merians et al. 2002; Sveistrup et al. 2004). Πρόσφατα η Εικονική Πραγματικότητα διευρύνθηκε ως μία συσκευή εκπαίδευσης, για να βελτιώσει τις κινητικές επιδόσεις στα παιδιά με ΕΠ (Reid 2002; Reid 2002).

Σύγχρονες θεραπευτικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση των κινητικών ικανοτήτων του άνω άκρου σε παιδιά με ΕΠ, έχουν δώσει έμφαση στην επαναλαμβανόμενη εξάσκηση λειτουργικών δραστηριοτήτων, μέσα σε ποικίλα περιβάλλοντα με επαρκή ανατροφοδότηση (Ketelaar et al. 2001; Wann et al. 1993; Fetters et al. 1996; Taub et al. 2004).

Παρ'όλα αυτά τα παιδιά με ΕΠ τείνουν να εμφανίζουν δυσκολία στην επαναλαμβανόμενη εξάσκηση των λειτουργικών δραστηριοτήτων. Πιθανά λόγω του περιορισμού των κινήσεών τους και της έλλειψης πολλαπλών κινήτρων για την εκτέλεση της δραστηριότητας, που προσελκύουν το ενδιαφέρον του παιδιού. Έτσι μειώνεται και το επίπεδο συμμετοχής (Taub et al. 2004; Boyd et al. 2001; Willis et al. 2002).

Οι Chen και συνεργάτες (2007) διεξείγαγαν μία έρευνα με σκοπό να εξετάσουν τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης του άνω άκρου, με τη χρήση ενός προγράμματος αποκατάστασης εικονικής πραγματικότητας. Η εκπαίδευση περιελάμβανε διαδικασίες προσέγγισης του άνω άκρου από την καθιστή θέση. Το δείγμα αποτέλεσαν τέσσερα παιδιά (3 αγόρια και 1 κορίτσι, μέσης ηλικίας 6.3 ετών), με σπαστικού τύπου ΕΠ. Τα παιδιά που έλαβαν μέρος ήταν ικανά να

ακολουθήσουν προφορικές οδηγίες πάνω στη διαδικασία. Μπορούσαν να εκτελέσουν κάμψη ώμου 90° προς τα εμπρός, ώστε να προσεγγίσουν ένα μπαλάκι του τένις. Επίσης, με κατάλληλη χειρωνακτική καθοδήγηση μπορούσαν να συλλάβουν το μπαλάκι κάμπτοντας τα δάχτυλα. Τα παιδιά διέθεταν φυσιολογική ή σχεδόν φυσιολογική όραση και ακοή.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, μετρήθηκαν 4 κινηματικές παράμετροι που αφορούσαν τα στοιχεία της προσέγγισης. Ο χρόνος κίνησης, το μήκος της διαδρομής, η μέγιστη ταχύτητα και η ομαλότητα της κίνησης του άνω άκρου. Τυποποιημένα εργαλεία εκτίμησης-αξιολόγησης των κινητικών δραστηριοτήτων, αποτέλεσαν ειδικές κλίμακες όπως οι Fine Motor Domain of the Peabody Developmental Motor Scales-Second Edition (Folio et al. 2000). Τα βασικά στοιχεία που αξιολογήθηκαν σε αυτές τις κλίμακες, αποτέλεσαν η σύλληψη του άνω άκρου και η οπτικο-κινητική ολοκλήρωση. Χρησιμοποιήθηκαν δραστηριότητες με σκοπό την εκπαίδευση του άνω άκρου, σε διαδικασίες προσέγγισης και σύλληψης ενός κινούμενου αντικειμένου ή σταθερών αντικειμένων σε διαφορετικές κατευθύνσεις (ουδέτερη, 45 μοίρες προς τα έξω και 45 μοίρες προς τα μέσα). Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης υπήρχε κατάλληλη χειρωνακτική καθοδήγηση ή βοήθεια, όπου ήταν απαραίτητο.

Συμπερασματικά τα προγράμματα εικονικής πραγματικότητας επιλέχθηκαν βάση των κινητικών ικανοτήτων των παιδιών, της νόησης, του κίνητρου και της προόδου (Chen et al. 2007). Τα εκπαιδευτικά αντικείμενα βελτίωσαν τις διαδικασίες σύλληψης των συμμετεχόντων, επειδή τους οδήγησαν σε έναν πιο γρήγορο, πιο ομαλό και πιο ευθύ, όσον αφορά την κατεύθυνση, τρόπο κίνησης για το άνω άκρο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τρία από τα τέσσερα παιδιά με σπαστικού τύπου ΕΠ, έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα της διαδικασίας της προσέγγισης του άνω άκρου, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Οι βελτιώσεις αυτές παρέμειναν, εν μέρει, επί τέσσερις εβδομάδες μετά το πέρας των συνεδριών (Chen et al. 2007). Τα παιδιά που πήραν μέρος στην έρευνα, επανέλαβαν την άσκηση με σκοπό να βελτιώσουν τη διαδικασία της προσέγγισης. Συντονίζοντας τους βραχίονες με τα χέρια τους, ώστε να αγγίζουν το στόχο και σταδιακά να ανακαλύψουν ένα αποδοτικότερο πατέντο κίνησης (Chen et al. 2007). Όπως αποδείχθηκε τα παιδιά αυτά κινήθηκαν πιο γρήγορα, πιο ομαλά και σε μεγαλύτερη ευθεία όσον αφορά την τροχιά της κίνησης.

Το σύστημα εικονικής πραγματικότητας που χρησιμοποιήθηκε παρείχε αυξημένη οπτική αλλά και ακουστική πληροφόρηση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας (Chen et al. 2007). Αυτού του είδους η αυξημένη πληροφόρηση μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά στην αναζήτηση στρατηγικών, ώστε να βρουν τη «λύση» του προβλήματος. Να εκτελέσουν δηλαδή τη δραστηριότητα μέσω πιο αποδοτικών πατέντων κίνησης (Newell 1996). Τα αποτελέσματα αυτά συμπίπτουν με τα ευρήματα του Reid (2002), όπου απέδειξε ότι μέσω της χρήσης της εικονικής πραγματικότητας σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης για

το άνω άκρο, τα παιδιά με ΕΠ δέχονται θετικές επιδράσεις πάνω στη διαδικασία της προσέγγισης (Reid 2002).

Από την άλλη μεριά, οι βελτιώσεις αυτές σχετίζονται με διάφορες κινηματικές παραμέτρους, κάτι το οποίο συμφωνεί με τις προτάσεις των Zanone και συνεργάτες (1993). Πρότειναν ότι οι άνθρωποι μπορούν να επιδείξουν μοναδικές στρατηγικές κινητικής εκμάθησης. Επίσης, οι κινητικές απαντήσεις που βασίζονται στις εσωτερικές δυναμικές του κάθε συμμετέχοντα αλληλεπιδρούν με τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες από το περιβάλλον, όπως είναι η οπτική επανατροφοδότηση (Zanone et al. 1993).

Από τις παραπάνω έρευνες μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι, η χρήση του άνω άκρου τόσο από την καθιστή όσο και από την όρθια θέση, σε συνδυασμό με την οπτική επανατροφοδότηση βελτιώνουν την ισορροπία. Δραστηριότητες που δίνουν στα παιδιά τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν εκτός από την κεντρική και την περιφερική τους όραση (Chen et al. 2007), συμβάλλουν ενεργά στο να βελτιώσουν την κατεύθυνση της κίνησης αλλά και το εύρος τροχιάς μέσα στο οποίο κινούνται (Khan et al. 2003; Lawrence et al. 2006). Πράγμα το οποίο τα «αναγκάζει» να βελτιώσουν εκτός από τη στατική και τη δυναμική τους ισορροπία. Τέλος, η επανάληψη της άσκησης βελτιώνει την εκτέλεση-απόδοση της δραστηριότητας (Carr et al. 2000). Ως εκ τούτου τα παιδιά, βελτιώνουν σταδιακά και τις προπαρασκευαστικές αντιδράσεις.

Στην παιδιατρική αποκατάσταση η χρήση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, αποτελεί μοναδική πρόκληση διαφορετική από αυτή στην αποκατάσταση ενηλίκων. Η πρόκληση αυτή σχετίζεται με τη διαφορετική επιδημιολογία και αιτιολογία των διαταραχών των παιδιών, τα οποία χρειάζονται ένα πρόγραμμα αποκατάστασης μέσω μηχανημάτων αλληλεπίδρασης εικονικής πραγματικότητας. Εξίσου σημαντική είναι η ανάγκη των παιδιών για άκρως ψυχαγωγικά σενάρια αλληλεπίδρασης, τα οποία να ταιριάζουν στο διαφορετικό επίπεδο της νοητικής τους ανάπτυξης ώστε να τα κατανοούν.

Οι Ryk και συνεργάτες (2008) παρουσίασαν ένα σύστημα εικονικής πραγματικότητας βασισμένο πάνω στο Παιδιατρικό Θεραπευτικό Σύστημα Αλληλεπίδρασης (Paediatric Interactive Therapy System), που σχεδιάστηκε ειδικά για την αποκατάσταση της άνω ωμικής ζώνης σε παιδιά ηλικίας 5 ετών και άνω. Το δείγμα αποτέλεσαν τέσσερα παιδιά (4 αγόρια και 0 κορίτσια, μέσης ηλικίας 13.5 ετών) με διάγνωση κρανιο-εγκεφαλικής κάκωσης, σύνδρομο Guillain-Bare, πάρεση πλέγματος και μηνιγγο-μυελοκήλης.

Πιο συγκεκριμένα, το εικονικό αυτό σύστημα παρείχε εκπαίδευση για τα άνω άκρα μέσω δραστηριοτήτων που αφορούσαν διαδοχικές κινήσεις προσέγγισης και σύλληψης του ενός άνω άκρου. Επίσης, περιελάμβανε και δραστηριότητες προσέγγισης και σύλληψης και για τα δύο άνω άκρα ταυτόχρονα. Οι κινήσεις αυτές πραγματοποιούνταν κάτω από τον έλεγχο του ασθενή, με την παρατήρηση εικονικών βραχιόνων σε μία οθόνη. Οι ασθενείς εκπαιδεύτηκαν

από την καθιστή θέση φορώντας ένα ευπροσάρμοστο γάντι ειδικά σχεδιασμένο για παιδιά, το οποίο παρέχει κινηματικά δεδομένα.



Εικ.1 Το σύστημα PITS σε λειτουργία.

Στην εικόνα φαίνεται το παιδί μπροστά στην οθόνη, φορώντας τα ειδικά γάντια που παρέχουν κινηματικά δεδομένα.
(Προσαρμοσμένο από Pyk et al. 2008)

Το PITS σχεδιάστηκε για να δραστηριοποιήσει τα συστήματα παρατηρητικότητας και μίμησης. Έχει προταθεί η ύπαρξη ενός συστήματος «καθρέπτη» το οποίο ενεργοποιεί συγκεκριμένους νευρώνες, οι οποίοι ενεργοποιούνται όχι μόνο όταν τα άτομα εκτελούν κινητικές πράξεις αλλά και όταν παρατηρούν, φαντάζονται ή ακούν τις ίδιες πράξεις (Rizzolatti et al. 2004). Το σύστημα «καθρέπτη» πιθανά να αποτελεί ένα φλοιώδη δίκτυο περιοχών πολλαπλών αισθήσεων, επιτρέποντας στα άτομα να κατανοήσουν τη σημασία των πράξεων που παρουσιάζονται από άλλα άτομα. Κάτι το οποίο πραγματοποιείται, μέσω της ενεργοποίησης εσωτερικών αφηρημένων αναπαραστάσεων των παρατηρούμενων πράξεων. Λέγεται ότι βρίσκεται ανάμεσα στον κοιλιακό προκινητικό και κατώτερο βρεγματικό φλοιό, συνθέτοντας ένα σύστημα κίνησης τριών μοντέλων, οπτικών και ακουστικών λειτουργιών (Kohler et al. 2002). Τέλος, έχει προταθεί ότι το σύστημα αυτό υποστηρίζει την κινητική εκμάθηση και την κοινωνική λειτουργία καθημερινά, κατά τη διάρκεια της τυπικής ανάπτυξης των παιδιών (Pfeifer et al. 2007).

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πριν και μετά από τη συγκεκριμένη πιλοτική μελέτη, έδειξαν κάποιες βελτιώσεις στη λειτουργία των χεριών. Όλοι οι ασθενείς αποδέχτηκαν το σύστημα εικονικής πραγματικότητας και εκπαιδεύτηκαν σε διαδικασίες προσέγγισης και σύλληψης του άνω άκρου σε

πολύ υψηλότερο βαθμό, σε σχέση με τη συνηθισμένη εργοθεραπεία. Το κίνητρο των ασθενών ήταν αρκετά αυξημένο και παρέμεινε για παραπάνω από τρεις εβδομάδες, χρησιμοποιώντας διαφορετικά σενάρια παιχνιδιών μεταβάλλοντας επίσης τη δυσκολία τους (Pyk et al. 2008).

Η οπτική επανατροφοδότηση που δέχονταν τα παιδιά από το εικονικό αυτό σύστημα, τα βοηθούσε να βελτιώσουν σταδιακά τις κινητικές τους επιδόσεις. Παρατηρώντας τους εικονικούς βραχίονες μέσα από την οθόνη του υπολογιστή, κατάφεραν να τροποποιήσουν και συντονίσουν τις κινήσεις των χεριών τους ώστε να εκτελέσουν τη δραστηριότητα. Αρκετές έρευνες έχουν αποκαλύψει ότι, όταν η οπτική πληροφορία του μέλους που κινείται είναι διαθέσιμη, η τροχιά της κίνησης τροποποιείται και βελτιώνεται. Σε σύγκριση με περιπτώσεις όπου η οπτική επανατροφοδότηση είναι περιορισμένη (Chua et al. 1993; Khan et al. 2000; Khan et al. 1998). Επίσης, η διαθεσιμότητα της οπτικής επανατροφοδότησης βελτιώνει την ακρίβεια του τελικού σημείου επαφής ή προσέγγισης, όταν υπάρχει αδυναμία στην τροποποίηση των κινήσεων κατά τη διάρκεια της τροχιάς του μέλους (Elliott et al. 1991; Khan et al. 2002). Οπότε τα παιδιά με ΕΠ καταφέρνουν να συντονίσουν τις κινήσεις των χεριών τους, ώστε να επιτύχουν τον τελικό στόχο της τροχιάς της κίνησης.

Το σύστημα PITS μπορεί να εφαρμοστεί σε αληθινές συνθήκες αποκατάστασης από θεραπευτές χωρίς τη μεσολάβηση ειδικών τεχνικών. Επίσης, μπορεί να συμπεριληφθεί σε προγράμματα αποκατάστασης παιδιών με εκ γενετής ή επίκτητες κινητικές διαταραχές. Τέλος, τα πιθανά ωφέλη του PITS περιλαμβάνουν το μειωμένο κόστος προσωπικού θεραπειών όταν χρησιμοποιείται από ομάδες θεραπείας, καθώς και αυξημένο κίνητρο από τους ασθενείς. Επίσης, αντικειμενική εκτίμηση της προόδου των ασθενών μέσω των αποτελεσμάτων των παιχνιδιών και έλεγχος της δυσκολίας τους κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

Σύμφωνα με τη φιλοσοφία των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, η χρήση ενός απλού καθρέπτη θα μπορούσε να βοηθήσει τα παιδιά να βελτιώσουν τις κινητικές τους δραστηριότητες. Με τη διαθεσιμότητα της οπτικής πληροφορίας του μέρους του σώματος που χρησιμοποιούν, τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να εκπαιδευτούν, παρατηρώντας τις κινήσεις του σώματός τους. Έτσι, σιγά σιγά μπορούν να τροποποιήσουν τα παντέντα κίνησης και να βελτιώσουν τις λειτουργικές κινητικές τους δραστηριότητες. Όμως, η χρήση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας παρέχει στα παιδιά με ΕΠ τη δυνατότητα εκπαίδευσης μέσα σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Ενισχύοντας έτσι τη φαντασία τους, αλλά και τη θέληση για συμμετοχή.

