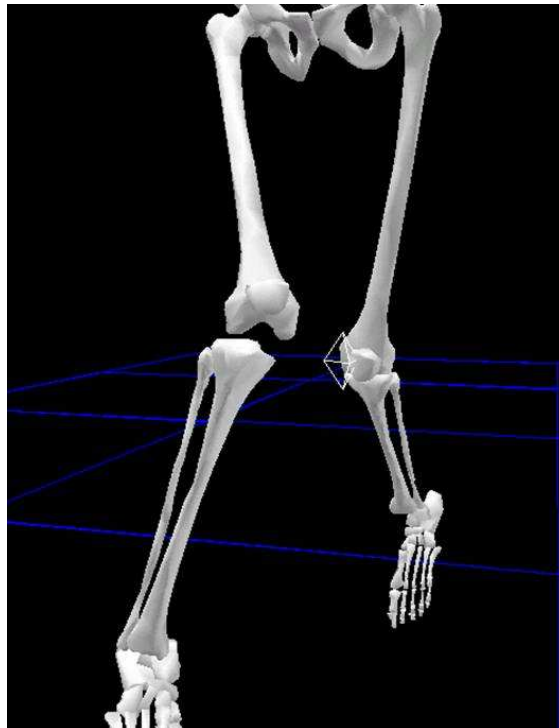


ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Π Τ Υ Χ Ι Α Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

ΘΕΜΑ:

*ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ ΣΠΑΣΤΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ*



Εισηγήτρια:

ΜΗΛΙΩΤΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

Σπουδάστρια:

ΤΖΙΑΡΑ ΑΡΙΣΤΟΝΙΚΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

Εισαγωγή.....	3
1. Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά.....	3
2. Λειτουργικοί περιορισμοί.....	6
3. Αντιμετώπιση.....	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Εισαγωγή.....	8
1. Κινηματική: Περιγραφή της κίνησης.....	8
Τύποι κίνησης.....	9
Επίπεδα κίνησης.....	9
Κατεύθυνση κίνησης.....	10
Εύρος κίνησης.....	10
2. Κινητική: Ανάλυση των δυνάμεων.....	10
Ορισμός των δυνάμεων.....	10
Δύναμη της βαρύτητας-Σταθερότητα.....	11
Νόμοι του Νεύτωνα.....	11
Ορισμός και περιγραφή των μοχλών.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΙΑΠΛΑΣΗ

Εισαγωγή.....	13
1. Ο ρόλος του χόνδρου στη σκελετική διάπλαση.....	14
2. Οι κλινικές επιπτώσεις της σκελετικής διαμόρφωσης.....	15

3. Διαμόρφωση ινώδους ιστού.....	15
----------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΒΑΔΙΣΗΣ

Εισαγωγή.....	17
1. Ο κύκλος βάδισης.....	17
Η φάση στήριξης.....	17
Η φάση αιώρησης.....	18
2. Κινηματική της ανθρώπινης βάδισης.....	19
Κέντρο βάρους.....	19
Κίνηση ισχίου.....	19
Κίνηση γόνατος.....	20
3. Κινητική της ανθρώπινης βάδισης.....	22
Δύναμη αντίδρασης του εδάφους.....	22
Προκύπτουσες ροπές των αρθρώσεων.....	23
Προκύπτουσα ροπή για το ισχίο.....	24
Προκύπτουσα ροπή για το γόνατο.....	24
Προκύπτουσα ροπή για την ποδοκνημική.....	24
Δυνάμεις αντίδρασης αρθρώσεων.....	24
4. Βάδιση στην παιδική ηλικία.....	26

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Εισαγωγή.....	30
1. Σπαστικότητα και εύρος κίνησης.....	31
2. Σπαστικότητα και μυοσκελετική παθολογία.....	31
3. Η αντιμετώπιση της σπαστικότητας στην εγκεφαλική παράλυση.....	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΟΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

Εισαγωγή.....	33
---------------	----

1. Έσω μηριαία συστροφή.....	33
2. Υπεξάρθρημα ισχίου.....	34
3. Εξωτερική κνημιαία συστροφή.....	39
4. Παραμορφώσεις του άκρου ποδός.....	42
Ιπποποδία.....	43
Βλαισό πόδι.....	45
Ραιβό πόδι.....	47
Βλαισό μεγάλο δάχτυλο.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΒΑΔΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

Εισαγωγή.....	49
1. Βάδιση με έσω στροφή.....	50
Επίδραση της κάμψης ισχίου στις δυνάμεις των μυών που προκαλούν έσω στροφή.....	50
Συμβολή των ισχιοκνημιαίων και προσαγωγών στη βάδιση με έσω στροφή.....	51
Επίδραση της πελματιαίας κάμψης στη βάδιση με έσω στροφή.....	53
2. Η βάδιση crouch.....	54
Μη φυσιολογικό ζεύγος πελματιαίας κάμψης-έκτασης γόνατος.....	55
Συμβολή των μυών στην έκταση ισχίου και γόνατος.....	57
Ο ρόλος των ισχιοκνημιαίων και του λαγονοψοϊτη στη βάδιση crouch.....	60
Η επίδραση του προτύπου crouch στην ικανότητα των μυών να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο.....	62
Επιδράσεις στις κινήσεις του γόνατος του άκρου αιώρησης.....	64
3. Βάδιση δύσκαμπτου γόνατος.....	69
Μύες που επηρεάζουν την ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη.....	72
4. Βάδιση με ιπποποδία.....	75
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας είναι το τμήμα των σπουδών στο τελευταίο έτος που απαιτείται για την κατάκτηση του πτυχίου. Δεν αποτελεί όμως μόνο έναν υποχρεωτικό στόχο για την ολοκλήρωση της φοίτησης, αλλά και μια ευκαιρία για αύξηση των γνώσεων που μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά εφόδια στην επαγγελματική μας πορεία.

Η εγκεφαλική παράλυση περιλαμβάνει ευρύ φάσμα παθολογικών διαταραχών και η ενασχόληση με ασθενείς κάποιας μορφής της απαιτεί πολλές γνώσεις κινηματικής και κινητικής, όχι μόνο της παθολογικής διαταραχής αλλά και της φυσιολογικής κίνησης. Η ανάλυση της κίνησης είναι ένας τομέας που με γοητεύει, καθώς πιστεύω ότι είναι η βάση για μία θεραπευτική παρέμβαση. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Μηλιώτη Στυλιανή που μου έδωσε το έναυσμα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα και με βοήθησε στην ολοκλήρωση της παρακάτω εργασίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα της παρούσας εργασίας αφορά τη λειτουργία των κάτω άκρων στις σπαστικές μορφές της εγκεφαλικής παράλυσης. Συγκεκριμένα, γίνεται κινηματική και κινητική ανάλυση των παθολογικών προτύπων βάρδισης που παρουσιάζονται συχνά ως αποτέλεσμα της εγκεφαλικής παράλυσης.

Η εργασία αποτελείται από δύο βασικά τμήματα, το γενικό και το ειδικό μέρος. Το γενικό μέρος περιλαμβάνει τα τέσσερα πρώτα κεφάλαια και το ειδικό μέρος τα επόμενα τρία. Στο 1^ο κεφάλαιο του γενικού μέρους γίνεται αναφορά στις μορφές της εγκεφαλικής παράλυσης, τα χαρακτηριστικά τους, τους θεραπευτικούς στόχους και τους τρόπους αντιμετώπισης. Στο 2^ο περιγράφονται βασικές αρχές βιομηχανικής του ανθρώπινου σώματος και στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρεται η σημασία της σκελετικής διάπλασης. Τέλος, στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή της κινηματικής και της κινητικής ανάλυσης της φυσιολογικής βάρδισης καθώς επίσης και κάποιων στοιχείων για τη βάρδιση στην παιδική ηλικία. Το ειδικό μέρος περιλαμβάνει το 5^ο, 6^ο και 7^ο κεφάλαιο της εργασίας. Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη σπαστικότητα και την επίδρασή της στο μυοσκελετικό σύστημα. Στο 6^ο κεφάλαιο περιγράφονται βασικές παραμορφώσεις των κάτω άκρων που παρατηρούνται στην εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής και αναφέρεται η επίδρασή τους στη βάρδιση. Τέλος, στο 7^ο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή βασικών παθολογικών προτύπων βάρδισης που εκδηλώνονται συχνά από ασθενείς με σπαστική εγκεφαλική παράλυση και γίνεται κινηματική και κινητική ανάλυση προς αναζήτηση των αιτιών τους.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εγκεφαλική παράλυση είναι μία νευρολογική κατάσταση που αντιμετωπίζεται πιο συχνά από φυσιοθεραπευτές εξειδικευμένους στα παιδιά. Είναι μία μόνιμη αλλά όχι αμετάβλητη νευροαναπτυξιακή διαταραχή που προκαλείται από κάποια μη εξελίξιμη βλάβη ή κάκωση σε μία περισσότερες περιοχές του ανώριμου εγκεφάλου. Μπορεί να προκληθεί από λοίμωξη, τραύμα, κρανιακή υποξία ή από κληρονομικότητα και είναι συχνά συνδεδεμένη με ανεπάρκεια του πλακούντα, προωρότητα, βαθμού III ή IV αιμορραγία κάτω κοιλιακής φλέβας. Η κάκωση ή βλάβη μπορεί να συμβεί μέσα στην μήτρα ή κατά τη διάρκεια της γέννησης ή αμέσως μετά από αυτή και προκαλεί κινητικές βλάβες και πιθανά αισθητικά ελλείμματα που είναι έκδηλα στην αρχή της νηπιακής ηλικίας. Προοδευτικές μυοσκελετικές βλάβες είναι φανερές στα περισσότερα παιδιά. Η εγκεφαλική παράλυση περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα άκρα και συχνά τον κορμό. Προκαλεί διαταραχές στην εκούσια κινητική λειτουργία και προκαλεί μια ποικιλία από συμπτώματα. Ωστόσο, η εγκεφαλική παράλυση είναι από μόνη της μια τεχνητή γενική ιδέα που περιλαμβάνει διάφορες αιτίες και κλινικά σύνδρομα που έχουν ομαδοποιηθεί λόγω της κοινής τους αντιμετώπισης. Ο έλεγχος και ο συντονισμός των μυών που έχουν πάθει βλάβη συνοδεύονται από καθυστέρηση στην αντιληπτική ικανότητα και μαθησιακές δυσκολίες στο 50% με 75% των παιδιών καθώς και με διαταραχές στην ομιλία (25%), βλάβες στην ακοή (25%), επιληπτικές κρίσεις (25%-35%) ή διαταραχές στην όραση (40%-50%). Κοινωνικά και οικογενειακά προβλήματα μπορεί να εμφανιστούν ως δευτερεύοντα στην παρουσία των πρωταρχικών ελλειμμάτων και περιλαμβάνουν παροξυσμούς, προβλήματα ύπνου, πόνο και δυσκολίες στην αυτό-φροντίδα (Onley and Wright 2005).

1.ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Οι βλάβες στην εγκεφαλική παράλυση είναι προβλήματα του νευρομυϊκού και σκελετικού συστήματος που είτε είναι το άμεσο αποτέλεσμα της υπάρχουσας παθοφυσιολογικής διαδικασίας ή μια έμμεση επίπτωση που αναπτύχθηκε με το πέρασμα του χρόνου.

Σπαστική Εγκεφαλική Παράλυση

- Αυξημένος μυϊκός τόνος, κυρίως σε αντιβαρυντικές μυϊκές ομάδες
- Η μυϊκή ανισορροπία μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμούς του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, όπως στην προβολή και στροφή της ωμοπλάτης προς τα εμπρός, στην κάμψη, απαγωγή, έξω στροφή της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης, στην έκταση του αγκώνα, του καρπού και των δακτύλων, στον υπτιασμό του αντιβραχίου, στην απαγωγή, έκταση κι έξω στροφή του ισχίου, στην έκταση του γόνατος, στη ραχιαία κάμψη και την ανάσπαση έσω χείλους της ποδοκνημικής.

Σπαστική Τετραπληγία

- Προσβάλλει τα άνω και τα κάτω άκρα, καθώς και τους μυς του λαιμού, του αυχένα και του κορμού.
- Τα πρώτα συμπτώματα μπορεί να είναι ασυνέργεια κατά τη λήψη τροφής στα νεογνά και γενική υποτονία· ο χαμηλός μυϊκός τόνος προοδευτικά μετατρέπεται σε μυϊκή ανισορροπία και σπαστικότητα μετά τον πρώτο χρόνο.
- Οι πρώτες νευροκινητικές ενδείξεις για θεραπεία, είναι: πολύ ευθεία θέση της κεφαλής στην πρηνή από μικρή ικανότητα για κάμψη ή ανύψωση της κεφαλής από ύπτια θέση, οι αγκώνες σε κάμψη τοποθετημένοι καλά πίσω από τους ώμους στην πρηνή μαζί με ανικανότητα να φτάσουν κάτι ή να εκτείνουν τα χέρια στη μέση γραμμή από ύπτια, καθώς επίσης μικρή απομονωμένη κίνηση των δακτύλων, τα κάτω άκρα σε έκταση με ελάχιστη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής.
- Τα ίδια συμπτώματα εμφανίζονται επίσης στην παροδική δυστονία, η οποία υποχωρεί στο 1^ο έτος της ηλικίας.
- Μπορεί να συνοδεύεται με παροξυσμούς, υπεξάρθρημα του ισχίου, αντιληπτικά, οπτικά, ακουστικά και στοματοκινητικά ελλείμματα.