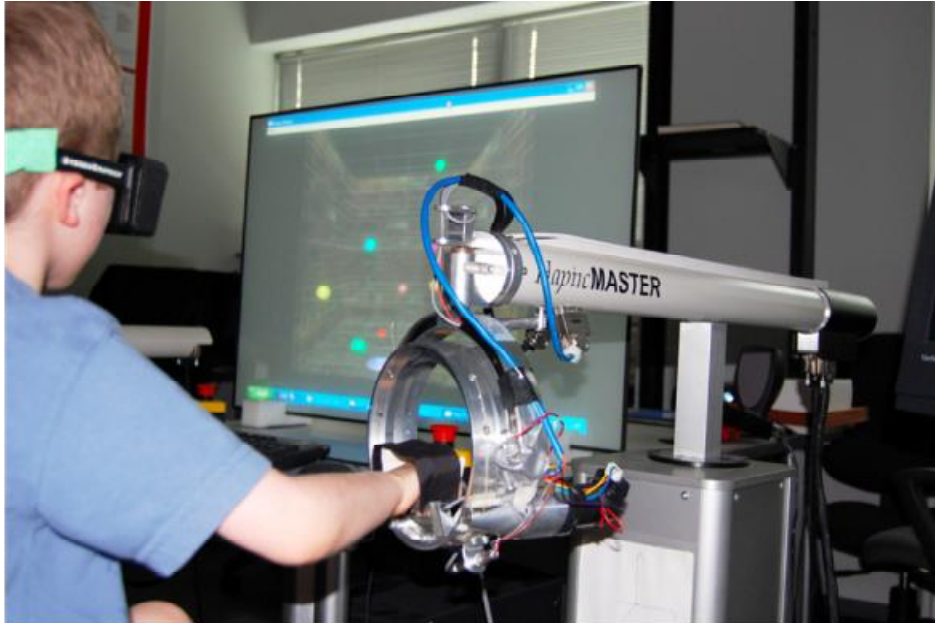
Από την άλλη μεριά, η εκπαίδευση με τη χρήση του καθρέπτη πιθανά να μειώνει το κίνητρο των παιδιών. Επίσης τα παιδιά πιθανά να χρειάζονται συνεχή χειρωνακτική καθοδήγηση, ειδικά για τις δραστηριότητες των άνω άκρων. Με τα συστήματα αλληλεπίδρασης υπάρχουν διαθέσιμα ειδικά εργαλεία, που υποβοηθούν τις κινήσεις των χεριών. Ένα πιθανό όφελος της χρήσης του καθρέπτη, αποτελεί η ευκολία και η ελευθερία της εναλλαγής θέσεων. Η

εκπαίδευση σε διάφορες θέσεις, παρέχει μία πιο ολιστική προσέγγιση στην αποκατάσταση των παιδιών. Χωρίς τη στήριξη του κορμού από ειδικά καθίσματα, όπως στα συστήματα αλληλεπίδρασης, βελτιώνεται ακόμα περισσότερο η στατική αλλά και η δυναμική ισορροπία του σώματος. Ο λόγος είναι ότι αυξάνονται οι απαιτήσεις για στήριξη.

Ένας σημαντικός περιορισμός της θεραπευτικής παρέμβασης μέσω της εικονικής πραγματικότητας σε παιδιά με ΕΠ, αποτελεί το σχετικά υψηλό επίπεδο της κινητικής λειτουργίας που απαιτείται για την αλληλεπίδραση με αυτού του είδους τα συστήματα (Merians et al. 2006). Για να διευρυνθεί το πλήθος των ατόμων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας και του εικονικού παιχνιδιού για την αποκατάσταση της κινητικότητας, έχει αναπτυχθεί μία προσέγγιση που συνδυάζει τα προσαρμοσμένα ρομποτικά συστήματα μαζί με τα εικονικά περιβάλλοντα. Αυτού του είδους τα συστήματα, έχουν μελετηθεί πάνω σε πληθυσμό που αφορά ενήλικους ασθενείς μετά από Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (Wolbrecht et al. 2008; Adamovich et al. 2008; Adamovich et al.).

Οι Qiu και συνεργάτες (2009) υπέθεσαν ότι η ενσωμάτωση της εικονικής πραγματικότητας με τη ρομποτική βοηθητική παρέμβαση, θα μπορούσε να είναι επιτυχής για τη λειτουργία των άνω άκρων, εάν εφαρμοστεί σε παιδιά ημιπαρετικού τύπου ΕΠ. Τα πλεονεκτήματα που συνδυάζουν την αυξημένη προσοχή που παρέχεται μέσω της εικονικής πραγματικότητας και το μεγαλύτερο κίνητρο για εκπαίδευση από την προσαρμοσμένη ρομποτική, μπορούν να αυξηθούν από το συνδυασμό των δύο αυτών προσεγγίσεων. Η συγκεκριμένη μελέτη περιγράφει το σύστημα NJIT-RAVR (New Jersey Institute of Technology Robot-Assisted Virtual Rehabilitation), το οποίο συνδυάζει την προσαρμοσμένη ρομποτική μαζί με πολυσύνθετες προσομοιώσεις εικονικής πραγματικότητας, για την αποκατάσταση της βλάβης και της λειτουργικότητας του άνω άκρου σε παιδιά με ΕΠ (Nudo 2003).

Πιο αναλυτικά, τα παιδιά εκπαιδεύτηκαν από την καθιστή θέση τοποθετώντας το πάσχον χέρι τους σε έναν παλαμιαίο νάρθηκα, ο οποίος συνδέονταν με έναν εξωτερικό μηχανικό δακτύλιο. Τα παιδιά μπορούσαν να ασκήσουν δύναμη στο δακτύλιο όπου επέτρεπε ελευθερία κίνησης στα δάκτυλα, στον καρπό αλλά και στον πήχη. Οι δραστηριότητες στόχευαν στη βελτίωση της ταχύτητας, της δύναμης αλλά και της ακρίβειας των συντονισμένων κινήσεων του άνω άκρου. Η ποιότητα της κίνησης του άνω άκρου, μετρήθηκε με τη βοήθεια της κλίμακας αξιολόγησης Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function (MAUULF; Randall et al. 2001).



Εικ.2 Το παιδί διασυνδεδεμένο με το Σύστημα Προγραμματισμού Haptic Master, χρησιμοποιώντας τον αναρτημένο δακτύλιο.
(Προσαρμοσμένο από Qiu et al. 2009)

Το δείγμα αποτέλεσαν ένα κορίτσι 6 ετών και ένα αγόρι 10 ετών, με σπαστική ημιπληγία ΕΠ. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι και τα δύο παιδιά εμφάνισαν βελτίωση στην κινηματική μέτρηση και στη μέτρηση της απόδοσης, όπως συλλέχθηκε από το ρομποτικό σύστημα. Συγκεκριμένα το πρώτο παιδί έδειξε βελτίωση στο συντονισμό και την αποδοτικότητα της κίνησης του άνω άκρου, ενώ το δεύτερο παιδί έδειξε ουσιαστικές βελτιώσεις στο ενεργητικό εύρος των κινήσεων του ώμου και του αγκώνα. Ο συνδυασμός των συστημάτων της προσαρμοσμένης ρομποτικής και των εικονικών παιχνιδιών, παρέχει μία υπόσχεση για την ικανότητα και των δύο προσεγγίσεων να επεκτείνουν την έκταση και την ένταση της άσκησης, που μπορούν να εκτελέσουν οι συμμετέχοντες (Adamovich et al. 2008; Adamovich et al.).

Από τις παραπάνω έρευνες μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι, η οπτική πληροφόρηση κατά τη διάρκεια των λειτουργικών δραστηριοτήτων του άνω άκρου μπορεί να βελτιώσει την απόδοση της κινητικότητάς του (Pyk et al. 2008; Qiu et al. 2009). Επίσης, η ταυτόχρονη χρήση και των δύο μελών μπορεί να βελτιώσει το συντονισμό των κινήσεων της δραστηριότητας. Έχοντας άμεση επίδραση στη βελτίωση της ισορροπίας του σώματός τους, αφού τα παιδιά αναγκάζονται έστω και από την καθιστή θέση, να ανακτήσουν τον έλεγχο του κορμού τους.

Στα παιδιά με ΕΠ, ο έλεγχος της θέσης τους μπορεί να βελτιώνεται μέσα από τις οδηγίες ή τις συνθήκες της δραστηριότητας. Ακόμα υιοθετώντας μία εξωτερικής εστίασης προσοχή, μπορεί να είναι ευεργετική για την παρουσίαση και την εκμάθηση κινητικών δεξιοτήτων (Wulf & Prinz 2001; Wulf et al. 2001; McNevin & Wulf 2002; McNevin et al. 2003). Επομένως η παρουσία ισχυρών

οπτικών υποδείξεων μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη λειτουργικών προσαρμογών, για την υιοθέτηση και τη διατήρηση της θέσης τους αλλά και στην ανάπτυξη λειτουργικών δεξιοτήτων.

Η προσαρμοσμένη ρομποτική, μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να προσομοιώσει πολλές δραστηριότητες παρέχοντας υψηλή ένταση αλλά και επαναληψιμότητα. Όμοιες με αυτές που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας θεραπείας, οι οποίες έχουν μία πιο στερεοτυπική μορφή (Page 2004; Barreca et al. 2003). Οι Frascarelli και συνεργάτες (2009), πραγματοποιώντας μία παρόμοια έρευνα με των Qiu και συνεργάτες (2009), συμπέραναν ότι η θεραπεία μέσω της προσαρμοσμένης ρομποτικής μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις κινητικές ικανότητες των παιδιών με ΕΠ. Συγκεκριμένα οι στοχο-κατευθυνόμενες δραστηριότητες, όπου το παιδί ακολουθεί τα οπτικά ερεθίσματα που του παρέχονται μπροστά στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, μπορούν να επηρεάσουν την ανάκτηση της κινητικότητάς του. Ο συνδυασμός των στοχο-κατευθυνόμενων ασκήσεων, με την υψηλή ένταση καθώς και η επανάληψη μπορούν να βελτιώσουν τις κινητικές δεξιότητες των άνω άκρων των παιδιών με ΕΠ, χωρίς να αυξηθεί ο μυϊκός τόνος. Επίσης, υπάρχει μία δευτερεύουσα θετική επίδραση στον έλεγχο της ισορροπίας του κορμού (Frascarelli et al. 2009).

Υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη ομοφωνία, ότι η εκπαίδευση μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις σε ασθενείς με ΕΠ και με κρανιο-εγκεφαλική κάκωση. Με τον επαναπρογραμματισμό του ανέπαφου νευρικού ιστού, πιθανά μέσω της αναδιοργάνωσης των φλοιωδών και υπο-φλοιωδών δικτύων όπου έχουν απομείνει (Carr et al. 1993; Farmer et al. 1991; Cao et al. 1994; Chu et al. 2000). Πολλά στοιχεία αποδεικνύουν τη δυναμική οργάνωση του εγκεφαλικού φλοιού, στην οποία συμβάλλει το σωματο-αισθητικό, το οπτικό, το αιθουσαίο και το μυοσκελετικό σύστημα. Η οργάνωση του εγκεφαλικού φλοιού θεωρείται άμεσα επαγόμενη από τον τύπο, την ένταση και το γενικό πλαίσιο της δραστηριότητας. Επίσης, μεγαλώνει ολοένα και περισσότερο η ελπίδα ότι υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες για αναδιοργάνωση και επομένως βελτίωση της κινητικότητας ακόμα και από την παιδική ηλικία (Braun et al. 2001).

Παρεμβατικές θεραπείες ή μη-παρεμβατικές για παιδιά με ΕΠ δίνουν έμφαση στην αυξημένη και εντατική χρήση του περισσότερο επηρεασμένου άνω άκρου και στην περιορισμένη χρήση του λιγότερο επηρεασμένου άκρου. Συμβάλλουν δηλαδή, στην υποδεέστερη χρήση του μέλους ή στο να μη μάθουν να χρησιμοποιούν το λιγότερο επηρεασμένο μέλος (DeLuca et al. 2003). Πράγμα το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα, την καταστολή της ανάπτυξης της φλοιϊκής αναπαράστασης του λιγότερο αλλά παρ'όλα αυτά επηρεασμένου μέλους και την περαιτέρω αναχαίτηση της λειτουργικής του χρήσης (Cicinelli et al. 1997; Liepert et al. 2000).

Οι You και συνεργάτες (2005) διεξείγαγαν μία έρευνα, με σκοπό να μελετήσουν τη φλοιϊκή αναδιοργάνωση που επιφέρει η θεραπευτική παρέμβαση για το άνω άκρο μέσω ενός προγράμματος εικονικής πραγματικότητας. Ακόμα,

ήθελαν να εξετάσουν την επίδραση που έχει στην ανάπτυξη της λειτουργικής κίνησης πάνω σε ένα αγόρι ημιπαρετικού τύπου ΕΠ. Υπέθεσαν ότι η εντατική θεραπεία μέσω της εικονικής πραγματικότητας θα μπορούσε να προάγει την πλαστικότητα, η οποία εξαρτάται από την εξάσκηση. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να ενισχύσει την ανάπτυξη της λειτουργικής τους κίνησης και να βοηθήσει τα παιδιά να μάθουν να χρησιμοποιούν το επηρεασμένο μέλος. Το δείγμα αποτέλεσε ένα αγόρι 8 ετών με ΕΠ και δεξιά ημιπάρεση. Συγκεκριμένα, οι τοπογραφικές αλλοιώσεις αφορούσαν τον αριστερό κροταφο-βρεγματικό φλοιό και τον ακτινωτό στέφανο.

Αρχικά το παιδί εκτέλεσε προκαταρκτικές και μεταγενέστερες δοκιμασίες λειτουργικής κινητικότητας για το άνω άκρο, καθώς και λειτουργική μαγνητική τομογραφία. Οι δοκιμασίες περιελάμβαναν την εξέταση των κινητικών επιδόσεων του άνω άκρου Bruininks-Oseretsky (BOTMP; Bruininks 1978), το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο Pediatric Motor Activity Log (Taub & Wolf 1997; van der Lee et al. 2004) και υποδοκιμασίες του άνω άκρου μέσω της εκτίμησης των Fugl-Meyer (FMA; Fugl-Meyer et al. 1975).

Όσον αφορά τις δραστηριότητες εκπαίδευσης, περιελάμβαναν συντονισμένες κινήσεις προσέγγισης, σύλληψης, μεταφοράς και ανύψωσης του άνω άκρου ή και των δύο άκρων ταυτόχρονα, μέσω της οπτικής ανίχνευσης εικονικών αντικειμένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, όλες οι δραστηριότητες πραγματοποιούνταν από την όρθια θέση. Ο εκπαιδευτής καθοδηγούσε το παιδί να εκτελέσει σωστά και συμμετρικά τα πατέντα κίνησης, αλλά και να μεταβεί στην ασύμμετρη χρήση του πάσχοντος χεριού. Τέλος, υπήρχαν δραστηριότητες που επέτρεπαν τη συνολική εξάσκηση του σώματος, όπως κάμψη, στροφή, άλματα, μετατόπιση βάρους αλλά και βηματισμό.



Εικ.3 Πειραματική Εγκατάσταση Εικονικής Πραγματικότητας.
(Προσαρμοσμένο από You et al. 2005)

Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι, η φλοιϊκή ενεργοποίηση κατά τη διάρκεια των επηρεασμένων κινήσεων του αγκώνα αναδιοργανώθηκε προσαρμοστικά. Πιθανά μέσω της χρήσης της εικονικής πραγματικότητας και της ισχυρής οπτικής επανατροφοδότησης, ενεργοποιούνται και άλλες περιοχές του Ανώτερου ΚΝΣ. Περιοχές του βρεγματικού και του λιμπικού συστήματος (ιππόκαμπος-αμύγδαλα) ενεργοποιούνται, προκειμένου να καθορίσουν το είδος και την ποιότητα του κινήτρου της κίνησης. Άλλα νευρωνικά κυκλώματα, δραστηριοποιούνται για να συντονίσουν το «θέλω» με το κινητικό πλάνο της κινητικής δραστηριότητας. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο συγκεκριμένος στόχος. Το οπτικό ερέθισμα συμβάλει σημαντικά στην αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον. Συμβάλλει στην αναγνώριση αλλά και στον προσανατολισμό του ατόμου στο χώρο. Καθορίζει την απόσταση αλλά και τη θέση του αντικειμένου στο χώρο. Απαραίτητο για να «χτισθεί» το κινητικό πρότυπο αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, αλλά και της διατήρησης τόσο της στατικής όσο και της δυναμικής ισορροπίας του σώματος.

Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν δύο πιθανούς μηχανισμούς. Μία μετανάστευση από αντίπλευρη σε ομόπλευρη ενεργοποίηση, ή μία επαναστροφή (Jones & Schallert 1994; Carey et al. 2002). Ο πρώτος μηχανισμός μπορεί να περιλαμβάνει φλοιϊκή μετανάστευση από το επηρεασμένο ημισφαίριο στο ανέπαφο, ή μετανάστευση νευρώνων μετά από διάσχιση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της φυσικής ανάρρωσης (Jones & Schallert 1994; Carey et al. 2002). Ο δεύτερος μηχανισμός πιθανά να προκύπτει από την εντατική χρήση ή τη νευροπλαστικότητα, η οποία εξαρτάται από την

εξάσκηση και μπορεί να επιτελεί σε συναπτική επαύξηση (Liepert et al. 2000; Carey et al. 2002).

Τα παραπάνω νευρο-απεικονησιακά ευρήματα προτείνουν ότι η θεραπεία μέσω της εικονικής πραγματικότητας μπορεί να βελτιώσει τη νευρο-πλαστικότητα, διευκολύνοντας την ανάπτυξη νευρικών κινητικών μονοπατιών που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ποτέ (DeLuca et al. 2003). Επίσης, η θεωρία της επιστράτευσης νευρώνων «καθρέπτη» (Rizzolatti et al. 1999; Holden & Dyar 2002), αποκαλύπτει ότι η εικονογραφημένη αισθητική ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια της θεραπείας, μπορεί να βοηθήσει στην εγκατάσταση καινούργιων κινητικών δίκτυων ή μονοπατιών. Αυτά τα δίκτυα-μονοπάτια, αναδιοργανώνονται αρχικά γύρω από τον αντίπλευρο ανώτερο αισθητικο-κινητικό φλοιό. Κατά συνέπεια αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της λειτουργικής κινητικότητας και στο να ξεπεράσουν οι ασθενείς την ανικανότητα χρήσης του πάσχοντος χεριού.

Φαίνεται ότι η όραση επιδρά στην αναδιοργάνωση των ανώτερων αισθητικο-κινητικών φλοιών. Το κεντρικό οπτικό σύστημα παρέχει αισθητικές πληροφορίες, που καταλήγουν στον ανώτερο οπτικό φλοιό (Wurtz & Kandel 2000a). Η κίνηση ελέγχεται μέσω του ΚΝΣ από εσωτερικές πηγές που παράγονται μέσω νευρικών ώσεων, από εξωτερικές πηγές όπως είναι οι οπτικές και οι απτικές ώσεις αλλά και από πηγές που προέρχονται μέσα από την ίδια την κίνηση (Shepherd RB). Η όραση δίνει πληροφορίες σχετικά με το προσανατολισμό του σώματος στο χώρο (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Έτσι βοηθάει το άτομο να αναπτύξει τις κατάλληλες στρατηγικές, ώστε να κινηθεί με ασφάλεια στο χώρο και να αλληλεπιδράσει με τις εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις. Βοηθάει δηλαδή στην οργάνωση του κινητικού πλάνου.

Η παραπάνω έρευνα συμφωνεί με τις παλαιότερες προτάσεις των Wann και συνεργάτες (1991), οι οποίοι βρήκαν ότι η χαρτογράφηση της οπτικής ιδιοδεκτικότητας του πάσχοντος χεριού ήταν επηρεασμένη σε άτομα με ΕΠ. Κάτι το οποίο προκαλεί πολλούς περιορισμούς κατά την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων. Από την άλλη μεριά οι Steenbergen και Meulenbroek (2006) έκαναν σαφές ότι, οι περιορισμοί αυτοί δεν προκαλούνται μόνο από διαταραχές κατά την εκτέλεση των κινήσεων, αλλά και από διαταραχές στον προγραμματισμό της κίνησης. Ευρήματα τα οποία καθιστούν τη διαρκή οπτική επανατροφοδότηση μία σημαντική πηγή πληροφοριών, κατά τη διάρκεια χειρωνακτικών πράξεων. Μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι η χρήση της οπτικής πληροφορίας σε συνδυασμό με την ολιστική εξάσκηση του σώματος, οι ασθενείς με ΕΠ μπορούν να ξεπεράσουν τους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς και να μάθουν να χρησιμοποιούν τα επηρεασμένα μέλη του σώματός τους.

Η χρήση των εξειδικευμένων συστημάτων εικονικής πραγματικότητας στην αποκατάσταση ασθενών και συγκεκριμένα παιδιών με ΕΠ, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ευεργετική στην ενίσχυση της κινητικής τους λειτουργικότητας. Τα άκρως ψυχαγωγικά σενάρια για εκπαίδευση, αποτελούν ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης των συστημάτων αλληλεπίδρασης. Η ισχυρή οπτική

αλλά και ακουστική επανατροφοδότηση που δέχονται τα παιδιά κατά τη διάρκεια της παρέμβασης δημιουργούν ένα σημαντικό υπόβαθρο, ώστε τα παιδιά να κατανοήσουν αλλά και να βελτιώσουν την εκτέλεση της δραστηριότητας. Τα παιδιά με ΕΠ βασίζονται σε εξωτερικά οπτικά ερεθίσματα, ώστε να μπορέσουν να αντισταθμίσουν τις δυσκολίες που έχουν να αντιμετωπίσουν κατά την εκτέλεση των κινήσεων. Η οπτική επανατροφοδότηση αποτελεί σημείο κλειδί, για ένα παιδί είτε που έχει κάποια κινητική ή νοητική αναπηρία είτε όχι. Επομένως, είναι σημαντική η συνεισφορά και της κεντρικής αλλά και της περιφερικής όρασης.

Μέσα από τις έρευνες των Pyk (2008), Qiu (2009) και Frascarelli (2009) και συνεργάτες, φαίνεται ότι τα παιδιά εκπαιδεύονται μέσω των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, χρησιμοποιώντας κατά κύριο λόγο την κεντρική τους όραση (Pyk et al. 2008; Qiu et al. 2009; Frascarelli et al. 2009). Οι ασθενείς δεν έχουν τη δυνατότητα να «βγουν» έξω από τα όρια του κεντρικού οπτικού τους πεδίου, αφού οι δραστηριότητες εστιάζουν μπροστά στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή σε ευθεία κατεύθυνση. Οι δραστηριότητες αυτές που επιτρέπουν κινήσεις οι οποίες εκτελούνται στην ευθεία, περιορίζουν το άτομο και δεν του επιτρέπουν να χρησιμοποιήσει τα περιφερικά οπτικά ερεθίσματα.

Σύμφωνα με τις έρευνες των Paillard και Amblard (1985), η περιφερική και η κεντρική όραση μεσολαβούν ξεχωριστά η κάθε μία για ένα συγκεκριμένο ρόλο στον έλεγχο της στοχο-κατευθυνόμενης κίνησης. Η περιφερική όραση παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της κατεύθυνσης της κίνησης. Η κεντρική όραση θεωρείται ότι είναι κυρίως υπεύθυνη για τον έλεγχο του εύρους κίνησης, ενώ το μέλος επιβραδύνει καθώς πλησιάζει τον στόχο (Paillard & Amblard 1985). Επομένως όταν η περιφερική όραση εκλύπει, μειώνεται και η ικανότητα τροποποιήσεων της κατεύθυνσης της κίνησης. Συμπερασματικά, τα περισσότερα συστήματα αποκατάστασης μέσω της εικονικής πραγματικότητας περιορίζονται σε δραστηριότητες όπου πλαισιώνονται από κεντρικά οπτικά ερεθίσματα. Έτσι δεν δίνουν την δυνατότητα στα παιδιά να λάβουν τα περιφερικά οπτικά ερεθίσματα, ώστε να «χτίσουν» μία πιο ολοκληρωμένη οπτική εικόνα και άρα να βελτιώσουν την εκτέλεση της κίνησης.

11. Αισθητηριακή Εκπαίδευση

Η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας στην όρθια θέση, επιτυγχάνεται μέσα από συνεχόμενες αλληλεπιδράσεις των διαφόρων συστημάτων του οργανισμού με το περιβάλλον. Απαραίτητη είναι η συνεργασία του αισθητικού και του μυοσκελετικού συστήματος (Westcott et al. 1997; Shumway-Cook & Woollacott 1995). Το οπτικό, το σωματο-αισθητικό και το αιθουσαίο σύστημα, αποτελούν τις πρωτογενείς πηγές της αισθητηριακής πληροφόρησης. Κάθε ένα αισθητικό σύστημα παρέχει διαφορετικού τύπου αισθητικά ερεθίσματα στο ΚΝΣ, σχετικά με τη θέση και την κίνηση του σώματος στο χώρο.

Υπό φυσιολογικές συνθήκες, υπάρχουν πολλαπλές παράλληλες οδοί που υπηρετούν τις ίδιες λειτουργίες (Carr & Shepherd 2004). Υπάρχει δηλαδή πλεόνασμα νευρικών κυκλωμάτων. Παρ'όλα αυτά, κρίνεται απαραίτητο από το ΚΝΣ να αξιοποιήσει τις αισθητικές πληροφορίες που δέχεται, ανάλογα με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος. Όταν για παράδειγμα διαταράσσεται η ισορροπία του σώματος, πρέπει να μπορέσει αντιληφθεί και να διαχωρίσει τα λανθασμένα ερεθίσματα από τα έγκυρα, ώστε να αντισταθμίσει τις απώλειες που απειλούν την ισορροπία του (Shumway-Cook & Woollacott 1995; Forssberg & Nashner 1982; Shumway-Cook & Woollacott 1985).

Η αισθητηριακή οργάνωση-ολοκλήρωση αποτελεί μία υψηλού επιπέδου λειτουργία του ΚΝΣ, όπου ταξινομεί και αξιολογεί όλα τα εισερχόμενα αισθητικά ερεθίσματα, ακόμα και όταν αυτά παρέχουν διαφορετικές πληροφορίες και συγκρούονται μεταξύ τους (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Όταν το ΚΝΣ υποστεί κάποιο τραυματισμό ή παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα κατά την ωρίμανσή του, η ικανότητα της αισθητηριακής οργάνωσης μπορεί να διακυβευθεί. Έρευνες σχετικά με την ικανότητα της ορθοστάτησης πάνω σε υγρή και σε κινητικά επηρεασμένα άτομα διαφορετικής ηλικίας, υποδεικνύουν ότι η ικανότητα της αισθητηριακής οργάνωσης επηρεάζει την ικανότητα ορθοστάτησης των ατόμων και είναι και ηλικιακά εξαρτώμενη (Forssberg & Nashner 1982; Foudriat et al. 1993; Peterka & Black 1990; Black et al. 1983; Horak et al. 1988).

Τα παιδιά με ΕΠ, επιδεικνύουν φανερά ελλείματα όσον αφορά την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας τους. Αρκετές έρευνες έχουν εξετάσει την ικανότητα της ορθοστάτησης ατόμων με ΕΠ, υποδεικνύοντας ότι κάθε τύπος ΕΠ φανερώνει διαφορετικά χαρακτηριστικά αισθητηριακής ολοκλήρωσης. Δηλαδή, κάθε τύπος ΕΠ επεξεργάζεται και ενσωματώνει με διαφορετικό τρόπο τα αισθητικά ερεθίσματα που δέχεται από το περιβάλλον σε συνδυασμό με τις κινητικές δυσλειτουργίες του (Nashner et al. 1983; Harris & Riffle 1986; Gunsolus et al. 1975). Τα παιδιά με ΕΠ δεν καταφέρνουν να διατηρήσουν την ισορροπία τους στην όρθια θέση, ακόμα και όταν τους παρέχονται αξιόπιστες σωματο-αισθητικές πληροφορίες σε συνδυασμό με οπτική επανατροφοδότηση. Τα ίδια αποτελέσματα φανερώθηκαν και στην περίπτωση όπου τα σωματο-

αισθητικά και τα οπτικά ερεθίσματα απουσίαζαν (Liao et al. 1997). Παρ'όλα, αυτά σε καμία έρευνα δεν γίνεται καμία σύγκριση της ικανότητας διατήρησης της ισορροπίας στην όρθια θέση, κάτω από διαφορετικές ή συνδυασμένες αισθητηριακές συνθήκες (παροχή διαφορετικού τύπου οπτικής και σωματο-αισθητικής επανατροφοδότησης ταυτόχρονα).

Ο Cherng και συνεργάτες (1999), διεξείγαγαν μία έρευνα με σκοπό να εξετάσουν και να συγκρίνουν την εκτέλεση της διαρκούς στατικής ισορροπίας κάτω από μεταβαλλόμενες αισθητηριακές συνθήκες. Το δείγμα αποτέλεσαν 7 παιδιά με ΕΠ και σπαστική διπληγία και 14 παιδιά χωρίς κάποια αναπηρία, μεσης ηλικίας 6 μηνών. Κανένα από τα παιδιά δεν παρουσίαζε κάποιο έλλειμα όσον αφορά την οπτική, τη σωματο-αισθητική, την ακουστική ή την αιθουσαία λειτουργία. Επίσης, όλα τα παιδιά ήταν ικανά να ακολουθήσουν προφορικές οδηγίες και να περπατήσουν ανεξάρτητα, χωρίς κάποια υποβοηθητική συσκευή εκτός από αστραγαλο-κνημικό νάρθηκα.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα με μία πλατφόρμα ισορροπίας (Kistler 9284; Kistler, Amhurst, NY), για να μετρήσουν την ικανότητα της ορθοστάτησης των συμμετεχόντων. Τα παιδιά έπρεπε να ισορροπήσουν με γυμνά πόδια πάνω στην πλατφόρμα για 30'', κάτω από διαφορετικές αισθητηριακές συνθήκες. Η πλατφόρμα ισορροπίας, μπορούσε να μετρήσει τη δύναμη της αντίδρασης του εδάφους. Η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας στην όρθια θέση, υπολογίζονταν από το εύρος της περιοχής του λικνίσματος του κέντρου της πίεσης.

Ο τύπος του οπτικού ερεθίσματος καθώς και η σωματο-αισθητική πληροφορία που δέχονταν τα παιδιά διέφεραν πρακτικά, ώστε να δημιουργηθούν 6 διαφορετικά αισθητηριακά περιβάλλοντα. Πλήρης όραση και σταθερή επιφάνεια στήριξης, καθόλου όραση και σταθερή επιφάνεια στήριξης. Αναφορική ταλαντωτική όραση, με τη χρήση ενός θόλου που προκαλούσε οπτική αντίθεση και σταθερή επιφάνεια στήριξης. Πλήρης όραση και μαλακή επιφάνεια στήριξης, μέσω της τοποθέτησης ενός αφρολέξ μέτριας πυκνότητας επάνω στην πλατφόρμα ισορροπίας. Καθόλου όραση και μαλακή επιφάνεια στήριξης και τέλος, αναφορική ταλαντωτική όραση και μαλακή επιφάνεια στήριξης.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα παιδιά με ΕΠ και σπαστική διπληγία έχουν μειωμένη ικανότητα σταθερότητας, σε σύγκριση με τα παιδιά που δεν έχουν καμία αναπηρία. Η στατική σταθερότητα ήταν συγκριτικά πιο φτωχή, όταν δεν υπήρχε οπτική ανατροφοδότηση ή όταν το οπτικό ερέθισμα ταλαντεύονταν, απ'ότι όταν υπήρχε πλήρη οπτική επανατροφοδότηση. Επίσης, η ικανότητα ελέγχου της σταθερότητας μειώνονταν όταν η σωματο-αισθητική πληροφορία δεν ήταν αξιόπιστη (μαλακή επιφάνεια στήριξης), σε σχέση με το αξιόπιστο σωματο-αισθητικό ερέθισμα (σταθερή επιφάνεια στήριξης) (Cherng et al. 1999).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ο τύπος της οπτικής πληροφορίας που δέχονταν τα παιδιά τα επηρέαζε μόνο κάτω από αναξιόπιστες σωματο-αισθητικές συνθήκες

(μαλακή υποστηρικτική επιφάνεια). Ενώ όταν τα σωματο-αισθητικά ερεθίσματα ήταν διαθέσιμα, τα οπτικά ερεθίσματα δεν επηρέαζαν την ισορροπία των παιδιών, ακόμα και όταν δεν υπήρχαν. Από την άλλη μεριά, η επίδραση της οπτικής επανατροφοδότησης ήταν ισχυρή όταν τα σωματο-αισθητικά ερεθίσματα δεν ήταν αξιόπιστα και διαθέσιμα.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δηλώνουν ότι, τα παιδιά με ΕΠ τείνουν να βασίζονται κυρίως σε σωματο-αισθητικά ερεθίσματα για να διατηρήσουν την ισορροπία τους. Παρουσιάζουν δυσκολία στο να μεταβάλλουν την εξάρτησή τους από τα σωματο-αισθητικά ερεθίσματα που δεν είναι αξιόπιστα, σε άλλου είδους αισθητικά ερεθίσματα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι υπόλοιπες αισθήσεις (οπτικά και αιθουσαία ερεθίσματα) αποκτούν πολύ μεγάλη αξία. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι τα παιδιά με ΕΠ μπορεί να παρουσιάζουν δυσκολία στο να επιλύσουν τις ενδο-αιθητηριακές συγκρούσεις-αντιθέσεις, για να διατηρήσουν την ισορροπία τους. Μια άλλη εξήγηση είναι ότι οι απαιτήσεις του κινητικού ελέγχου όταν υπάρχουν αισθητηριακές αντιθέσεις, υπερκαλύπτουν την κινητική ικανότητα των παιδιών με ΕΠ.

Υπάρχουν στοιχεία που προτείνουν ότι σε φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά η μαζική-εντατική εξάσκηση πάνω σε μία πλατφόρμα ισορροπίας, βελτιώνει την ικανότητα επαναφοράς της ισορροπίας ενάντια σε εξωτερικές διαταράξεις. Σημαντική προϋπόθεση για την ανάπτυξη των ορθοστατικών ανταποκρίσεων, σε παιδιά που μόλις μαθαίνουν να στέκονται (Sveistrup & Woollacott 1997).

Οι Shumway-Cook και συνεργάτες (2003), μελέτησαν την επίδραση της μαζικής εξάσκησης στην ανάκτηση της ισορροπίας σε παιδιά με ΕΠ. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μία κινούμενη πλατφόρμα ισορροπίας, ώστε να εξετάσουν και να εκπαιδεύσουν την αντίδραση του ισορροπιστικού ελέγχου. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 6 παιδιά με ΕΠ (μεσης ηλικίας 9 ετών), με σπαστική διπληγία και σπαστική ημιπληγία. Στα παιδιά δόθηκαν οδηγίες ώστε να προσπαθήσουν να παραμείνουν όρθια σε μία θέση, ενώ η πλατφόρμα κινούνταν.

Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών, μετρήθηκαν ο χρόνος της σταθεροποίησης και το εύρος της περιοχής όπου κινήθηκε το κέντρο της πίεσης. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν σημαντικές βελτιώσεις και στο χρόνο της σταθεροποίησης της ισορροπίας αλλά και στο εύρος που κινήθηκε το κέντρο της πίεσης, κατά τη διάρκεια της επαναφοράς της ισορροπίας. Επιπλέον, οι βελτιώσεις αυτές παρέμειναν για ένα μήνα μετά το πέρας της εκπαίδευσης στα περισσότερα παιδιά.

Τα παραπάνω ευρήματα προτείνουν ότι η ικανότητα επαναφοράς της ισορροπίας ενάντια σε εξωτερικές διαταράξεις σε παιδιά με ΕΠ, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά μέσω της μαζικής-εντατικής εξάσκησης (Shumway-Cook et al. 2003). Τα παιδιά φαίνεται να καταφέρνουν να αντισταθμίσουν τα αισθητηριακά ελλείματα, τα οποία αποτελούν μία ακόμα αιτία της ανικανότητας τους για τον έλεγχο της ορθοστάτησης (Nashner et al. 1983; Cherng et al. 1999).

Μέσω της μαζικής εξάσκησης, τα παιδιά με ΕΠ ουσιαστικά «βομβαρδίζονται» από εισερχόμενα αισθητικά ερεθίσματα. Υπάρχει δηλαδή ενισχυμένη

επανατροφοδότηση. Τα οπτικά ερεθίσματα όμως, φαίνεται να παίζουν έναν ιδιαίτερα σημαντικό και κυρίαρχο ρόλο στη διατήρηση της όρθιας θέσης. Σύμφωνα με τις έρευνες των Lee και Lishman (1975), τα οπτικά ερεθίσματα παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της θέσης των ενηλίκων κατά την ήρεμη σταση. Χρησιμοποιώντας ένα δωμάτιο με σταθερό πάτωμα και κινούμενους τοίχους, δημιούργησαν τη ψευδαίσθηση της ταλάντωσης. Τα νέα παιδιά και οι μεγαλύτεροι ενήλικες παρουσίασαν μεγαλύτερο λίκνισμα, ως απάντηση στις ταλαντώσεις, πιθανά εξαιτίας της μειωμένης ικανότητας να επεξεργαστούν την πληροφορία από τα πόδια και τους αστραγάλους. Έτσι βασίζονται ακόμα περισσότερο στα οπτικά ερεθίσματα για την ισορροπία (Lee & Aronson 1974; Sundermier et al. 1996).

Ένα έργο με μεγαλύτερες ισορροπιστικές απαιτήσεις, όπως είναι η διατήρηση της ισορροπίας ενάντια σε εξωτερικές διαταράξεις, είναι συνδεδεμένο με μεγαλύτερη εξάρτηση από τις οπτικές ενδείξεις (Lee & Lishman 1975). Τα παιδιά με ΕΠ εμφανίζουν δυσκολία στο να υιοθετήσουν τα αισθητηριακά και κινηματικά συστατικά του ορθοστατικού ελέγχου, ώστε να μεταβάλλουν το έργο σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις (Nashner et al. 1983; Burtner et al. 1998). Η παραπάνω έρευνα απέδειξε ότι τα παιδιά με ΕΠ μπορούν να μεταβάλλουν τα συστήματα του ορθοστατικού ελέγχου ως αποτέλεσμα της εντατικής εκπαίδευσης της ισορροπίας, με τη χρήση μιας κινούμενης πλατφόρμας ισορροπίας (Shumway-Cook et al. 2003).

Η θεραπεία μέσω της αισθητηριακής ενσωμάτωσης, αποτελεί μία πολύ δημοφιλή μέθοδο αποκατάστασης. Χρησιμοποιείται αρκετά συχνά, κυρίως από εργοθεραπευτές και βασίζεται στο μοντέλο-πρότυπο της επεξεργασίας και της ενσωμάτωσης των εισερχόμενων αισθητηριακών πληροφοριών (Sugden 2007). Η προέλευση αυτής της μεθόδου αποκατάστασης πηγάζει από τις μελέτες της Ayres (1979). Η ίδια τόνισε ότι οι κινητικές δυσκολίες που συχνά παρουσιάζονται, δεν προέρχονται από προβλήματα που αφορούν την εκτέλεση των κινήσεων. Πιθανά να υπάρχει κάποια ανικανότητα στην επεξεργασία των αισθητικών πληροφοριών (Ayres 1979).

Η αισθητηριακή αποκατάσταση, βοηθάει τα παιδιά με αναπτυξιακά προβλήματα συντονισμού να αποκαταστήσουν τα αισθητηριακά ελλείματα που υπάρχουν, προκειμένου να βελτιώσουν την εκτέλεση μίας συγκεκριμένης συμπεριφοράς ή δεξιότητας. Παρέχεται στα παιδιά ιδιοδεκτική, απτική-κιναισθητική και αιθουσαία διέγερση (Sugden 2007).

Έχει διαπιστωθεί ότι η ΗΜΓ ανατροφοδότηση φαίνεται να έχει ένα ευεργετικό αποτέλεσμα στη διαδικασία της βάδισης, σε ασθενείς με ελλείματα τα οποία σχετίζονται με την ΕΠ (Dursun et al. 2004; Colborne et al. 1994). Η αισθητηριακή ανατροφοδότηση, έχει βρεθεί ότι βελτιώνει τη λειτουργία της κίνησης των κάτω άκρων. Συγκεκριμένα η ακουστική ανατροφοδότηση που παρέχεται στην ημιπαρετική πλευρά ασθενών με ΕΠ, βελτιώνει τη συμμετρία της βάδισης των ασθενών (Seeger et al. 1981). Ενώ η εκπαίδευση της ισορροπίας μέσω της οπτικής ανατροφοδότησης, βελτιώνει τη στάση σε

ασθενείς ημιπληγικού τύπου ΕΠ, με μία δευτερεύουσα θετική επίδραση στη διαδικασία της βάρδισης (Ledebt et al. 2005).

Μία αναλυτική μελέτη που έχει ερευνήσει τις επιδράσεις των οπτικών υποδείξεων στη ρύθμιση και στη σταθεροποίηση της βάρδισης (Baram 1999), έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μίας φορητής συσκευής εικονικής πραγματικότητας (Baram 2004). Η εκπαίδευση μέσω αυτής, φαίνεται να βελτιώνει τη λειτουργία της βάρδισης σε ασθενείς με Πάρκινσον (Baram et al. 2002) και σε ασθενείς με Σκλήρυνση Κατά Πλάκας (ΣΚΠ) (Baram et al. 2006). Παρόμοια, μία συσκευή ακουστικής ανατροφοδότησης μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία της βάρδισης σε ασθενείς με ΣΚΠ (Baram et al. 2007).

Οι Baram και Lenger (2009) χρησιμοποίησαν αυτού του είδους τις συσκευές με σκοπό να μελετήσουν τις επιδράσεις της εκπαίδευσης της βάρδισης, μέσω υποδείξεων αισθητηριακής ανατροφοδότησης, σε ασθενείς με ΕΠ. Το δείγμα αποτέλεσαν 20 ασθενείς με διαταραχές στη βάρδιση εξαιτίας της ΕΠ, όπου οι 10 εκπαιδεύτηκαν μέσω οπτικής ανατροφοδότησης και οι υπόλοιποι 10 μέσω ακουστικής ανατροφοδότησης.

Κατά τη διάρκεια των διαδικασιών οι ασθενείς πραγματοποίησαν δραστηριότητες βάρδισης. Μετρήθηκαν η ταχύτητα, το μήκος διασκελισμού, ο χρόνος αλλά και ο αριθμός των βημάτων. Επιπλέον, χορηγήθηκαν φορητές συσκευές οπτικής αλλά και ακουστικής ανατροφοδότησης.



Εικ.4 Συσκευή Οπτικής Ανατροφοδότησης.

(Προσαρμοσμένο από Baram & Lenger 2009)



Συσκευή Ακουστικής Ανατροφοδότησης.

(Προσαρμοσμένο από Baram & Lenger 2009)

Τα αποτελέσματα της μελέτης υποστηρίζουν τον πιθανό ρόλο της αισθητηριακής ανατροφοδότησης, βασισμένη σε στρατηγικές, ως μέθοδο αποκατάστασης. Αποδεικνύουν την ικανότητα της εκπαίδευσης μέσω της

ανατροφοδότησης για να ανακουφίσει, να βελτιώσει και να αποκαταστήσει την κινητικότητα των ασθενών με διαταραχές της βάδισης εξαιτίας της ΕΠ. Συγκεκριμένα, για τους ασθενείς που χρησιμοποίησαν οπτική ανατροφοδότηση, οι επιδόσεις της ταχύτητας και του μήκους διασκελισμού, αποτέλεσαν καλή πρόβλεψη για βελτίωση. Επίσης, οι ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας έδειξαν υψηλότερες βελτιώσεις στην ταχύτητα βηματισμού. Από την άλλη μεριά, για τους ασθενείς που χρησιμοποίησαν ακουστική ανατροφοδότηση καλή πρόβλεψη αποτέλεσαν οι επιδόσεις της ταχύτητας βηματισμού, αλλά όχι το μήκος βηματισμού. Τέλος, σχετικά υψηλότερες βελτιώσεις έδειξαν οι ασθενείς μεγαλύτερης ηλικίας.

Συμπερασματικά, η όραση και το οπτικό πεδίο παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της θέσης (Bardy 1999; Turano 1996), έχοντας άμεση επίδραση στην ισορροπία κατά τη διάρκεια της βάδισης. Τα άτομα με ΕΠ αντιμετωπίζουν προβλήματα στη διατήρηση της ισορροπίας τους. Έτσι, τείνουν να βασίζονται σε οπτικά ερεθίσματα για να διατηρήσουν την ισορροπία του σώματός τους, αλλά και τη θέση των μελών τους κατά τη διάρκεια της βάδισης (Wingert et al. 2009). Επομένως η χρήση των οπτικών υποδείξεων κατά την εξάσκηση της βάδισης (Baram & Lenger 2009), μπορεί να επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στη ρύθμιση και στη σταθεροποίηση της βάδισης. Βοηθώντας τα άτομα με ΕΠ να υιοθετήσουν ένα πιο λειτουργικό πρότυπο, για την εκτέλεση της δραστηριότητας. Τέλος, τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερες βελτιώσεις κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης της βάδισης (Baram & Lenger 2009). Πιθανά λόγω της μεγαλύτερης ικανότητάς τους, να επεξεργάζονται πιο σωστά και με μεγαλύτερη ακρίβεια τα αισθητηριακά ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον.

12. Προσέγγιση και Αποκατάσταση

Μέσα από θεωρητικές, εμπειρικές και βιωματικές απόψεις μπορούν να καθοριστούν κάποιες αρχές και κατευθυντήριες γραμμές, για να υποστηρίξουν και να προάγουν τρόπους αποκατάστασης. Κάτι το οποίο επιτυγχάνεται εάν λάβει κανείς υπόψιν τις γνωσιακές, τις δυναμικές και τις οικολογικές παραμέτρους (Sugden 2007).

Όταν πρόκειται για παιδιά με αναπτυξιακές διαταραχές συντονισμού, το ίδιο το παιδί αποτελεί το βασικό μέρος της διαδικασίας. Η ενεργή συμμετοχή του παιδιού στο πρόγραμμα αποκατάστασης περιλαμβάνει την αναγνώριση, την επιλογή των στόχων και την αυτο-παρακολούθησή του (Mandich & Polatajko 2005). Πρέπει να δίνεται προτεραιότητα σε λειτουργικές δραστηριότητες οι οποίες βασίζονται στην καθημερινή του διαβίωση και έχουν μεγάλη σημασία και για το παιδί αλλά και για τον περίγυρό του (Sugden 2007).

Όταν επανεκπαιδεύεται ο κινητικός έλεγχος, είναι απαραίτητο να υπάρχουν γνώριμες λειτουργικές δραστηριότητες και όχι μόνο κινητικά πρότυπα. Η θεραπευτική προσέγγιση που προσανατολίζεται στην ίδια τη δραστηριότητα, προσπαθεί να εστιάσει στην ενεργή συμμετοχή των ασθενών (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Έτσι οι ασθενείς προσπαθούν να βγάλουν εις πέρας τη δραστηριότητα, μέσω της εξάσκησης και της επίλυσης των προβλημάτων που πηγάζουν μέσα από το ίδιο το έργο. Πολύ περισσότερο απ'ότι με την επαναλαμβανόμενη εξάσκηση των φυσιολογικών πατέντων της κίνησης (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

Κάθε δραστηριότητα πρέπει να διδάσκεται σαν συγκεκριμένη δεξιότητα αλλά και σαν δραστηριότητα από μία πιο γενικευμένη εικόνα. Πρέπει επίσης να διαιρείται σε επημέρους τμήματα, όπου το κάθε ένα να αποτελεί μία σημαντική δραστηριότητα από μόνη της. Η γενίκευση της δραστηριότητας τροφοδοτείται από τη διαδασκαλία σε παρόμοιες ομάδες, καταστάσεις και άτομα (σπίτι-σχολείο, γονείς-δάσκαλοι). Έτσι τα παιδιά μαθαίνουν να αναπτύσουν γνωσιακές στρατηγικές, οι οποίες ενθαρρύνουν το παιδί να ψάξει και να βρεί παρόμοιες καταστάσεις και να τις ταιριάζει με τις δραστηριότητες που επεξεργάζεται (Henderson & Sugden 1992).

Οι γνωσιακές ικανότητες, αποτελούν μία πολύ σημαντική συνιστώσα για την προαγωγή του κινητικού ελέγχου. Το άτομο και συγκεκριμένα το παιδί, πρέπει να έχει την ικανότητα να αναγνωρίσει και να αντιληφθεί τις ιδιότητες του χώρου αλλά και τις παραμέτρους της δραστηριότητας που πρόκειται να εκτελέσει. Η οπτική λειτουργία συνδέεται άμεσα με τις ικανότητες της ανάγνωσης, της γραφής και της μάθησης (Koeda et al. 1997). Είναι απαραίτητο λοιπόν στις δραστηριότητες τις οποίες καλείται να εκτελέσει το παιδί, να υπάρχει αυξημένη οπτική επανατροφοδότηση. Μέσω της οπτικής επανατροφοδότησης παρέχονται πληροφορίες για το περιβάλλον, αλλά και πληροφορίες για τον προσανατολισμό και την κίνηση του σώματος στον χώρο

(Lee & Lishman 1975). Ουσιαστικά λοιπόν το οπτικό ερέθισμα συμβάλλει στην ενίσχυση και στην επιστράτευση λειτουργικών γνωσιακών στρατηγικών, ώστε να μπορέσει να προαχθεί ο κινητικός έλεγχος.

Κάθε είδους έργο πρέπει σταδιακά να μεταβάλλεται, όταν ανακτάται ο έλεγχός του. Έτσι το παιδί μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη δεξιότητα, προσαρμόζοντάς την σε ποικίλα και διαφορετικά πλαίσια. Οι οδηγίες και η συνεχής ανατροφοδότηση εξελίσουν το παιδί και το ενθαρρύνουν να συμμετάσχει σε πιο πολύπλοκες δραστηριότητες (Sugden 2007).

Η εξωτερική επανατροφοδότηση συμπληρώνει και ενισχύει την εσωτερική ανατροφοδότηση (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Τα εξωτερικά αισθητικά ερεθίσματα βοηθούν το παιδί, ώστε να μπορέσει να αλληλεπιδράσει με το χώρο γύρω του. Να είναι σε θέση να προσανατολιστεί και να εκτελέσει αποτελεσματικά κάθε είδους λειτουργική δραστηριότητα. Η ενισχυμένη επανατροφοδότηση χρησιμοποιεί την οπτική ή την ακουστική επανατροφοδότηση, για την παροχή αντικειμενικής πληροφόρησης. Σχετίζεται με τις παραμέτρους της δραστηριότητας που πρόκειται να πραγματοποιηθεί, ή της γνώσης των αποτελεσμάτων. Δηλαδή του στόχου της εκτέλεσης του έργου. Για να είναι μέγιστα αποτελεσματική, η ενισχυμένη επανατροφοδότηση θα πρέπει να συνδυαστεί με την εκπαίδευση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων και με τη σταδιακή απόσυρσή της. Κατά την εκπαίδευση με επανατροφοδότηση, το άτομο έχει την επίγνωση ότι μπορεί να ωφεληθεί σημαντικά από τη βελτιωμένη εκτέλεση της δραστηριότητας (Carr & Shepherd 2004).