Σπαστική Διπληγία

- Κυρίως προσβάλλει τα κάτω άκρα.
- Η βάδιση χαρακτηρίζεται κυρίως από μικρού μήκους βήματα, υπερβολική προσαγωγή των ισχίων κι έσω στροφή και πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής.

- Κινήσεις αμοιβαίας εναλλαγής στο μπουσούλισμα και ο διαχωρισμός σε όλες τις θέσεις είναι δύσκολο να κατακτηθεί.

- Έχει υψηλή συσχέτιση με την προωρότητα
- Μπορεί να σχετίζεται με στοματοκινητικά ελλείμματα.

Σπαστική Ημιπληγία

- Προσβάλλεται η μία πλευρά του σώματος, κυρίως ο κορμός και τα άκρα.

- Τα παιδιά έχουν συνήθως την τάση να αδιαφορούν για την προσβεβλημένη πλευρά και να την αντισταθμίζουν με την αντίθετη.

- Σπάνια κινητική καθυστέρηση

- Μία δευτερογενής παραμόρφωση είναι η βράχυνση του αχίλλειου τένοντα, μία κοινή επιπλοκή, που μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με άμεση παρέμβαση

- Αυξημένη προσπάθεια στη μη προσβεβλημένη πλευρά μπορεί να προκαλέσει σχετικές αντιδράσεις: προσαγωγή των ωμοπλάτων, έξω στροφή του ώμου, κάμψη αγκώνα, προσαγωγή, έσω στροφή των κάτω άκρων και πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής.

- Μπορεί να σχετίζεται με στραβισμό, παροξυσμούς, διαταραχές στην ομιλία, τη μάθηση και την αντιληπτικότητα.

Αταξική Εγκεφαλική Παράλυση

- Γενικευμένος χαμηλός μυϊκός τόνος· στα νεογνά μπορεί αρχικά να διαγνωσθεί με το "Σύνδρομο χαλαρού παιδιού".

- Χαρακτηριστικό είναι η μεγάλη βάση στήριξης σε θέσεις ενάντια στη βαρύτητα.

- Η αταξία και η ασυνέργεια προκαλούνται από τη μειωμένη βάση στήριξης καθώς τα παιδιά προσλαμβάνουν περισσότερο ευθείς θέσεις.

- Οι απαγωγείς του ισχίου λειτουργούν περιστασιακά.

- Μπορεί να συνοδεύεται με χαμηλή οπτική ικανότητα και καθυστέρηση στην ομιλία.

- Έχει μεγάλη συσχέτιση με διαταραγμένη εγκεφαλική ανάπτυξη.

Αθετωσική Εγκεφαλική Παράλυση

- Ο πιο κοινός τύπος δυσκινητικής εγκεφαλικής παράλυσης
- Χαρακτηρίζεται από ακούσιες κινήσεις συνδεδεμένες με αστάθεια κατά τη λήψη θέσεων και ασταθή μυϊκό τόνο, κυρίως κατά την ομιλία, τη λήψη τροφής και τη δραστηριότητα των άνω άκρων.
- Έχει μεγάλη συσχέτιση με ερυθροβλάστωση και δευτερογενώς μετά από ασυμφωνία Rhesus μητέρας-εμβρύου και υπερχολερυθριναιμία
- Η αντιληπτική ικανότητα είναι μέσα στα φυσιολογικά επίπεδα.
- Μπορεί να υπάρχει απώλεια ακουστικής ικανότητας

Μικτή Εγκεφαλική Παράλυση

- Συνήθως παρουσιάζεται με αθέτωση και σπαστικότητα, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει και άλλους συνδυασμούς.

Άλλες Μορφές

- Σπάνιοι τύποι εγκεφαλικής παράλυσης που δεν αντιστοιχούν στις παραπάνω κατηγορίες, περιλαμβάνουν άλλους τύπους δυσκινητικής ή ατονικής εγκεφαλικής παράλυσης, που μπορεί να είναι μεταβατικοί σε νήπια και μετά να εξελιχθούν σε σπαστική ή αθετωσική εγκεφαλική παράλυση.

2.ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

1. Εξαρτώνται από τον τύπο της εγκεφαλικής παράλυσης.
2. Οι περιορισμοί του εύρους κίνησης μπορεί να εμποδίσουν την κινητικότητα των παιδιών με σπαστικότητα.
3. Βάδιση χωρίς βοηθήματα μπορεί να επιτευχθεί από παιδιά με ημιπληγία και μερικά παιδιά με διπληγία ή αταξία· βάδιση με βακτηρίες, υποστηρίγματα μπορεί να επιτευχθεί από παιδιά με διπληγία, μερικά με αθέτωση και λίγα με τετραπληγία.
4. Η υποτονία και η υπερκινητικότητα των αρθρώσεων με την αταξία μπορεί να μειωθούν με την πάροδο της ηλικίας και να αυξηθεί το λειτουργικό επίπεδο.
5. Η ανεξαρτησία στην κίνηση και οι δεξιότητες μπορούν να επιτευχθούν από παιδιά με ημιπληγία και ελαφρώς από παιδιά με μετρίου βαθμού διπληγία.

3.ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Η φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση της εγκεφαλικής παράλυσης περιλαμβάνει τους εξής στόχους: (1) ανάπτυξη των κινητικών ικανοτήτων και αποφυγή των βραχύνσεων, (2) παροχή προϋποθέσεων για στοματική κίνηση και λειτουργία στο γενικό πλαίσιο της συνολικής κινητικής λειτουργίας του παιδιού, (3) αναγνώριση και απάντηση στις διαταραχές του τόνου με σκοπό την αύξηση των ευκαιριών για κινήσεις που ξεκινούν χωρίς καμιά εξωτερική υποστήριξη (4) ελαχιστοποίηση ή πρόληψη συνεπειών με πρόωρη ευθυγράμμιση ή νευροκινητικών προβλημάτων μετά από άμεση παρέμβαση.

Η συμπληρωματική παρέμβαση της εγκεφαλικής παράλυσης περιλαμβάνει (1)τον άμεσο μυϊκό ερεθισμό: ο νευρομυϊκός ηλεκτρικός ερεθισμός σύμφωνα μ' ένα ειδικά προσανατολισμένο πρόγραμμα φυσικοθεραπείας μπορεί να συντελέσει σε λειτουργικά επιτεύγματα με τη μυϊκή ομάδα που έγινε ο ερεθισμός. (2) Νευροχειρουργική: α) ηλεκτρικός ερεθισμός κατά μήκος του νωτιαίου μυελού με ηλεκτρόδια τοποθετημένα στη σκληρά μήνιγγα έχει δείξει ότι αλλάζει, και ως επί το πλείστον, μειώνει τη σπαστικότητα. β) Επιλεκτική Ραχιαία Ριζοτομή. 3) Φαρμακευτική αγωγή: α) η βακλοφαίνη μπορεί να μειώσει τη σπαστικότητα ή τις ακούσιες κινήσεις, β) το Dantrolene Sodium επίσης αναφερθεί ότι μειώνει τη σπαστικότητα, αλλά λειτουργικές αλλαγές δεν έχουν καταγραφεί, γ) Εγχύσεις φαινόλης σε συγκεκριμένους μύες, ειδικά στο σύμπλεγμα γαστροκνημίου-υποκνημιδίου έχουν σχετισθεί με μικρής διάρκειας μείωση της σπαστικότητας. Επίσης, για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων της εγκεφαλικής παράλυσης γίνεται χρήση γύψου ή νάρθηκα που κυρίως βελτιώνουν την ευθυγράμμιση, δίνουν σταθερότητα και αλλάζουν τη σχέση του τόνου των μυών. Τέλος, πραγματοποιούνται χειρουργικές επεμβάσεις, από επιμήκυνση τένοντα μέχρι ανάπλαση οστού (Long and Cintas 1995).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ

ΣΩΜΑΤΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως προαναφέρθηκε στο τέλος του προηγούμενου κεφαλαίου, υπάρχουν πολλοί τρόποι θεραπείας της εγκεφαλικής παράλυσης, που στοχεύουν κυρίως στη διευκόλυνση της κινητικής λειτουργίας. Η επιλογή του πιο κατάλληλου τρόπου θεραπείας ή του συνδυασμού κάποιων μέσων είναι ανάλογη με τις ατομικές απαιτήσεις κάθε ασθενούς. Βασική προϋπόθεση για την εμβάθυνση στην παθολογικές διαταραχές κάθε ατόμου είναι η γνώση των φυσικών αρχών που κυβερνούν την κίνηση των τμημάτων του σώματος και του ανθρώπινου σώματος σα σύνολο καθώς και η γνώση των δυνάμεων που το επηρεάζουν. Παρακάτω περιγράφονται βασικά στοιχεία βιομηχανικής του ανθρώπινου σώματος.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Το ανθρώπινο σώμα απαρτίζεται από ένα μεγάλο αλλά συγκεκριμένο αριθμό συστατικών μερών. Τα συστατικά αυτά μέρη μπορούν να συνδυαστούν για να παράγουν μια τεράστια ποικιλία στάσεων και κινήσεων. Η γνώση των φυσικών αρχών που κυβερνούν το σώμα και των δυνάμεων που το επηρεάζουν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την εξέταση της δομής και λειτουργίας των επιμέρους συστατικών. Η μελέτη της μηχανικής του ανθρώπινου σώματος αναφέρεται ως *βιομηχανική* και αποτελείται από την κινηματική και την κινητική. Η κινηματική είναι ο κλάδος της βιομηχανικής που περιλαμβάνει την περιγραφή της κίνησης του σώματος χωρίς να αναφέρεται σε δυνάμεις που παράγουν την κίνηση. Η κινητική είναι ο κλάδος της βιομηχανικής που μελετά τις δυνάμεις που παράγουν μια κίνηση ή διατηρούν την ισορροπία (Levangie and Norkin 2001).

1.ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ο ανθρώπινος σκελετός αποτελεί ένα σύστημα μοχλών. Ένας μοχλός μπορεί να έχει οποιοδήποτε σχήμα και κάθε μακρύ οστό είναι σαν μία άκαμπτη ράβδος που μπορεί να μεταβιβάσει, να δεχτεί και να τροποποιήσει τη δύναμη και την κίνηση. Οι κινηματικές μεταβλητές μιας κίνησης μπορεί να περιλαμβάνουν (1) τον τύπο της κίνησης που εμφανίζεται, (2) τα επίπεδα της κίνησης, (3) την κατεύθυνση της κίνησης, (4) το εύρος της κίνησης και (5) τη διάρκεια της κίνησης.

ΤΥΠΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στροφική ή κυκλική ονομάζεται η κίνηση ενός σώματος ή τμήματος αυτού γύρω από ένα σταθερό άξονα, έτσι ώστε όλα τα τμήματα του σώματος να κινούνται σε αψίδες και να διανύουν τις ίδιες γωνιακές μετατοπίσεις.

Η *γραμμική* κίνηση παρουσιάζεται όταν όλα τα μέρη ενός σώματος κινούνται στην ίδια διεύθυνση και φορά και διανύουν για ίδιους χρόνους ίδια διαστήματα.

Οι στροφικές και οι γραμμικές κινήσεις εμφανίζονται στις ανθρώπινες αρθρώσεις συνήθως ταυτόχρονα. Παρόλο που η κυκλική κίνηση μπορεί να επικρατεί στις περισσότερες αρθρώσεις, παρουσιάζεται συχνά και σύγχρονη κίνηση του άξονα στο διάστημα. Όταν ένα αντικείμενο στρέφεται γύρω από έναν άξονα και κινείται στο διάστημα την ίδια χρονική στιγμή, το αντικείμενο περιγράφει μια τρίτη διαδρομή, γνωστή ως *καμπυλόγραμμη* κίνηση. Η καμπυλόγραμμη κίνηση είναι σαν την τροχιά που διαγράφει ένα βλήμα (βαλλιστική). Κλασικό παράδειγμα καμπυλόγραμμης κίνησης αποτελεί το πέταγμα μιας μπάλας, όπου η μπάλα κινείται στο διάστημα και στρέφεται γύρω από τον άξονά της ταυτόχρονα. Η καμπυλόγραμμη κίνηση αποτελεί τον πιο συχνό τύπο κίνησης στο ανθρώπινο σώμα.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Μία κινηματική περιγραφή πρέπει να περιλαμβάνει τα τμήματα και τις αρθρώσεις του σώματος που κινούνται, καθώς επίσης και την τοποθεσία, το επίπεδο της κίνησης. Υπάρχουν τα εξής επίπεδα κίνησης:

1. το *οβελιαίο* επίπεδο χωρίζει το σώμα σε αριστερό και δεξιό τμήμα. Οι κινήσεις στο οβελιαίο επίπεδο γίνονται γύρω από έναν πρόσθιο (μετωπιαίο άξονα).
2. το *εγκάρσιο* επίπεδο χωρίζει το σώμα σε άνω και κάτω τμήμα. Οι κινήσεις σ' αυτό το επίπεδο γίνονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα.
3. το *μετωπιαίο* επίπεδο χωρίζει το σώμα σε πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα. Οι κινήσεις στο μετωπιαίο επίπεδο γίνονται γύρω από έναν πρόσθιο-οπίσθιο άξονα.