Τέλος, πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε κάθε παρέμβαση να μπορεί να ενσωματωποιηθεί μέσα στα πλαίσια της καθημερινότητας του παιδιού, ή της οικογένειάς του και της γενικότερης οικογενειακής-κοινωνικής του ρουτίνας (Sugden 2007). Μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα ευεργετικό για το παιδί, εάν μπορέσουν να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα αποκατάστασης περισσότερο από ένα άτομα από το περιβάλλον του. Άλλωστε τα άτομα από το περιβάλλον του παιδιού, έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν το περιβαλλοντικό πλαίσιο (Sugden 2007).

Η προσαρμογή του παιδιού σε αλλαγές του περιβαλλοντικού πλαισίου, αποτελεί ένα πολύ κρίσιμο μέρος της αποκατάστασης της λειτουργικότητας. Μέσα από αυτό το πλαίσιο, τα παιδιά μπορούν και μαθαίνουν πολλούς διαφορετικούς τρόπους, προκειμένου να επιτύχουν το στόχο της δραστηριότητας (Shumway-Cook & Woollacott 2007). Έτσι το παιδί είναι πιο πρόθυμο να συμμετάσχει στον κινητικό έλεγχο και τη διαδικασία εκμάθησης (Sugden 2007).

13. Συμπεράσματα

Η Εγκεφαλική Παράλυση αποτελεί μία ομάδα μη εξελισσόμενων διαταραχών. Είναι αποτέλεσμα βλάβης ή αναπτυξιακής δυσλειτουργίας, κατά την εμβρυϊκή ή πρώιμη νεογνική ηλικία. Οι δυσλειτουργίες που παρουσιάζονται, χαρακτηρίζονται από διαταραχές του κινητικού ελέγχου. Διαταραχές στον έλεγχο της θέσης και της ισορροπίας του σώματος, τόσο κατά τη στάση όσο και κατά τη βάδιση (Brouwer & Ashby 1991). Επιπλέον, εμφανίζονται διαταραχές στο συντονισμό των κινήσεων των άνω άκρων. Κατά την προσέγγιση, τη σύλληψη, την ανύψωση αλλά και το χειρισμό των αντικειμένων (Eliasson et al. 1991; Forssberg et al. 1999). Αλλαγές στο μήκος των μυών καθώς και σκελετικές δυσμορφίες. Τέλος, μειωμένο δείκτη νοημοσύνης, όρασης και ακοής (Bialik et al. 2009).

Πολλές μελέτες, έχουν εξετάσει τους περιορισμούς που επιφέρει η περιορισμένη κινητικότητα στα κάτω άκρα. Σημαντικό λειτουργικό έλλειμμα, αφού δημιουργεί αρκετές δυσκολίες στο κάθισμα, την έγερση αλλά και τη βάδιση. Για τον έλεγχο της θέσης είναι πολύ σημαντική η εξουδετέρωση των μη επιθυμητών δυνάμεων, αλλά και η ακρίβεια στον έλεγχο της κατεύθυνσης. Στα παιδιά με ΕΠ, υπάρχει παντελής έλλειψη αυτών των προσαρμογών, επειδή οι συνέργειες της θέσης δεν μπορούν να προγραμματιστούν (Hadders-Algra & van der Heide 2005).

Άλλες έρευνες έχουν εστιάσει στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με ΕΠ, στην υιοθέτηση της προσαρμοστικής μυϊκής δραστηριότητας. Παρουσιάζεται αυξημένη συν-σύσπαση των ανταγωνιστών, σε δραστηριότητες όπου απειλείται η ισορροπία του σώματος. Όταν πραγματοποιείται προσέγγιση ενός αντικειμένου από την όρθια θέση, η σειρά της επιστράτευσης των μυών του κορμού, του αυχένα και των κάτω άκρων διαφοροποιείται. Οι προσαρμογές αυτές, μπορούν να θεωρηθούν ως λειτουργικές στρατηγικές. Ο λόγος είναι η εξισορρόπηση της ανώμαλης θέσης του σώματος και της ορθοστατικής μυϊκής δραστηριότητας (van der Heide et al. 2005).

Ο στόχος της φυσικοθεραπείας στη νευρο-αποκατάσταση, είναι να μπορέσουν τα άτομα με εγκεφαλικές βλάβες να λειτουργήσουν όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται στην καθημερινότητά τους (Carr & Shepherd 2004). Κρίνεται απαραίτητη η βελτιστοποίηση των κινητικών επιδόσεων καθώς και η απόκτηση δεξιοτήτων, μέσω της ενδυνάμωσης των μυών. Ακόμα, μέσω της εκπαίδευσης της δύναμης για την απόκτηση ενός αποτελεσματικού πρότυπου συντονισμού και δεξιοτήτας (Moritani & DeVries 1979; Hakkinen & Komi 1983).

Μία ακόμα σημαντική μέθοδος για την προαγωγή της κινητικής εκμάθησης και της βελτίωσης των κινητικών επιδόσεων, αποτελεί η πληροφόρηση (Carr & Shepherd 2004). Μέσω της επανατροφοδότησης, γίνεται χρήση της αισθητικής πληροφόρησης για τον έλεγχο της δραστηριότητας και τη διαδικασία απόκτησης δεξιοτήτων (Winstein & Schmidt 1989). Η αναπαράσταση μιας

δραστηριότητας βοηθάει στην κατανόηση, τη νοητική αναπαράσταση και την προτυποποίησή της (Carroll & Bandura 1982; Keele & Summers 1976). Ο ασθενής μπορεί και αντιλαμβάνεται τις χωρο-χρονικές παραμέτρους της δραστηριότητας. Είναι σε θέση να εκτιμήσει το εύρος τροχιάς της κίνησης, το συγχρονισμό και τη συχνότητα της δραστηριότητας αλλά και τη σχέση μεταξύ των τμημάτων του σώματός του (Carr & Shepherd 2004).

Το οπτικό σύστημα, αποτελεί το πιο πολυσύνθετο νευρικό κύκλωμα απ'όλα τα αισθητικά συστήματα (Wurtz & Kandel 2000a). Βοηθάει και προάγει τον κινητικό έλεγχο, συμβάλλοντας σημαντικά στον προσανατολισμό του σώματος στο χώρο και συγκεκριμένα στο κατακόρυφο επίπεδο (Owen 1985). Η οπτική επανατροφοδότηση δίνει πληροφορίες σχετικά με τη θέση του σώματος στο χώρο, τη σχέση των μελών στο χώρο, καθώς και για την κίνηση του σώματος. Σημαντικός είναι ο ρόλος της στον έλεγχο της θέσης, στη μετακίνηση και τους επιδέξιους χειρισμούς (Shumway-Cook & Woollacott 2007).

Υπάρχουν αρκετά ερευνητικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι τα ελλείματα της γνωστικής λειτουργίας, αποτελούν μία από τις σημαντικότερες αναπηρίες που υπάρχουν (Atkinson et al. 2007). Η αξιολόγηση της γνωστικής και της εγκεφαλικής λειτουργίας σε βρέφη και παιδιά, παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την πρώιμη λειτουργία συγκεκριμένων συστημάτων. Υποδεικνύοντας έτσι, την ηλικία της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών. Η λειτουργία της όρασης, αποτελεί τη βάση της πρώιμης αισθητικο-κινητικής ανάπτυξης και των γνωστικών δεξιοτήτων (Atkinson et al. 2007).

Πολλές μελέτες έχουν συσχετίσει τον πρόωρο τοκετό, ως ένα σημαντικό παράγοντα κινδύνου για την εγκεφαλική ανάπτυξη. Έχοντας αντίκτυπο στην οπτική, οπτικο-γνωστική και οπτικο-κινητική λειτουργία των παιδιών. Οι Atkinson και συνεργάτες (2007), απέδειξαν ότι τα ελλείματα της οπτικής λειτουργίας έχουν άμεση σχέση με τη μετέπειτα ανάπτυξη των γνωσιακών διαταραχών, σε βρέφη που έχουν γεννηθεί πρόωρα. Από την άλλη μεριά, ο Hubel (1988) πρότεινε ότι η ανάγνωση αποτελεί μία σημαντική συνιστώσα στη διαδικασία της μάθησης. Ενώ η όραση, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την ανάγνωση. Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητες οι δεξιότητες του οπτικού εντοπισμού (Tyschen 1989).

Από τις έρευνες των Kozeis και συνεργάτες (2006), αποδεικνύεται ότι στα παιδιά με ΕΠ οι οφθαλμολογικές κινήσεις είναι αυστηρά επηρεασμένες. Ενώ οι Koeda και συνεργάτες (1997), παρατήρησαν ότι τα παιδιά με σπαστική διπληγία και στραβισμό, εμφανίζουν μειωμένη οπτική οξύτητα και στερεοξυΐτητα, σε σχέση με παιδιά σπαστικού διπληγικού τύπου χωρίς στραβισμό.

Από τα παραπάνω ευρήματα αποδεικνύεται η σχέση του πρόωρου τοκετού με την εμφάνιση εγκεφαλικής βλάβης και ως συνέπεια την ανάπτυξη γνωσιακών διαταραχών. Τα παιδιά με ΕΠ, εμφανίζουν διαταραχές οπτικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα, τα ελλείματα που παρουσιάζονται αφορούν διαταραχές στον οπτικο-κινητικό έλεγχο. Επιπλέον, τα ελλείματα της οπτικής αντίληψης αφορούν παιδιά που εμφανίζουν και οφθαλμολογικές διαταραχές. Δεδομένου

της σπουδαιότητας της όρασης στις γνωσιακές και μαθησιακές λειτουργίες συμπεραίνεται ότι, οι διαταραχές της οπτικής λειτουργίας σχετίζονται με την ανάπτυξη γνωσιακών διαταραχών.

Η ευαισθησία του ατόμου στην οπτική πληροφόρηση είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού παρέχει πληροφορίες για το περιβάλλον αλλά και πληροφορίες για τον προσανατολισμό και την κίνηση του σώματος στο χώρο (Lee & Lishman 1975). Η οπτική επανατροφοδότηση βοηθάει στη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος και την επιδεξιότητα της βάρδισης.

Πολλές μελέτες έχουν προτείνει ότι, όταν τα σωματο-αισθητικά ερεθίσματα που δεχόμαστε δεν είναι επαρκή και αξιόπιστα, αυξάνεται η χρήση και η αξία της οπτικής επανατροφοδότησης. Όπως για παράδειγμα, όταν στεκόμαστε πάνω σε μια στενή δοκό (Lishman & Lee 1973). Από την άλλη μεριά, οι οπτικές πληροφορίες βοηθούν το άτομο να υπολογίσει το χρόνο που θα έρθει σε επαφή με ένα κινούμενο αντικείμενο. Ακόμα, τότε θα προσγειωθεί στο έδαφος μετά από ένα άλμα (Dietz & Noth 1978).

Σημαντικό ρόλο παίζει και η ακρίβεια της παρεχόμενης πληροφορίας από το περιβάλλον, αλλά και κάτω από ποιες συνθήκες λαμβάνονται οι πληροφορίες (Carr & Shepherd 2004). Για παράδειγμα, μέσα από πειράματα με ενήλικες μέσα σε ένα σκοτεινό δωμάτιο, φαίνεται να μεταβάλλουν την ευθυγράμμιση της όρθιας στάσης τους, για να ταιριάζει με την ευθυγράμμιση μιας φωτεινής ράβδου (De Wit 1972). Ακόμα, διάφορα πειράματα με ενήλικες μέσα σε δωμάτια όπου οι τοίχοι κινούνται, τα άτομα φαίνεται να λικνίστηκαν προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που κινούνταν οι τοίχοι (Lee & Lishman 1975). Κάτι το οποίο σημαίνει, ότι τα άτομα βασίστηκαν περισσότερο στα οπτικά παρά στα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα. Δεν συνέβη όμως το ίδιο σε ένα παρόμοιο πείραμα, όπου έλαβαν μέρος μικρά παιδιά. Τα νήπια έπεφταν σε αντίθεση με τους ενήλικες (Lee & Lishman 1975). Πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η αντίληψη της ίδιας της κίνησης εξαρτάται από την περιφερική όραση, η οποία δεν είναι αναπτυγμένη στα μικρά παιδιά (Johansson 1977; Dichgans & Brandt 1978).

Το οπτικό σύστημα διαχωρίζεται στο κεντρικό και το περιφερικό οπτικό σύστημα. Το κάθε ένα σύστημα μεταφέρει πληροφορίες σχετικά με την οργάνωση του περιβάλλοντος και πληροφορίες σχετικά με τον έλεγχο της θέσης (Wurtz & Kandel 2000a). Λαμβάνοντας υπόψιν τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, γίνεται σαφές ότι οι οπτικές πληροφορίες καθορίζουν την ποιότητα και την κατεύθυνση της κίνησης, αλλά και την ακρίβεια του τελικού σημείου (Abahnini et al. 1999; Abahnini et al. 1997; Bard et al. 1985; Bard et al. 1990; Khan et al. 2004; Carlton 1981; Temprado et al. 1996). Πιο συγκεκριμένα, οι οπτικές πληροφορίες από το περιφερικό οπτικό πεδίο συμβάλλουν στην ακρίβεια και τον έλεγχο της κατεύθυνσης. Ενώ οι οπτικές πληροφορίες από το κεντρικό οπτικό πεδίο, ελέγχουν την ακρίβεια του εύρους τροχιάς της κίνησης ενός στοχευμένου έργου (Paillard & Amblard 1985).

Από τις έρευνες των Khan και συνεργάτες (2004), καθίσταται σαφές ότι και η κεντρική αλλά και η περιφερική όραση παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο

της κατεύθυνσης. Η οπτική πληροφορία επεξεργάζεται κατά τη διάρκεια της κίνησης (online), ανεξάρτητα με την προέλευσή της (κεντρικό ή περιφερικό οπτικό πεδίο). Επίσης η χρήση της οπτικής επανατροφοδότησης από μετέπειτα στάδια της κίνησης (offline), βελτιώνει το σχεδιασμό των επακόλουθων κινήσεων. Τέλος, υπάρχει περιορισμός στο χρόνο που χρειάζεται για να επεξεργαστεί η οπτική πληροφορία από το κεντρικό οπτικό πεδίο, κατά τη διάρκεια ενός στοχευμένου έργου.

Από την άλλη μεριά, τα ευρήματα των Lawrence και συνεργάτες (2006) αποκαλύπτουν ότι η επεξεργασία της περιφερικής οπτικής πληροφορίας γίνεται κατά τη διάρκεια της κίνησης (online). Παρ'όλα αυτά, οι τροποποιήσεις που βασίζονται στην περιφερική όραση δεν είναι συστηματικές και δεν οδηγούν τελικά στη βελτίωση της ακρίβειας του τελικού σημείου.

Από τα παραπάνω ευρήματα μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι, η οπτική επανατροφοδότηση συμβάλλει ενεργά στον έλεγχο της κατεύθυνσης των κινήσεων. Η επεξεργασία της οπτικής πληροφορίας πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των κινήσεων, με σκοπό την τροποποίηση του εύρους της τροχιάς του μέλους που κινείται. Επίσης, η οπτική επανατροφοδότηση βοηθάει και στην τροποποίηση του σχεδιασμού των επακόλουθων κινήσεων. Το πλεονέκτημα που έχει η κεντρική από την περιφερική όραση είναι πιθανά μεγαλύτερο. Ο λόγος είναι ότι η κεντρική οπτική πληροφορία επεξεργάζεται κατά τη διάρκεια των κινήσεων. Από την άλλη μεριά, ενώ γίνεται επεξεργασία των περιφερικών οπτικών ερεθισμάτων κατά τη διάρκεια της κίνησης, δεν βοηθούν στην ακρίβεια του τελικού σημείου. Πιθανά λόγω του ότι η επεξεργασία αυτή δεν είναι συστηματική και δεν οδηγεί σε σημαντικές τροποποιήσεις.

Σύμφωνα με τη νευρο-κινητική εξέλιξη, τα βρέφη στηρίζονται αρχικά στην κεντρική τους όραση. Καθώς προχωράει η κινητική ανάπτυξη και η ωρίμανση του εγκεφάλου, τα παιδιά στηρίζονται στην περιφερική τους όραση. Η οπτική επανατροφοδότηση παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των απαραίτητων προσαρμογών, προκειμένου το παιδί να υιοθετήσει αλλά και να διατηρήσει μία θέση ανάλογα με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Επομένως η όραση, βοηθάει στην εξασφάλιση της στατικής αλλά και της δυναμικής ισορροπίας του σώματος.

Υπάρχουν αρκετά ερευνητικά δεδομένα που αποδεικνύουν ότι στα παιδιά με ΕΠ οι οφθαλμολογικές και οι οπτικο-κινητικές διαταραχές, σχετίζονται με τον τροποποιημένο έλεγχο της θέσης τους. Συγκεκριμένα, οδηγούν σε λάθος θέση της κεφαλής και κατά συνέπεια σε στατικές προσαρμογές του άνω μέρους του σώματος αλλά και σε ραιβόκρανο (Porro et al. 2005). Οι Wingert και συνεργάτες (2009), έδειξαν ότι τα παιδιά με ΕΠ παρουσιάζουν ιδιοδεκτικά ελλείματα στα άκρα τους, ελλείματα στην αίσθηση των μελών τους στο χώρο, καθώς και ελλείματα κιναισθησίας. Πρότειναν ότι προκειμένου να διατηρήσουν την ισορροπία τους αλλά και τη θέση των μελών τους κατά τη διάρκεια της βάδισης, τείνουν να βασίζονται σε οπτικά ερεθίσματα.