KATEYΘYNSH THΣ KINHSHΣ

Η *κάμψη* αναφέρεται στην κίνηση ενός ή δύο οστικών μοχλών γύρω από μία αξονική άρθρωση έτσι ώστε οι επιφάνειές τους να πλησιάζουν η μία την άλλη. Η κίνηση αυτή στο ίδιο επίπεδο αλλά στην αντίθετη κατεύθυνση ονομάζεται έκταση. Η κάμψη και η έκταση συμβαίνουν συνήθως στο οβελιαίο επίπεδο γύρω από ένα μετωπιαίο άξονα, παρόλο που υπάρχουν εξαιρέσεις (κάμψη και έκταση της καρπομετακάρπιας άρθρωσης του αντίχειρα).

Απαγωγή είναι η κίνηση ενός ή δύο τμημάτων μιας άρθρωσης γύρω από έναν άξονα, έτσι ώστε τα περιφερικά τμήματα να απομακρύνονται από τη μέση γραμμή του σώματος. Η προσαγωγή συμβαίνει στο ίδιο επίπεδο αλλά στην αντίθετη κατεύθυνση. Όταν το τμήμα που κινείται είναι μέρος της μεσότητας του σώματος (π.χ. κεφάλι και κορμός), η κίνηση ονομάζεται πλάγια κάμψη. Η προσαγωγή, η απαγωγή και η πλάγια κάμψη συμβαίνουν συνήθως στο μετωπιαίο επίπεδο γύρω από έναν προσθιοπίσθιο άξονα, παρόλο που υπάρχουν κάποιες εξαιρέσεις (π.χ. καρπομετακάρπια προσαγωγή και απαγωγή του αντίχειρα).

Η έσω και η έξω στροφή καθώς και οι στροφές του κορμού και της κεφαλής γίνονται στο εγκάρσιο επίπεδο γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα.

EYPOΣ THΣ KINHSHΣ

Τροχιά κίνησης ή εύρος κίνησης μιας άρθρωσης ονομάζεται το φυσιολογικό τόξο το οποίο μπορεί να διαγράψει το κινούμενο τμήμα της άρθρωσης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για τη μέτρηση του εύρους των αρθρώσεων είναι η γωνιομετρία. Το μέγεθος της κίνησης μπορεί επίσης να δοθεί ως οι μοίρες που διαγράφει ένα αντικείμενο καθώς στρέφεται ανά δευτερόλεπτο (γωνιακή ταχύτητα) (Levangie and Norkin 2001).

2.ΚΙΝΗΤΙΚΗ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Η δύναμη είναι μία ώθηση ή μια έλξη που ασκείται από ένα αντικείμενο σε ένα άλλο. Οι εξωτερικές δυνάμεις είναι ωθήσεις ή έλξεις που προκύπτουν από πηγές έξω από το σώμα. Η βαρύτητα είναι μία εξωτερική δύναμη που υπό φυσιολογικές

συνθήκες επηρεάζει όλα τα αντικείμενα. Οι εσωτερικές δυνάμεις προέρχονται μέσα από το ανθρώπινο σώμα (π.χ. έλξη ενός οστού από ένα μυ) και είναι απαραίτητες για την ανθρώπινη φυσιολογική λειτουργία.

Όλες οι δυνάμεις απεικονίζονται με τη χρήση των διανυσμάτων, τα οποία έχουν τέσσερα χαρακτηριστικά: (1) σημείο εφαρμογής, (2) γραμμή εφαρμογής, (3) διεύθυνση και (4) μέγεθος.

ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ-ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ

Βαρύτητα είναι η έλξη ενός αντικειμένου από τη γη. Η επιτάχυνση της βαρύτητας κοντά στην επιφάνεια της γης είναι 32πόδια/δευτερόλεπτο ή 9,8μέτρα/δευτερόλεπτο. Το κέντρο της βαρύτητας (κέντρο μάζας) είναι το γεωμετρικό σημείο γύρω από το οποίο κάθε μόριο της μάζας ενός σώματος είναι ισάριθμα καταναμημένο. Ένα σώμα συμπεριφέρεται σαν ολόκληρη η μάζα του να βρίσκεται πάνω στο κέντρο βάρους του είτε όταν η μάζα του δρα η ίδια είτε όταν δρουν επάνω της δυνάμεις (Τσακλής Π.). Κάθε τμήμα του σώματος έχει και ένα κέντρο βάρους. Το κέντρο βάρους ολόκληρου του σώματος στην ανατομική θέση είναι περίπου στο δεύτερο οσφυϊκό σπόνδυλο. Η σταθερότητα ενός σώματος επιτυγχάνεται όταν η γραμμή βαρύτητάς του βρίσκεται μέσα στη βάση στήριξης. Όσο πιο μεγάλη είναι η βάση στήριξης τόσο μεγαλύτερη είναι η σταθερότητα (Levangie and Norkin 2001).

ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΑ

Οι τρεις νόμοι του Νεύτωνα που αφορούν τη μηχανική είναι οι εξής:

1. ο νόμος της αδράνειας (πρώτος νόμος) λέει ότι ένα αντικείμενο θα τείνει να διατηρηθεί σε στάση ή σε ευθυγράμμιση και ισοταχή κίνηση, εκτός και αν κάποια εξωτερική δύναμη αλλάξει την κατάσταση αυτή.
2. ο νόμος της επιτάχυνσης (δεύτερος νόμος) λέει ότι η επιτάχυνση ενός αντικειμένου είναι ανάλογη προς τη δύναμη που ασκείται πάνω του και αντιστρόφως ανάλογη προς τη μάζα του αντικειμένου.
3. ο νόμος της δράσης-αντίδρασης λέει ότι για κάθε δράση υπάρχει μια ίσου μέτρο αλλά αντίθετης φοράς αντίδραση. Έτσι οι δυνάμεις εργάζονται σε ζεύγη. Όταν το κάτω άκρο πιέζει το έδαφος

καθώς περπατά, το έδαφος πιέζει το κάτω άκρο με μια ίσου μέτρου, αλλά αντίθετης φοράς δύναμη (Δούκας Ν.).

ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΜΟΧΛΩΝ

Ο μοχλός είναι ένα μηχανικό σύστημα μετάδοσης ενέργειας, με σκοπό την παραγωγή έργου. Το ανθρώπινο σώμα και συγκεκριμένα το μυοσκελετικό σύστημα, είναι ένα σύστημα μοχλών, η δράση των οποίων παράγει την κίνηση στο σώμα και τη μεταφορά ενέργειας από αυτό σε άλλα σώματα (Τσακλής Π.). Στις περιγραφές των μοχλών του σώματος υπάρχουν τρία σημεία: (1) Το *υπομόχλιο* είναι ένα σημείο του άξονα γύρω από το οποίο στρέφεται η μάζα και περνάει μέσα από την άρθρωση στην οποία γίνεται η κίνηση, (2) η *δύναμη* και (3) η *αντίσταση* (Δούκας Ν.).