Στα παιδιά με ΕΠ οι οδηγίες καθώς και οι συνθήκες της δραστηριότητας μπορούν να βελτιώσουν τον έλεγχο της θέσης τους. Οι Donker και συνεργάτες (2008), κατέλειξαν στο συμπέρασμα ότι στα παιδιά με ΕΠ η οπτική επανατροφοδότηση του στατικού τους λικνίσματος, δημιουργεί ένα εξωτερικό λειτουργικό πλαίσιο για τον έλεγχο της θέσης τους. Από την άλλη μεριά, δεν βρέθηκαν διαφορές στην τροχιά του κέντρου της πίεσης, σε σχέση με τα φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά. Η οπτική επανατροφοδότηση του κέντρου της πίεσης, δεν είχε κάποια σημαντική επιρροή στις μετρήσεις. Εύρημα το οποίο πιστοποιεί την τροποποιημένη φύση του ελέγχου της θέσης, στα παιδιά με ΕΠ.

Από τις παραπάνω μελέτες αποδεικνύεται ότι, στα παιδιά με ΕΠ οι οπτικές δυσλειτουργίες επηρεάζουν τον έλεγχο της θέσης τους. Στην προσπάθειά τους να αντισταθμίσουν τα οπτικο-κινητικά τους ελλείματα, υιοθετούν ένα λανθασμένο πρότυπο στάσης του σώματος. Ακόμα, λόγω των ιδιοδεκτικών ελλειμάτων που καλούνται να αντιμετωπίσουν, βασίζονται σε οπτικά ερεθίσματα για την εξασφάλιση της ισορροπίας τους. Επομένως, στα παιδιά με ΕΠ η οπτική επανατροφοδότηση μπορεί να ωφελεί τον έλεγχο της θέσης τους, αλλά είναι σημαντική η ανάγκη για εξάσκηση (Ledert et al. 2005).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ομαλή εκτέλεση των κινήσεων του άνω άκρου, αποτελεί ο συντονισμός μεταξύ του ματιού, του κορμού και του χεριού (Saavedra et al. 2007). Οι Saavedra και συνεργάτες (2009), έδειξαν ότι τα παιδιά με ΕΠ εμφανίζουν πιο αργές, μνημένες και ολοκληρωμένες κινήσεις σε σχέση με τα φυσιολογικά παιδιά. Επίσης, χρησιμοποιούν ταυτόχρονα τις κινήσεις της κεφαλής και εμφανίζουν δυσκολία στο να εκτελέσουν μεμονωμένες κινήσεις. Ακόμα, οι Steenbergen και συνεργάτες (2007), βρήκαν ότι τα άτομα με ΕΠ συναντούν περιορισμούς σε καθημερινές δραστηριότητες, οι οποίοι δεν προκαλούνται μόνο από διαταραχές κατά την εκτέλεση των κινήσεων, αλλά επίσης από διαταραχές στον προγραμματισμό της κίνησης (Steenbergen & Gordon 2006).

Η οπτική επανατροφοδότηση αποτελεί μία σημαντική πηγή πληροφοριών κατά τη διάρκεια χειρωνακτικών πράξεων. Οι Steenbergen και συνεργάτες (1996) και οι Wann και συνεργάτες (1991), πρότειναν ότι το βλέμμα υποστηρίζει τον προγραμματισμό των επακόλουθων κινήσεων του χεριού. Στα άτομα με ΕΠ, η χαρτογράφηση της οπτικής ιδιοδεκτικότητας του πάσχοντος χεριού είναι επηρεασμένη. Οι ερευνητές παρατήρησαν από τα άτομα με ΕΠ, την οπτική παρακολούθηση του πάσχοντος χεριού κατά τη διάρκεια της κίνησης. Πιθανά για να αντισταθμίσουν τα αισθητικο-κινητικά ελλείματα του πάσχοντος χεριού.

Σύγχρονες θεραπευτικές παρεμβάσεις για την αποκατάσταση των κινητικών επιδόσεων στα παιδιά με ΕΠ, έχουν εστίασει στην επαναλαμβανόμενη εξάσκηση των λειτουργικών δραστηριοτήτων, με ταυτόχρονη οπτική αλλά και ακουστική επανατροφοδότηση (Ketelaar et al. 2001; Wann et al. 1993; Fetters et al. 1996; Taub et al. 2004). Η Εικονική Πραγματικότητα, αποτελεί μία τεχνολογία μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Παρέχει ένα εναλλακτικό

πρόγραμμα παρέμβασης, δημιουργώντας ένα εικονικό περιβάλλον για τους χρήστες. Επιτρέποντας αλληλεπιδράσεις με τους χρήστες, χρησιμοποιώντας διάφορα αντικείμενα (Wilson et al. 1997; Merians et al. 2002).

Η θεραπεία μέσω της εικονικής πραγματικότητας επιτρέπει εξατομικευμένη εκπαίδευση, πάνω στην κινητική εκμάθηση των λειτουργικών δεξιοτήτων του παιδιού. Παρέχει ισχυρή οπτική αλλά και ακουστική επανατροφοδότηση, βοηθώντας τον ασθενή να βελτιώσει τον τρόπο εκτέλεσης της δραστηριότητας (Sveistrup et al. 2004; Carr et al. 2000).

Οι Chen και συνεργάτες (2007), με τη χρήση ενός προγράμματος εικονικής πραγματικότητας για την εκπαίδευση του άνω άκρου, αποκάλυψαν σημαντικές βελτιώσεις πάνω στις διαδικασίες προσέγγισης και σύλληψης από την καθιστή θέση. Τα ίδια θετικά αποτελέσματα έδειξαν και οι έρευνες του Reid (2002). Τα παιδιά με ΕΠ, μέσω της επαναλαμβανόμενης εξάσκησης, κατάφεραν να βελτιώσουν την ταχύτητα, την ποιότητα αλλά και το εύρος τροχιάς των κινήσεων.

Από την άλλη μεριά οι Pyk και συνεργάτες (2008), σχεδίασαν ένα παρόμοιο πρόγραμμα εκπαίδευσης για το άνω άκρο. Οι διαδικασίες περιελάμβαναν διαδοχικές δραστηριότητες προσέγγισης και σύλληψης του ενός άνω άκρου ή και των δύο ταυτόχρονα, από την καθιστή θέση. Η οπτική επανατροφοδότηση που δέχονταν τα παιδιά, τα βοήθησε σταδιακά να βελτιώσουν τις κινητικές τους επιδόσεις.

Από τα παραπάνω ευρήματα καθίσταται σαφές ότι, η εκπαίδευση του άνω άκρου πάνω σε λειτουργικές δραστηριότητες σε συνδυασμό με την οπτική επανατροφοδότηση μπορούν να βελτιώσουν την εκτέλεση της άσκησης. Οι δραστηριότητες που δίνουν στα παιδιά τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν εκτός από την κεντρική και την περιφερική τους όραση (Chen et al. 2007), συμβάλλουν ενεργά στο να βελτιώσουν την κατεύθυνση της κίνησης αλλά και το εύρος τροχιάς μέσα στο οποίο κινούνται (Khan et al. 2003; Lawrence et al. 2006). Ακόμα, η χρήση του άνω άκρου τόσο από την καθιστή όσο και από την όρθια θέση, βελτιώνει τη στατική αλλά και τη δυναμική ισορροπία του σώματος. Τέλος, με την επαναλαμβανόμενη εξάσκηση βελτιώνονται σταδιακά και οι προπαρασκευαστικές αντιδράσεις του παιδιού.

Νεότερες θεραπευτικές παρεμβάσεις, ενσωματώνουν την εικονική πραγματικότητα, με τη ρομποτική βοηθητική παρέμβαση (Qiu et al. 2009; Frascarelli et al. 2009). Ο λόγος είναι το υψηλό επίπεδο κινητικής λειτουργίας, που απαιτείται για την αλληλεπίδραση με αυτού του είδους τα συστήματα (Merians et al. 2006). Με την εκπαίδευση του άνω άκρου από την καθιστή θέση, βελτιώνονται οι κινητικές ικανότητες των παιδιών με ΕΠ. Συγκεκριμένα, οι βελτιώσεις αυτές αφορούν το συντονισμό και την αποδοτικότητα της κίνησης, αλλά και το ενεργητικό εύρος τροχιάς των κινήσεων του ώμου και του αγκώνα.

Ένας σημαντικός περιορισμός των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, αποτελεί η εκπαίδευση των δραστηριοτήτων του άνω άκρου κυρίως από την

καθιστή θέση. Το παιδί δεν έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις στατικές προσαρμογές του σώματός του, όπως πραγματοποιείται από την όρθια θέση. Έτσι, δεν γίνεται προσπάθεια βελτίωσης της ισορροπίας του σώματος, αφού τα παιδιά κινούνται μέσα σε ένα ασφαλές εύρος τροχιάς.

Από την άλλη μεριά, τα περισσότερα προγράμματα αποκατάστασης μέσω της εικονικής πραγματικότητας, περιλαμβάνουν δραστηριότητες που εστιάζουν μπροστά στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Επομένως τα παιδιά, χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο την κεντρική τους όραση. Οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν κινήσεις οι οποίες εκτελούνται στην ευθεία, δεν επιτρέπουν στο άτομο να δεχθεί τα περιφερικά οπτικά ερεθίσματα. Ιδιαίτερα σημαντικό για ένα παιδί, ώστε να έχει μία πιο ολοκληρωμένη οπτική εικόνα και να βελτιώσει την εκτέλεση της κίνησής του.

Η εκπαίδευση σε δραστηριότητες με τη χρήση ενός καθρέπτη, θα μπορούσε να έχει θετικά αποτελέσματα πάνω στις κινητικές επιδόσεις των παιδιών με ΕΠ. Συγκεκριμένα, τα παιδιά μπορούν να εκπαιδευτούν από διάφορες θέσεις, βελτιώνοντας την κινητικότητα των άνω και κάτω άκρων αλλά και την ισορροπία του σώματός τους. Όμως με τη χρήση ενός απλού καθρέπτη, μπορεί πολύ εύκολα να μειωθεί το κίνητρο και το ενδιαφέρον των παιδιών. Τα προγράμματα αποκατάστασης εικονικής πραγματικότητας, περιλαμβάνουν πολλά και διαφορετικά ψυχαγωγικά παιχνίδια. Διατηρώντας αμείωτο το ενδιαφέρον του παιδιού. Επίσης, η ισχυρή οπτική αλλά και ακουστική επανατροφοδότηση που δέχονται τα παιδιά, δημιουργούν ένα σημαντικό υπόβαθρο ώστε να κατανοήσουν αλλά και να βελτιώσουν την εκτέλεση της δραστηριότητας.

Αρκετές μελέτες έχουν εστιάσει στην επίδραση που επιφέρει η εκπαίδευση μέσω της εικονικής πραγματικότητας, στην αναδιοργάνωση του εγκεφαλικού φλοιού. Συγκεκριμένα οι You και οι συνεργάτες (2005), με τη χρήση των εικονικών συστημάτων για την αποκατάσταση των άνω άκρων, μελέτησαν την επίδραση που επιφέρει στη νευρο-πλαστικότητα και τη λειτουργικότητα της κίνησης. Τα αποτελέσματα πρότειναν ότι η συγκεκριμένη θεραπευτική παρέμβαση θα μπορούσε να αυξήσει την πλαστικότητα, η οποία εξαρτάται από την εξάσκηση. Επίσης, να ενισχύσει τη λειτουργική κίνηση του άνω άκρου και τη χρήση του επηρεασμένου μέλους. Από την άλλη μεριά, πιθανά να ενεργοποιούνται και άλλα συστήματα του Ανώτερου ΚΝΣ. Τα νευρωνικά αυτά κυκλώματα, προάγουν το κίνητρο, την αντίληψη αλλά και το πρότυπο της κίνησης, καθώς και τον προσανατολισμό του ατόμου με τον περιβάλλοντα χώρο.

Η αισθητηριακή οργάνωση-ολοκλήρωση αποτελεί μία υψηλού επιπέδου λειτουργία του ΚΝΣ, όπου ταξινομεί και αξιολογεί όλα τα εισερχόμενα αισθητικά ερεθίσματα (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Στα παιδιά με ΕΠ, η ικανότητα της αισθητηριακής οργάνωσης φαίνεται να είναι επηρεασμένη. Κάτι το οποίο σημαίνει ότι το ΚΝΣ αδυνατεί να αξιοποιήσει τις αισθητικές

πληροφορίες που δέχεται, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις (Nashner et al. 1983; Harris & Riffle 1986; Gunsolus et al. 1975).

Πολλές θεραπευτικές παρεμβάσεις έχουν εστιάσει στην αισθητηριακή αποκατάσταση των παιδιών με ΕΠ, για τη βελτίωση του ελέγχου της θέσης τους. Οι Cherng και συνεργάτες (1999), αποκάλυψαν ότι τα παιδιά με ΕΠ τείνουν να βασίζονται σε σωματο-αισθητικά ερεθίσματα όταν απειλείται η ισορροπία τους. Όταν όμως τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα δεν είναι αρκετά και αξιόπιστα, βασίζονται στα οπτικά ερεθίσματα. Από την άλλη μεριά, μέσω της εντατικής εξάσκησης τα παιδιά δέχονται πλήθος από αισθητικά ερεθίσματα (Shumway-Cook et al. 2003). Συγκεκριμένα τα οπτικά ερεθίσματα, παίζουν κυρίαρχο ρόλο στον έλεγχο της θέσης. Επομένως, όσο πιο δύσκολο ένα ισορροπιστικό έργο, τόσο μεγαλύτερη και η εξάρτηση από τις οπτικές ενδείξεις (Lee & Lishman 1975).

Η αισθητηριακή ανατροφοδότηση, έχει βρεθεί ότι βελτιώνει τη λειτουργία της κίνησης των κάτω άκρων. Συγκεκριμένα, η ΗΜΓ ανατροφοδότηση φαίνεται να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στη δραστηριότητα της βάδισης, σε ασθενείς με ελλείματα τα οποία σχετίζονται με την ΕΠ (Dursun et al. 2004; Colborne et al. 1994). Οι Baram και Lenger (2009) αποκάλυψαν ότι, με την ταυτόχρονη χρήση της οπτικής επανατροφοδότησης στη δραστηριότητα της βάδισης, οι επιδόσεις της ταχύτητας, το μήκος διασκελισμού και η συμμετρία της βάδισης βελτιώθηκαν.

Συμπερασματικά, όσον αφορά την αποκατάσταση των παιδιών με ΕΠ πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στην εξάσκηση των καθημερινών λειτουργικών δραστηριοτήτων του παιδιού. Λαμβάνοντας υπόψιν τη νευρο-κινητική εξέλιξη, κατά την οποία τα παιδιά στηρίζονται αρχικά στην κεντρική τους όραση και καθώς ωριμάζει το ΚΝΣ στηρίζονται στην περιφερική τους όραση. Κρίνεται απαραίτητο από το θεραπευτή, να μπορέσει να παρέχει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης για το παιδί. Παρέχοντάς του αυξημένη οπτική επανατροφοδότηση. Έτσι ώστε το παιδί, να μπορέσει να αντιληφθεί τις χωρο-χρονικές παραμέτρους της δραστηριότητας. Να βελτιώσει τον προσανατολισμό του με τον περιβάλλοντα χώρο και ως εκ τούτου την εκτέλεση και την απόδοση της δραστηριότητας. Τέλος, σημαντικό στοιχείο αποτελεί ότι η οπτική λειτουργία συνδέεται άμεσα με τις ικανότητες της ανάγνωσης, της γραφής και της μάθησης. Έτσι με τη χρήση της οπτικής επανατροφοδότησης, προάγεται και η επιστράτευση των λειτουργικών γνωσιακών στρατηγικών του παιδιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Abahnini, K., & Proteau, L. (1999). The role of peripheral and central visual information for the directional control of manual movements. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 53:160–175.
- 2) Abahnini, K., Proteau, L., & Temprado, J. J. (1997). Evidence supporting the importance of peripheral visual information for the directional control of aiming movement. *Journal of Motor Behavior*, 29:230–242.
- 3) Abrams, R.A., Meyer, D.E., Kornblum, S. (1990). Eye-hand coordination: oculomotor control in rapid aimed limb movements. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 16:248–267.
- 4) Adamovich, S., Fluet, G., Qiu, Q., Mathai, A., Merians, A. Incorporating haptic effects into three-dimensional virtual environments to train the hemiparetic upper extremity. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 17(5):512-20.
- 5) Adamovich, S., Qiu, Q., Mathai, A., Fluet, G., Merians, A. (2008). Recovery of hand function in virtual reality: training hemiparetic hand and arm together or separately. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Conference; Vancouver, Canada*, 3475-3478.
- 6) Atkinson, J., Braddick, O. (2007). Visual and visuocognitive development in children born very prematurely. C. von Hofsten & K. Rosander (Eds.) *Progress in Brain Research*, Vol. 164, ISSN, 0079-6123.
- 7) Ayres, A.J. (1979). *Sensory Integration and the Child*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- 8) Baram, Y. (1999). Walking on tiles. *Neural Proc Lett*, 10:81-87.
- 9) Baram, Y. (2004). Closed-loop augmented reality apparatus, US Patent No. 6,734,834-B1.
- 10) Baram, Y., Aharon-Peretz, J., Simionotici, Y., Ron, L. (2002). Walking on virtual tiles. *Neural Proc Lett*, 16:227-233.
- 11) Baram, Y., Lenger, R. (2009). Gait improvement in patients with cerebral palsy by visual and auditory feedback.
- 12) Baram, Y., Miller, A. (2006). Effects of virtual reality cues on gait in multiple sclerosis patients. *Neurology*, 66:178-181.
- 13) Baram, Y., Miller, A. (2007). Auditory feedback for improvement of gait in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci*, 254:90-94.
- 14) Bard, C., Hay, L., & Fleury, M. (1985). Role of peripheral vision in the directional control of rapid aiming movements. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 39:151–161.
- 15) Bard, C., Paillard, J., Fleury, M., Hay, L., & Larue, J. (1990). Positional versus directional control loops in visuomotor pointing. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 39:151–161.