Μοχλός 1^{ου} είδους: παρουσιάζει το υπομόχλιο μεταξύ της δύναμης και της αντίστασης (π.χ. τραμπάλα). Το ανθρώπινο σώμα έχει πολύ λίγους μοχλούς 1^{ου} είδους.

Μοχλός 2^{ου} είδους: παρουσιάζει την αντίσταση μεταξύ υπομοχλίου και δύναμης

Μοχλός 3^{ου} είδους: παρουσιάζει τη δύναμη μεταξύ υπομοχλίου και αντίστασης. Στο ανθρώπινο σώμα υπερέχουν οι μοχλοί 3^{ου} είδους, οι οποίοι βρίσκονται σχεδόν εξολοκλήρου στα άνω και τα κάτω άκρα (Δούκας Ν.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΙΑΠΛΑΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εγκεφαλική παράλυση είναι μια μόνιμη αλλά όχι αμετάβλητη νευροαναπτυξιακή διαταραχή που προκαλείται από διάφορες αιτίες κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης, της γέννησης ή λίγο μετά από αυτή. Αυτό σημαίνει ότι όσο νωρίτερα γίνει η διάγνωση τόσο καλύτερα αποτελέσματα θα έχει η θεραπεία μια και ο νεαρός σκελετός είναι εύπλαστος και ευμετάβλητος. Συνεπώς, η έγκαιρη παρέμβαση, στην παιδική ηλικία, βελτιώνει τη στάση και την ευθυγράμμιση των αρθρώσεων και ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες ανάπτυξης οστικών και αρθρικών παραμορφώσεων. Επομένως, η γνώση της σκελετικής διάπλασης έχει πολύ μεγάλη κλινική σημασία.

ΔΙΑΠΛΑΣΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Η ανάπτυξη του σκελετού καλύπτει χρονικά την περίοδο από την 5^η εβδομάδα της κύησης, όπου κάνει την εμφάνιση του ο υαλοειδής χόνδρος μέχρι το τέλος της οστεοποίησης που μπορεί να είναι το αργότερο στην ηλικία των 25 ετών.¹ Κατά τη διάπλαση του σκελετού μεταγεννητικά χάνεται σταδιακά το πρότυπο χόνδρου των οστών και των αρθρώσεων και επανασχεδιάζεται καθώς αυτά οστεοποιούνται. Δομές που είχαν σχεδιαστεί για να ταιριάζουν μέσα στη μήτρα, αναδιαμορφώνονται για να αντέχουν χιλιάδες από τις καθημερινές απαιτήσεις της ενήλικης ζωής. Ο Harold Frost (1986), ο οποίος έχει κάνει μελέτη για τη σκελετική ανάπτυξη, δηλώνει: <<...ο σκελετός μεταγεννητικά είναι αρχιτεκτονικά ρευστός κατά ένα σημαντικό βαθμό και... το πρότυπο του ώριμου σκελετού αντανακλά το πρότυπο της μηχανικής του χρήσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, σε συνδυασμό με τις αρχικές συνθήκες που καθιερώθηκαν από την τυφλή καταστροφή του εμβρυικού κατασκευαστικού προσχεδίου>>. <<Από τη στιγμή που το νευρικό σύστημα συντονίζει τις μυϊκές συσπάσεις στα διάφορα πρότυπα, άρα η εισφορά της διάπλασης του χόνδρου στη διαμόρφωση των αρθρώσεων και την ευθυγράμμιση των άκρων πρέπει να αντανακλά επίσης τη βέβαιη κυριότητα αυτού του νευρολογικού ελέγχου>>.

1.Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΧΟΝΔΡΟΥ ΣΤΗ ΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΔΙΑΠΛΑΣΗ

Σύμφωνα με τον Frost (1986), ο χόνδρος παίζει ένα κυρίαρχο ρόλο στην σκελετική ανάπτυξη κι εξέλιξη, πριν αλλά και μετά τη γέννηση, μια και καθορίζει τον ακριβή αριθμό, την τοποθεσία και το σχήμα των εμβρυικών προτύπων των περισσότερων οστών, όπως και τους προσανατολισμούς τους, την ευθυγράμμιση και τις αρθρώσεις. Τα πρότυπα του υαλοειδούς χόνδρου περιλαμβάνουν το βασικό σχήμα του εμβρυϊκού σκελετού και αρχίζουν να εμφανίζονται στην πέμπτη εβδομάδα κύησης με το σχηματισμό χονδροκυττάρων. Τα χονδροκύτταρα χτίζουν ένα καλούπι που καλύπτεται έπειτα από το περιχόνδριο, ένα περίβλημα συνδετικού ιστού, τα εσωτερικά κύτταρα του οποίου παράγουν τον υαλοειδή χόνδρο. Μέχρι την έβδομη εβδομάδα κύησης, τα πρότυπα χόνδρου, που έχουν εμποτιστεί με αγγεία, αρχίζουν να υφίστανται οστεογένεση.

Τα νεαρά οστά περιέχουν λιγότερες μεταλλικές ουσίες και περισσότερο νερό από τα ώριμα οστά. Ο υαλοειδής χόνδρος, που είναι 78% νερό έχει την ικανότητα να παραμορφώνεται πολύ περισσότερο από τα οστά, τον ώριμο τένοντα, ή τον ώριμο σύνδεσμο. Από τη στιγμή που το οστό τοποθετείται μέσα στο περίβλημα του χόνδρου, το περιχόνδριο γίνεται συμπαγές και σπογγώδες περίοστεο. Οι εμβρυϊκοί σύνδεσμοι και οι τένοντες μυών προσκολλώνται αποκλειστικά στο περίοστεο και εφαρμόζουν τάση στην επιφάνεια του οστού. Οι προκύπτουσες τάσεις, που αρχίζουν με τις κινήσεις στη μήτρα και συνεχίζουν να εμφανίζονται μετά από τη γέννηση, παράγουν τελικά τις ισχυρές περιοχές σύνδεσης που παρατηρούνται στις επιφάνειες των ώριμων οστών και περιλαμβάνουν τα κυρτώματα, τα φύματα, τους τροχαντήρες και τις ακρολοφίες. Αυτές οι επιφανειακές διευρύνσεις βελτιώνουν επίσης την ικανότητα προσκόλλησης των μυών αυξάνοντας την απόσταση ανάμεσα στον άξονα της άρθρωσης και τη γραμμή δύναμης του μυός, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται ο μοχλοβραχίονας δύναμης του μυός.

Η διαμόρφωση του χόνδρου μεταγεννητικά καθιερώνει τα ακόλουθα σκελετικά χαρακτηριστικά:

- μήκος του οστού και των άκρων
- ευθυγράμμιση της σπονδυλικής στήλης και των άκρων
- μέγεθος και θέση προσφύσεων των τενόντων, συνδέσμων και περιτονιών
- ύψος και αναλογίες σώματος
- γεωμετρικές ιδιότητες των οστών και των αρθρώσεων.