- 16) Bardy BG, Warren Wh Jr, Kay BA. (1999). The role of central and peripheral vision in postural control during walking. *Percept Psychophys*, 61:1356-1368.
- 17) Barreca, S., Wolf, S.L., Fasoli, S., Bohannon, R. (2003). Treatment intervention for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabil Neural Repair*, 17:220-6.
- 18) Bhalla, U.S., Bower, J.M. (1993). Exploring parameter space in detailed single neuron models: simulations of the mitral and granule cells of the olfactory bulb. *J. Neurophysiology*, 69:1948-65.
- 19) Bhutta, A.T., Cleves, M.A., Casey, P.H., Craddock, M.M., Anand, K.J. (2002). Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta- analysis. *JAMA*, 288:728–737.
- 20) Bialik, G.M., Givon, U. (2009). Cerebral palsy: classification and etiology. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 43(2):77-80.
- 21) Black, F.O., Wall, C., Nashner, L.M. (1983). Effects of visual and support surface orientation references upon postural control in vestibular deficient subjects. *Acta Otolaryngol*, 95:199-201.
- 22) Blair, E., Stanley, F. (1982). An Epidemiological study of cerebral palsy in Western Australia, 1956-1975. III: Postnatal aetiology. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 24:575-585.
- 23) Bower, E., et al. (1997). A randomized controlled trial of different intensities of physiotherapy and different goal-setting procedures, In 44 children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 38(3):226-37.
- 24) Boyd, R., Morris, M., Graham, H. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. *Eur J Neurol*, 8:150–166.
- 25) Braun, C., Heinz, U., Schweizer, R., Wiech, K., Birbaumer, N., Topka, H. (2001). Dynamic organization of the somatosensory cortex induced by motor activity. *Brain*, Nov; 124(Pt 11):2259-67.
- 26) Briellmann, R.S., Abbott, D.F., Caflisch, U., Archer, J.S., Jackson, G.D. (2002). Brain reorganisation in cerebral palsy: a high-field functional MRI study. *Neuropediatrics*, 33:162–166.
- 27) Brogren, E., Forssberg, H., Hadders-Algra, M. (2001). Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol*, 43:534-546.
- 28) Brogren, E., Hadders-Algra, M., Forssberg, H. (1996). Postural control in children with spastic diplegia: muscle activity during perturbations in sitting. *Dev Med Child Neurol*, 38:379-388.
- 29) Brouwer, B., Ashby, P. (1991). Altered corticospinal projections to lower limb motoneurons in subjects with cerebral palsy. *Brain*, 114:1395-1407.
- 30) Brown, J.K., Rensburg, Van E., Walsh, G., Lakie, M., Wright, G.W. (1987). A neurological study of hand function of hemiplegic children. *Dev Med Child Neuro*, 29:287–304.

- 31) Bruininks, R. (1978). Bruininks–Oseretsky, Test of Motor Proficiency. Minnesota: American Guidance Service.
- 32) Burtner, P.A., Qualls, C., Woollacott, M.H. (1998). Muscle activation characteristics for stance balance in children with spastic cerebral palsy. *Gait Posture*, 41:748–757.
- 33) Campbell, S., Vander Linden, D.W., Palisano, R.J. (2006). Physical Therapy for Children. 3rd ed., W.B. Saunders Company.
- 34) Cao, Y., Vikingstad, E.M., Huttenlocher, P.R., Towle, V.L., Levin, D.N. (1994). Functional magnetic resonance studies of the reorganization of the human hand sensorimotor area after unilateral brain injury in the perinatal period. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 91:9612-6.
- 35) Carey, J.R., Kimberley, T.J., Lewis, S.M., Auerbach, E.J., Dorsey, L. (2002). Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. *Brain*, 125:773–788.
- 36) Carlton, L.G. (1981). Processing visual feedback information in movement control. *Journal of Experimental Psychology*, 7:1019–1031.
- 37) Carr, J., Shepherd, R. (2000). Movement Science: Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation. 2nd ed. Austin, Tex: Pro-Ed Publisher.
- 38) Carr, J., Shepherd, R. (2004). Επικέντρωση άσκησης και εκπαίδευσης σε δραστηριότητες. 'Νευρολογική Αποκατάσταση', 1η έκδοση, Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε., σ.191-193.
- 39) Carr, L.J., Harrison, L.M., Evans, A.L., Stephens, J.A. (1993). Patterns of central motor reorganization in hemiplegic cerebral palsy. *Brain*, 116(Pt 5):1223-47.
- 40) Carroll, W.R., Bandura, A. (1982). The role of visual monitoring in observational learning of action patterns: making the unobservable. *Journal of Motor Behaviour*, 14, 2:153-167.
- 41) Chang, J.J., Wu, T.I., Wu, W.L., Su, F.C. (2005). Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clin Biomech* 20:381–388.
- 42) Chen, Yu-Ping., Kang, Ling-Ju., Chuang, Tien-Yow., Doong, Ji-Liang., Lee, Shwn-Jan., Tsai, Mei-Wun., Jeng, Suh-Fang., Sung, Wen-Hsu. (2007). Use of Virtual Reality to Improve Upper-Extremity Control in Children With Cerebral Palsy: A Single-Subject Design. *Phys Ther*, 87:1441–1457.
- 43) Cherng, R-J., Su, F-C., Chen, J-J. J., Kuan, T-S. (1999). Performance of static standing balance in children with spastic diplegic cerebral palsy under altered sensory environments. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 78(4):336-343.
- 44) Chu, D., Huttenlocher, P.R., Levin, D.N., Towle, V.L. (2000). Reorganization of the hand somatosensory cortex following perinatal unilateral brain injury. *Neuropediatrics*, 31:63-9.

- 45) Chua, R., & Elliott, D. (1993). Visual regulation of manual aiming. *Human Movement Scienc*, 12:365–401.
- 46) Cicinelli, P., Traversa, R., Rossini, P.M. (1997). Post-stroke reorganization of brain motor output to the hand: a 2–4 month follow-up with focal magnetic transcranial stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 105:438–450.
- 47) Colborne, G.R., Wright, F.V., Naumann, S. (1994). Feedback of striceps surae EMG in gait in children with cerebral palsy. *Arch Phys Rehabil*, 75(1):40-5.
- 48) Cooper, J., Majnemer, A., Rosenblatt, B., Birnbaum, R. (1995). The determination of sensory deficits in children with hemiplegic cerebral palsy. *J Child Neurol*, 10:300–9.
- 49) Crenna, P., Inverno, M. (1994). Objective detection of pathophysiological factors contributing to gait disturbance in supraspinal lesions. In: Fedrizzi E, Avanzini G, Crenna P eds, *Motor Development in Children*. New York, NY, USA: John Libbey & Co, 103-118.
- 50) Dan B, Bouillot E, Bengoextea A, Noel P, Khan A,Cheron G. (2000). Head stability during whole body movements in spastic diplegia. *Brain Dev*, 22:99-101.
- 51) De Wit, G. (1972). Optic vesrus vestibular and proprioceptive impulses measured by posturometry. *Agressologie*, 13:75-79.
- 52) DeLuca, S.C., Echols, K., Ramey, S.L., Taub, E. (2003). Pediatric constraint-induced movement therapy for a young child with cerebral palsy: two episodes of care. *Phys Ther*, 83:1003–1013.
- 53) Dichgans, J., Brandt, T. (1978). Visual and vestibular interaction: Effects of self-motion preception and postural control. In *Handbook of Sensory Physiology*, vol.8 (ed. R. Held, H.W. Liebowitz and H. Teuber), Springer-Verlag, Berlin.
- 54) Dietz, V., North, J. (1978). Pre-innervation and stretch responses of triceps brachii in man falling with amd without visual control. *Brain Research*, 142:576-579.
- 55) Dietz, V., Schubert, M., Discher, M., Trippel, M. (1994). Influence of visuoproprioceptive mismatch on postural adjustments. *Gait Posture*, 2:147-155.
- 56) Dietz, V., Trippel, M., Horstmann, G.A. (1991). Significance of proprioceptive and vestibulospinal reflexes in the control of stance and gait. In: Patla AE, ed. *Adaptability of human gait*. Amsterdam: Elsevier, 37-52.
- 57) Donker, S.F., Ledept, A., Roerdink, M., Savelsbergh, G.J.P., Beek, P.J. (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Exp Brain Res*, 184:363–370.

- 58) Dowling JE. (1987). The retina: an approachable part of the brain. Cambridge, MA:Belknap.
- 59) Duque, J., Thonnard, J.L., Vandermeeren, Y., Sebire, G., Cosnard, G., Olivier, E. (2003). Correlation between impaired dexterity and corticospinal tract dysgenesis in congenital hemiplegia. *Brain*, 126:732–747.
- 60) Dursun, E., Dursun, N., Alican, D. (2004). Effects of biofeedback treatment on gait in children with cerebral palsy. *Disabil. Rehabil*, 21;26(2):116-20.
- 61) Edwards, A.S. (1946). Body sway and vision. *J Exp Psychol*, 36:526-535.
- 62) Eliasson, A.C., Gordon, A.M., Forssberg, H. (1991). Basic coordination of manipulative forces in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33:661–70.
- 63) Elliott, D., Carson, R. G., Goodman, D., & Chua, R. (1991). Discrete vs continuous control of manual aiming. *Human Movement Science*, 10:393–418.
- 64) Farmer, S.F., Harrison, L.M., Ingram, D.A., Stephens, J.A. (1991). Plasticity of central motor pathways in children with hemiplegic cerebral palsy. *Neurology*, 41:1505-10.
- 65) Ferdjallah, M., Harris, G.F., Smith, P., Wertsch, J.J. (2002). Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biomech* 17:203– 210.
- 66) Fetters, L., Kluzik, J. (1996). The effect of neurodevelopmental treatment versus practice on the reaching of children with spastic cerebral palsy. *Phys Ther*, 76:346–358.
- 67) Folio, R., Fewell, R. (2000). Peabody Developmental Motor Scales (II). Austin, Tex: Pro-Ed Publisher.
- 68) Forssberg, H., Eliasson, A.C., Redon-Zouiteni, C., Mercuri, E., Dubowitz, L. (1999). Determinate forces in grasping in children with unilateral brain lesions. *Brain*, 122:1157–68.
- 69) Forssberg, H., Nashner, L.M. (1982). Ontogenetic development of postural control in man: adaptation to altered support and visual conditions during stance. *J Neurosci*, 2:545-552.
- 70) Foudriat, B.A., Di Fabio, R.P., Anderson, J.H. (1993). Sensory organization of balance responses in children 3-6 years of age: a normative study with diagnostic implications. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 27:255-271.
- 71) Frascarelli, F., Masia, L., Di Rosa, G., Cappa, P., Petrasca, M., Castelli, E., Krebs, H.I. (2009). The impact of robotic rehabilitation in children with acquired or congenital movement disorders. *Eur J Phys Rehabil Med*, 45:135-41.
- 72) Frostig, M., Horne, D. (1964). The Frostig program for the development of visual perception: Teacher's guide. Chicago: Follett.

- 73) Fugl-Meyer, A.R., Jaasko, I., Leyman, I., Olsson, S., Steglind, S. (1975). The post-stroke hemiplegic patient. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med*, 7:104–122.
- 74) Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton Mifflin, Boston.
- 75) Gordon, A.M., Charles, J., Duff, S.V. (1999). Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. II: Bilateral coordination. *Develop Med Child Neurol*, 41:176–185.
- 76) Gordon, A.M., Charles, J., Steenbergen, B. (1999a). Anticipatory force scaling in children with CP: Evidence for impaired sensori- motor integration. *Pediatric Res*, 60:587–591.
- 77) Gordon, A.M., Duff, S.V. (1999a). Fingertip forces in children with hemiplegic cerebral palsy. I: Anticipatory scaling. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41:166–75.
- 78) Gordon, A.M., Duff, S.V. (1999b). Relation between clinical measures and fine manipulative control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 41:586–91.
- 79) Gordon, J. (1987). Assumptions underlying physical therapy intervention: theoretical and historical perspectives. In: Carr JH, Sheperd, RB, Gordon J, et al., eds. *Movement sciences: foundations for physical therapy in rehabilitation*. Rockville, MD: Aspen, 1-30.
- 80) Gunsolus, P., Welsh, C., Houser, C. (1975). Equilibrium reactions in the feet of children with spastic cerebral palsy and of normal children. *Dev Med Child Neurol*, 17:580-591.
- 81) Hadders-Algra, M., Brogren, E., Katz-Salamon, M., Forssberg, H. (1999a). Periventricular leukomalacia and preterm birth have a different detrimental effect on postural adjustments. *Brain*, 122:727-740.
- 82) Hadders-Algra, M., Van der Fits, I.B.M., Stremmelaar, E.F., Touwen, B.C.L. (1999b). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Dev Med Child Neurol*, 41:766-776.
- 83) Hakkinen, K., Komi, P.V. (1983). Electromyographic changes during strenght training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15, 6:445-460.
- 84) Harris, S.R., Riffle, K. (1986). Effects of inhibitive ankle-foot orthoses on standing balance in a child with cerebral palsy- a single-subject design. *Phys Ther*, 66:663-667.
- 85) Henderson, S.E., Sugden, D.A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. London: Psychological Corporation.
- 86) Henry, S.M., Fung, J., Horak, F.B. (1998). EMG responses to maintain stance during multidirectional surface translations. *J Neurophysiol*, 80:1939-1950.
- 87) Holden, M.K., Dyar, T. (2002). Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. *Neurol Rep*, 26:62–74.

- 88) Horak, F.B., Shumway-Cook, A., Crowe, T.K., Black, F.O. (1988). Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with learning disability and motor impairments. *Dev Med Child Neurol*, 30:64-79.
- 89) Horak, F.B., Shupert, C.L., Dietz, V., Horstmann, G. (1994). Vestibular and somatosensory contributions to responses to head and body displacements in stance. *Exp Brain Res.*, 100:93-106.
- 90) Hubel, D. H. (1988). Eye, brain and vision. New York: Scientific American Library.
- 91) Johansson, R.S., Westling, G., Backstrom, A., Flanagan, J.R. (2001). Eye-hand coordination in object manipulation. *J Neurosci*, 21(17):6917–6932.
- 92) Johansson, G. (1977). Studies on visual perception of locomotion. *Perception*, 6:365-376.
- 93) Jones, T.A., Schallert, T. (1994). Use-dependent growth of pyramidal neurons after neocortical damage. *J Neurosci*, 14:2140–2152.
- 94) Keele, S.W., Summers, J.J. (1976). The structure of motor programs. In: Motor Control: Issues and Trends (ed. G.E. Stelmack) Academic Press, New York.
- 95) Ketelaar, M., Vermeer, A., Hart, H., et al. (2001). Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy. *Phys Ther*, 81:1534–1545.
- 96) Khan, M. A., & Franks, I. M. (2000). The effect of practice on component submovements is dependent on visual feedback. *Journal of Motor Behavior*, 32:227–240.
- 97) Khan, M. A., Elliott, D., Coull, J., Chua, R., & Lyons, J. (2002). Optimal control strategies under different feedback schedules. *Journal of Motor Behavior*, 34:45–57.
- 98) Khan, M. A., Franks, I. M., & Goodman, D. (1998). The effect of practice on the control of rapid aiming movements: Evidence for an interdependency between programming and feedback processing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 51:425–444.
- 99) Khan, M. A., Lawrence, G. P., Franks, I. M., & Buckolz, E. (2004). The utilisation of visual feedback from peripheral and central vision in the control of direction. *Experimental Brain Research*, 158:241–251.
- 100) Khan, M.A., Lawrence, G.P., Franks, I.M., Buckolz, E. (2003). The utilization of visual feedback from peripheral and central vision in the control of direction. *Exp Brain Res*, 158:241–251.
- 101) Kistler,. Bioware Operation Manual for Version 2.0 Type 2812A1-20. Amhurst, NY, Kistler Instrument Corp., 1991-1993.
- 102) Koeda, T., Inoue, M., Takeshita, K. (1997). Constructional dyspraxia in preterm diplegia: isolation from visual and visual perceptual impairments. *Acta Paediatr*, 86:1068-73.