- μέγεθος και σχήμα περιτονιών και αρθρώσεων

2.ΟΙ ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΚΕΛΕΤΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Όσο νεότερο είναι το παιδί, τόσο μεγαλύτερης ανταπόκρισης είναι το σκελετικό σύστημα στη μηχανική χρήση και τις σχετικές πιέσεις. Ο θεραπευτής που συνεργάζεται με πολύ μικρά παιδιά έχει τη μέγιστη δυνατότητα να επηρεάσει το μηχανισμό διάπλασης του οστού. Ένα πρόγραμμα θεραπευτικών συνεδριών 1 ή 2 φορές την εβδομάδα για ένα παιδί με διαταραχή κίνησης δεν θα μπορούσε να επηρεάσει τη διαδικασία διάπλασης. Η διαμόρφωση του σκελετού απαιτεί μια διαδικασία χιλιάδων μετακινήσεων που, επιλεκτικά και κατάλληλα, ασκούν τάσεις στους αναπτυσσόμενους ιστούς, ή τη χρόνια εφαρμογή εξωτερικών φορτίων όπως ορθωτικός νάρθηκας, παρατεταμένος προσδιορισμός θέσης, και πιο πρόσφατα, τη χρήση θεραπευτικών μέσων όπως ένδυμα Kinesio Taping και TheraTogs και συστήματα δεσίματος. Η έγκαιρη επέμβαση — που χρησιμοποιεί τις δυναμικές συσκευές που βελτιώνουν τη στάση και την ευθυγράμμιση των αρθρώσεων καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας — προσφέρει την καλύτερη προοπτική για την ελαχιστοποίηση της ανάπτυξης των οστικών και αρθρικών παραμορφώσεων.

3.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΙΝΩΔΟΥΣ ΙΣΤΟΥ

Το κύριο συστατικό του ινώδους ιστού είναι το κολλαγόνο τύπου I. Όπως εμφανίζεται στις επιφυσιακές πλάκες του οστού, η προκαθορισμένη ανάπτυξη του μήκους του ινώδους ιστού εμφανίζεται στις άκρες των τενόντων (μυοτενόντια σύναψη), συνδέσμων, περιτονιών, παρά στο κέντρο. Η αύξηση του μήκους αποκρίνεται πρώτιστα στους κυκλοφοριακούς και συστηματικούς, παρά μηχανικούς, παράγοντες. Καθώς δημιουργείται ο ινώδης ιστός, τα υπάρχοντα φορτία διάτασης και οι τάσεις κατευθύνουν την οργάνωση των ινών κολλαγόνων για να ευθυγραμμιστούν παράλληλα με τα κυρίαρχα διανύσματα φόρτισης. Γι' αυτό το λόγο διαμορφώνονται ως απάντηση στη μηχανική χρήση.

Ο ινώδης ιστός αναπτύσσεται μέσα σε τρία είδη δομών:

1. στρώμα περιτονίας, που εξασφαλίζει τάση, ακαμψία και δύναμη σε διάφορες κατευθύνσεις μέσα στο επίπεδο της δομής και μπορούν να μεταφέρει ελαστικά φορτία.

2. ο σύνδεσμος ή ο τένοντας περιορίζει την ίδια ακαμψία και δύναμη με τις απονευρώσεις σε έναν μόνο άξονα ή μια γραμμή, για να μεταφέρει τα ελαστικά φορτία μεταξύ των οστών ή από τον μυ στο οστό.

3. τα χαλαρά, τρισδιάστατα δίκτυα ή πλέγματα δεσμεύουν μαζί τα διάφορα κύτταρα και τα μη-κολλαγόνα μεσοκυττάρια συστατικά των οργάνων όπως ο υποδόριος ιστός και ο μυς.

Οι ίνες τροποκολλαγόνου δεσμεύονται μεταξύ τους με χημικούς χιαστούς δεσμούς, οι οποίοι τις αποτρέπουν από το να γλιστράνε η μία μακριά από την άλλη και οι οποίοι εξασφαλίζουν στον ώριμο ιστό ευλύγιστη δύναμη και ακαμψία. Επαναλαμβανόμενα δυναμικά ελαστικά φορτία φυσικού μεγέθους, δραστηριοποιούν τη διαδικασία διάπλασης και προκαλούν μια αύξηση στη διάμετρο των συγκεντρωμένων δεσμίδων ινών και στον αριθμό των χιαστών δεσμών. Κατά συνέπεια, η δύναμη και η ακαμψία αυξάνονται σε όλη τη δομή (Cusick).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΒΑΔΙΣΗΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βασικότερη λειτουργία των κάτω άκρων είναι η βάδιση. Στην σπαστική εγκεφαλική παράλυση με ανάμιξη των κάτω άκρων παρουσιάζονται πολλές διαταραχές που εκδηλώνονται με τα παθολογικά πρότυπα βάδισης που παρουσιάζουν οι ασθενείς. Η κατανόηση της παθολογίας κάθε διαταραχής, η αναγνώριση των αιτιών και η αντιμετώπισή τους είναι περίπλοκες διαδικασίες και απαιτούν τη γνώση της κινητικής και κινηματικής της φυσιολογικής βάδισης καθώς επίσης και της βάδισης στην παιδική ηλικία.

1.Ο ΚΥΚΛΟΣ ΒΑΔΙΣΗΣ

Ο κύκλος βάδισης αποτελείται από δύο φάσεις: 1) τη φάση στήριξης και 2) τη φάση αιώρησης.

Η ΦΑΣΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Αυτή η φάση παρέχει σταθερότητα στο βάδισμα και είναι απαραίτητη για να ακολουθήσει η φάση αιώρησης. Χωρίζεται σε τρία στάδια.

Επαφή της φτέρνας. Είναι μια θέση διπλής στήριξης με τη φτέρνα του πρώτου ποδιού και τα δάκτυλα του άλλου στο έδαφος. Στο υποστηριζόμενο μέλος το ισχίο κάμπτεται περίπου 30-35°, το γόνατο εκτείνεται με τον άκρο πόδα σε ορθή γωνία και η φτέρνα είναι σε επαφή με το πάτωμα. Το βάρος του σώματος είναι πίσω από το πρώτο πόδι.

Στήριξη Αιώρηση

Μέση στήριξη άκρου ποδός επίπεδου στο έδαφος. Το σώμα μεταφέρεται προς τα εμπρός πάνω στο υποστηριζόμενο μέλος, με το ισχίο σε έκταση και τον άκρο πόδα σταδιακά να τοποθετείται σταθερά στο έδαφος. Το γόνατο είναι σε ελαφρά κάμψη όταν η βάδιση γίνεται σε επίπεδο έδαφος. Αυτό είναι μια σταθερή θέση.