- 103) Kohler, E., et al. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*, 297:846-848.
- 104) Kozeis, N., Anogeianaki, A., Mitova, D.T., Anogianakis, G., Mitov, T., Felekis, A., Saiti, P., Klisarova, A. (2006). Visual function and execution of microsaccades related to reading skills, in cerebral palsied children. *Intern. J. Neuroscience*, 116:1347–1358.
- 105) Kuban, K., Leviton, A. (1994). Cerebral palsy. *N Engl J Med*, 330:188–195.
- 106) Larsson, H.J., Eaton, W.W., Madsen, K.M., Vestergaard, M., Olesen, A.V., Agerbo, E., Schendel, D., Thorsen, P., Mortensen, P.B. (2005). Risk factors for autism: perinatal factors, parental psychiatric history, and socioeconomic status. *Am. J. Epidemiol.*, 161:916–925.
- 107) Lawrence, G.P., Khan, M.A., Buckolz, E., Oldham, A.R.H. (2006). The contribution of peripheral and central vision in the control of movement amplitude. *Human Movement Science*, 25:326–338.
- 108) Ledebt, A., Becher, J., Kapper, J., Rozendaal, R.M., Bakker, R., Leenders, I.C., Savelsbergh, G.J. (2005). Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor Control*, 9(4):459-68.
- 109) Lee, D.N., Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Percept Psychophys*, 15:529-532.
- 110) Lee, D.N., Lishman, R. (1975). Visual proprioceptive control of stance. *J Hum Mov Studies*, 1:87-95.
- 111) Lesny, I., Stehlik, A., Tomasek, J., Tomankova, A., Havlicek, I. (1993) Sensory disorders in cerebral palsy: two-point discrimination. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 35:402–5.
- 112) Liao, H.F., Hwang, A.W. (2003). Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Percept Mot Skills* 96:1173–1184.
- 113) Liao, H.F., Jeng, S.F., Lai, J.S., Lai, J.S., Cheng, C.K., Hu, M.H. (1997). The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy and non-disabled children. *Dev Med Child Neurol*, 39:106-112.
- 114) Liepert, J., Bauder, H., Miltner, W.H., Taub, E., Weiller, C. (2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*, 31:1210–1216.
- 115) Lin, K.C., Wu, C.Y., Trombly, C.A. (1998). Effects of task goal on movement kinematics and line bisection performance in adults without disabilities. *Am J Occup Ther* 52:179–187.
- 116) Lishman, J.R., Lee, D.N. (1973). The autonomy of visual kinaesthesia. *Perception*, 2:287-294.
- 117) Liu, J.M., Li, S., Lin, Q., Li, Z. (1999). Prevalence of cerebral palsy in China. *Int J Epidemiol*, 28:949-54.

- 118) Mackey, A.H., Walt, S.E., Stott, N.S. (2006). Deficits in upper-limb task performance in children with hemiplegic cerebral palsy as defined by 3-dimensional kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 87:207–215.
- 119) Mandich, A.D., Polatajko, H.J. (2005). A cognitive perspective on intervention for children with developmental coordination disorder. In: Sugden DA, Chambers ME, editors. *Children with Developmental Coordination Disorder*. London: Whurr. p 228–241.
- 120) Marlow, N., Wolke, D., Bracewell, M.A., Samara, M. (2005). Neurologic and developmental disability at six years of age after extremely preterm birth. *N. Engl. J. Med.*, 352:9–19.
- 121) McNevin, N.H., Shea, C.H., Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychol Res* 67:22–29.
- 122) McNevin, N.H., Wulf, G. (2002). Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Hum Mov Sci*, 21:187–202.
- 123) Merians, A.S., Jack, D., Boian, R., et al. (2002). Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys Ther*, 82:898–915.
- 124) Merians, A.S., Poizner, H., Boian, R., Burdea, G., Adamovich, S. (2006). Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke?. *Neurorehabil Neural Repair*, 20:252-267.
- 125) Moritani, T., DeVries, H. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58, 3:115-130.
- 126) Mulder, T., Hulstijn, W. (1988). From movement to action: the learning of motor control following brain damage. In *Complex Movement Behaviour: The Motor-Action Controversy* (eds O.G. Meijer and K. Roth) Elsevier Science, New York, pp. 247-259.
- 127) Nashner, L., Woollacott, M. (1979). The organization of rapid postural adjustments of standing humans: an experimental-conceptual model. In: Tallbott RE, Humphrey DR, eds. *Posture and movement*. New York: Raven, 243-257.
- 128) Nashner, L.M. (1977). Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Exp Brain Res*, 30:13-24.
- 129) Nashner, L.M., Shumway-Cook, A., Marin, O. (1983). Stance posture control in selected groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Exp Brain Res*, 49:393-409.
- 130) Nashner, L.M., Sumway-Cook, A., Marin, O. (1983). Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Exp Brain Res*, 49:393-409.

- 131) Newell, K. (1996). Change in movement and skill: learning, retention, and transfer. In: Latask M, Turvey M, eds. *Dexterity and Its Development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 393– 429.
- 132) Nudo, R.J. (2003). Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. *J Rehabil Med*, 7-10.
- 133) Owen, D.H. (1985). Maintaining posture and avoiding tripping. *Clinics in Geriatric Medicine*, 1:581-599.
- 134) Owen, D.H. (1985). Maintaining posture and avoiding tripping. *Clinics in Geriatric Medicine*, 1:581-599.
- 135) Page, S.J. (2004). Modified constraint-induced therapy for hemiparesis: a review. *Crit Rev Phys Rehabil Med*, 16:31-8.
- 136) Paillard, J., & Amblard, B. (1985). Static versus kinetic visual cues for the processing of spatial relationships. In D.J. Ingle, M. Jeannerod, & D. N. Lee (Eds.), *Brain mechanism in spatial vision*, pp. 367–385. La Haye: Martinus Nijhoff.
- 137) Paulus, W., Straube, A., Brandt, T. (1984). Visual stabilisation of posture. *Brain*, 107:1143-1163.
- 138) Peterka, R.J., Black, F.O. (1990). Age-related changes in human postural control: sensory organization tests. *J Vestib Res*, 1:73-85.
- 139) Pfeifer, J., et al. (2007). Mirroring others' emotions relates to empathy and interpersonal competence in children. *Neuroimage*.
- 140) Porro, G., Van der Linden, D., Van Nieuwenhuizen, O., Wittebol-Post, D. (2005). Role of Visual Dysfunction in Postural Control in Children with Cerebral Palsy. *Neural Plasticity*, 12:2-3.
- 141) Portfors-Yeomans, C.V., Riach, C.L. (1995). Frequency characteristics of postural control of children with and without visual impairment. *Dev Med Child Neurol*, 37:456-456.
- 142) Pyk, P., Wille, D., Chevrier, E., Hauser, Y., Holper, L., Fatton, I., Greipl, R., Schlegl, S., Ottiger, L., Rückreim, B., Pescatore, A., Meyer-Heim, A., Kiper, D., Eng, K. (2008). A paediatric interactive therapy system for arm and hand rehabilitation. In: *Virtual Rehabilitation*, Vancouver, Canada, 127-132.
- 143) Qiu, Q., Ramirez, D.A., Saleh, S., Fluet, G.G., Parikh, H.D., Kelly, D., Adamovich, S.V. (2009). The New Jersey Institute of Technology Robot-Assisted Virtual Rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: a feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 6:40.
- 144) Randall, M., Carlin, J.B., Chondros, P., Reddihough, D. (2001). Reliability of the Melbourne assessment of unilateral upper limb function. *Dev Med Child Neurol*, 43:761-767.

- 145) Reid, D. (2002). The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study. *Tech Disabil*, 14:53–61.
- 146) Reid, D. (2002). Virtual reality and the person-environment experience. *Cyberpsychol Behav*, 5:559–564.
- 147) Rizzolatti, G., Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu Rev Neurosci*, 27:169-192.
- 148) Rizzolatti, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. (1999). Resonance behaviors and mirror neurons. *Arch Ital Biol*, 137:85–100.
- 149) Ronnqvist, L., Rosblad, B. (2007). Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clin Biomech* 22:165–175.
- 150) Rose, J., Wolff, D.R., Jones, V.K., Bloch, D.A., Oehlert, J.W., Gamble, J.G. (2002). Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 44:58–63.
- 151) Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., et al. (2005). A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 109:8-14.
- 152) Saavedra, S., Joshi, A., Woollacott, M., Van Donkelaar, P. (2009). Eye hand coordination in children with cerebral palsy. *Exp Brain Res*, 192:155–165.
- 153) Saavedra, S., Woollacott, M., Van Donkelaar, P. (2007). Effects of postural support on eye hand interactions across development. *Exp Brain Res* 180:557–567.
- 154) Scrutton, D. (1984). Management of the motor disorders of children with cerebral palsy.
- 155) Seeger, B.R., Caudrey, D.J., Scholes, J.R. (1981). Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in hemiplegic cerebral palsied children. *Arch Phys Rehabil*, 62(8):364-8.
- 156) Shepherd, R.B. (1995). *Physiotherapy in Pediatrics*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- 157) Shumway-Cook, A. (1989). Equilibrium deficits in children. In: Woollacott M, Shumway-cook A, eds. *Development of posture and gait across the life span*. Columbia: University of South Carolina, 229-252.
- 158) Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Kartin, D., Price, R., Woollacott, M. (2003). Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45:591–602.
- 159) Shumway-Cook, A., Woollacott, M. (1985). The growth stability: postural control from a developmental perspective. *J Motor Behavior*, 17:131-147.

- 160) Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H. (1995). *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Baltimore, Williams & Wilkins, pp 126-131.
- 161) Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H. (2007). *Physiology of Motor Control*. In *Motor Control*, 3rd ed. LWW, pp:46-82.
- 162) Steenbergen, B., Gordon, A.M. (2006). Determinants for activity limitation in hemiplegic Cerebral Palsy: Converging evidence for disorders in motor planning. *Develop Med Child Neurol*, 48:780–783.
- 163) Steenbergen, B., Hulstijn, W., De Vries, A., Berger, M. (1996). Bimanual movement coordination in spastic hemiparesis. *Exp Brain Res*, 110:91–98.
- 164) Steenbergen, B., Meulenbroek, R.G.J. (2006). Deviations in upper limb function of the less-affected side in congenital hemiparesis. *Neuropsychologia*, 44(12):2296-2307.
- 165) Steenbergen, B., Verrel, J., Gordon, A.M. (2007). Motor planning in congenital hemiplegia. *Disability and Rehabilitation*, 29(1):13–23.
- 166) Sugden, D. (2007). Current approaches to intervention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49:467–471.
- 167) Sundermeier, L., Woollacott, M., Jensen, J., Moore, S. (1996). Postural sensitivity to visual flow in aging adults with and without balance problems. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 51:M45-M52.
- 168) Sveistrup, H., Thornton, M., Brvanton, C., et al. (2004). Outcomes of intervention programs using flatscreen virtual reality. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 7:4856–4858.
- 169) Sveistrup, H., Woollacott, M. (1997). Practice modifies the developing automatic postural response. *Exp Brain Res*, 114:33–43.
- 170) Taub, E., Ramey, S., DeLuca, S., Echols, K. (2004). Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics*, 113:305–312.
- 171) Taub, E., Wolf, S. (1997). Constraint-induced movement technique to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Topics Stroke Rehab*, 3:38–61.
- 172) Temprado, J. J., Vieilledent, S., & Proteau, L. (1996). Afferent information for motor control: The role of visual information in different portions of the movement. *Journal of Motor Behavior*, 28:280–287.
- 173) Tessier-Lavigne M. (2000). Visual processing by the retina. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. *Principles of neural science*, 4th ed. New York: McGraw-Hill. pp:507-522.
- 174) Turano KA, Dagnelie G, Herdman SJ. (1996). Visual stabilization of posture in persons with central visual field loss. *Invest. Ophthalmol Vis Sci*, 37:1483-1491.

- 175) Twitchell, T.E. (1958). The grasping deficit in infantile spastic hemiparesis. *Neurology*, 8:13–21.
- 176) Tyschen, L. (1989). Primary maldevelopment of vision motion pathway in humans. *Invest. Ophthalm. Vis. Sci.*, 30(suppl), 302.
- 177) Uvebrant, P. (1988). Hemiplegic cerebral palsy aetiology and outcome. *Acta Paediatrica*, 345(Suppl):1–100.
- 178) Van den Heide, J.C., Hadders-Algra, M. (2005). Postural Muscle Dyscoordination in Children with Cerebral Palsy. *Developmental Neurology*, 12:2-3.
- 179) Van der Heide, J.C., Begeer, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Van Eykern, L.A., et al. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 46:253-266.
- 180) Van der Lee, J.H., Beckerman, H., Knol, D.L., de Vet, H.C., Bouter, L.M. (2004). Clinimetric properties of the motor activity log for the assessment of arm use in hemiparetic patients. *Stroke*, 35:1410–1414.
- 181) Van der Weel, F.R., Van der Meer, A.L.H., Lee, D.N. (1991). Effect of task on movement control in cerebral palsy: implications for assessment and therapy. *Dev Med Child Neurol* 33:419–426.
- 182) Van Roon, D., Steenbergen, B., Meulenbroek, R.G.J. (2005). Movement-accuracy control in tetraparetic cerebral palsy: Effects of removing visual information of the moving limb. *Motor Control*, 9(4):372–394.
- 183) Van Thiel, E., Meulenbroek, R.G.J., Hulstijn, W., Steenbergen, B. (2000). Kinematics of fast hemiparetic aiming movements toward stationary and moving targets. *Exp Brain Res* 132:230–242.
- 184) Volman, M.J., Wijnroks, A., Vermeer, A. (2002). Effect of task context on reaching performance in children with spastic hemiparesis. *Clin Rehabil* 16:684–692.
- 185) Wann, J., Turnbull, J. (1993). Motor skill learning in cerebral palsy: movement, action and computer-enhanced therapy. *Bailliere's Clin Neurol*, 2:15–28.
- 186) Wann, J.P. (1991). The integrity of visual-proprioceptive mapping in cerebral-palsy. *Neuropsychologia*, 29(11):1095–1106.
- 187) Westcott, S.L., Lowes, L.P., Richardson, P.K. (1997). Evaluation of postural stability in children: current theories and assessment tools. *Phys Ther*, 77:629-645.
- 188) Willis, J., Morello, A., Davie, A., et al. (2002). Forced use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics*, 110:94–96.
- 189) Wilson, P., Foreman, N., Stanton, D. (1997). Virtual reality, disability and rehabilitation. *Disabil Rehabil*, 19:213–220.

- 190) Wingert, J.R., Burton, H., Sinclair, R.J., Brunstrom, J.E., Damiano, D.L. (2009). Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90, 3:447-453.
- 191) Winstein, C.J., Schmidt, R.A. (1989). Sensori-motor feedback. In: Human skills (ed. D.H. Holding), 2nd edn, John Wiley and Sons, Chichester, pp. 17-47.
- 192) Wolbrecht, E.T., Chan, V., Reinkensmeyer, D.J., Bobrow, J.E. (2008). Optimizing compliant, model-based robotic assistance to promote neurorehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 16:286-297.
- 193) Wood, N.S., Marlow, N., Costeloe, K., Gibson, A.T., Wilkinson, A.R. (2000). Neurologic and developmental disability after extremely preterm birth. EPICure study group. *N. Engl. J. Med.*, 343:378–384.
- 194) Woollacott, M., Burtner, P., Jensen, J., Jasiewicz, J., Roncesvalles, N., Sveistrup, H. (1998). Development of postural responses during standing in healthy children and in children with spastic diplegia. *Neurosci Biobehav Rev*, 22:583-589.
- 195) Woollacott, M.H., Shumway-Cook, A. (2005). Postural Dysfunction During Standing and Walking in Children with Cerebral Palsy: What Are the Underlying Problems and What New Therapies Might Improve Balance?. *Neural Plasticity*, 12:2-3.
- 196) Wulf, G., McNevin, N., Shea, C.H. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*, 54:1143–1154.
- 197) Wulf, G., Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: a review. *Psychon Bull Rev*, 8:648–660.
- 198) Wurtz RH, Kandel ER. (2000a). Central visual pathways. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. Principles of neural science, 4th ed. New York: McGraw-Hill. pp:523-547.
- 199) Yokochi, K., Hosoe, A., Kodama, M., Kodama, K. (1992). Assessment of upper and lower extremity movements in hemiplegic children. *Brain Dev*, 14:18–22.
- 200) You, S.H., Jang, S.H., Kim, Y-H., Kown, Y-H., Barrow, I. Hallett, M., (2005). Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47:628–635.
- 201) Zanone, P., Kelso, J., Jeka, J. (1993). Concepts and methods for a dynamical approach to behavioural coordination and change. In: Savelsbergh GJ, ed. The Development of Coordination in Infancy. Amsterdam, the Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers, 89–135.