Προώθηση. Η φτέρνα σηκώνεται και καθώς το σώμα μετακινείται προς τα εμπρός στο σταθερό μέλος, το ισχίο υπερεκτείνεται με έσω στροφή και προσαγωγή. Το γόνατο εκτείνεται. Αυτό είναι το τέλος της φάσης στήριξης και η αρχή της φάσης αιώρησης.

Η ΦΑΣΗ ΑΙΩΡΗΣΗΣ

Επιτάχυνση. Η φτέρνα με το ταλαντευόμενο μέλος σηκώνεται ακόμη περισσότερο και υπάρχει έντονη επαφή μεταξύ των δακτύλων και ιδιαίτερα του μεγάλου δακτύλου με το έδαφος, για να προωθηθεί το σώμα προς τα εμπρός. Η προς τα εμπρός ορμή παρέχεται από την αντίδραση του εδάφους με την ενέργεια της ώθησης. Το ισχίο κάμπτεται και κινείται σε έξω στροφή. Αυτή η στροφή μεταφέρεται προς τα κάτω στο γόνατο και στον άκρο πόδα.

Η λεκάνη-κορμός τη στιγμή που τα δάκτυλα απομακρύνονται από το έδαφος, στρέφεται προς τα εμπρός 6-8° στο ισχίο του υποστηριζόμενου μέλους. Αυτό είναι απαραίτητο για την αποτελεσματική επιμήκυνση του μέλους για να επιτρέψει ένα πρόσθιο βήμα να γίνει στη διεύθυνση της κίνησης. Η λεκάνη-κορμός <<πέφτει>> γύρω στις 5° καθώς το βάρος μεταφέρεται στο αντίθετο μέλος. Η κάμψη του ισχίου και του γόνατος είναι απαραίτητη για το ταλαντευόμενο μέλος για να καλύψει έδαφος, καθώς κινείται προς τα εμπρός.

Μέση αιώρηση. Καθώς το αιωρούμενο μέλος κινείται προς τα εμπρός, ξεπερνά το στηριζόμενο μέλος.

Επιβράδυνση. Το ισχίο κάμπτεται περισσότερο και το γόνατο εκτείνεται. Ο άκρος πόδας είναι σε ουδέτερη θέση. Καθώς η φτέρνα αγγίζει το έδαφος, σταδιακά κινείται σε πελματιαία κάμψη από την ελεγχόμενη ενέργεια των ραχιαίων καμπτήρων. Η όλη ενέργεια μειώνεται καθώς το μέλος κινείται ξανά στη φάση στήριξης. Έτσι, όλες οι κινήσεις της λειτουργίας του κάτω άκρου συνεργάζονται μαζί σε μια άρτια συντονισμένη κίνηση για να επιτευχθεί ένα βήμα.

Στη φυσιολογική βάδιση η λεκάνη-κορμός στρέφεται προς τα εμπρός και προκαλείται στροφή μεταξύ ωμικής ζώνης και ζώνης της λεκάνης. Η ωμική ζώνη στρέφεται σε μια αντισταθμιστική κίνηση στην αντίθετη διεύθυνση από την κίνηση της λεκάνης.

Αυτή η ενέργεια κρατά το σώμα να κοιτάζει προς τα εμπρός, χωρίς να συμβαίνει κάποια κίνηση στο κεφάλι. Αυτή η <<ταυτόχρονη>> οριζόντια στροφή της ωμικής ζώνης και ζώνης λεκάνης στις αντίθετες διευθύνσεις, βοηθά στην παραγωγή μιας ελαφρά επαρκούς μετακίνησης του κέντρου βάρους, μέσω ενός ελεγχόμενου μηχανισμού ισορροπίας (Ρόσμπογλου Σ. 2008).

2.ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ

ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ

Το κέντρο βάρους είναι το σημείο πάνω ή κοντά στο σώμα στο οποίο συγκεντρώνεται όλο το βάρος του σώματος. Στη φυσιολογική όρθια στάση είναι τοποθετημένο στη μέση, μπροστά από τον 2^ο οσφυϊκό σπόνδυλο. Αυτή η θέση του κέντρου αλλάζει με τις αλλαγές θέσεων του σώματος.

Για να είναι ολόκληρο το σώμα σταθερό, η γραμμή βαρύτητας, η οποία ξεκινάει από το κέντρο της βαρύτητας και συνεχίζει κάθετα προς τα κάτω, θα πρέπει να πέφτει μέσα στη βάση στήριξης. Στη φυσιολογική βάδιση, το κέντρο βάρους περιγράφει ένα ομαλό, τακτικό, κυρτό μονοπάτι στο επίπεδο της προόδου. Αυτό συντελεί σε μια ολική γραμμική μετατόπιση. Το κέντρο βάρους μετατοπίζεται δύο φορές στο κατακόρυφο επίπεδο σε κάθε ένα κύκλο βάδισης. Η κορυφή της ταλάντωσης εμφανίζεται στο 25% και στο 75% του κύκλου και αντιστοιχεί στη μέση φάση κάθε στηριζόμενου κάτω άκρου. Το χαμηλότερο σημείο του κέντρου βάρους βρίσκεται στο χρονικό σημείο που και τα δύο άκρα έχουν επαφή με το έδαφος.(φάση διπλής στήριξης).

Υπάρχει επίσης πλάγια μετατόπιση του κέντρου βάρους στο εγκάρσιο επίπεδο. Τα σημεία της πλάγιας μετατόπισης αντιστοιχούν στη φάση στήριξης του σύστοιχου άκρου. Επομένως, η μέγιστη πλάγια μετατόπιση είναι ανάλογη της μέγιστης κάθετης μετατόπισης.

ΚΙΝΗΣΗ ΙΣΧΙΟΥ

Η κινηματική ανάλυση της άρθρωσης του ισχίου περιλαμβάνει την κίνηση ανάμεσα στη λεκάνη και στο μηριαίο με 3 επίπεδα κίνησης. Φυσιολογικά υπάρχουν 41^ο κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο, 9^ο στο μετωπιαίο επίπεδο και 12^ο στο εγκάρσιο επίπεδο κίνησης.

Στο οβελιαίο επίπεδο κατά το χτύπημα τα φτέρνας, το ισχίο βρίσκεται στη μέγιστη κάμψη ή κοντά σε αυτή και αρχίζει να εκτείνεται ακριβώς μετά την αρχή της στήριξης. Το ισχίο εκτείνεται όταν ο άκρος πόδας είναι επίπεδος στο έδαφος και η άρθρωση είναι κοντά στις 0^ο κάμψης περίπου όταν η πτέρνα αφήνει το έδαφος. Το ισχίο συνεχίζει να εκτείνεται στη φάση προώθησης μέχρι το σημείο που σπρώχνεται το έδαφος. Η μέγιστη έκταση έρχεται και η κάμψη ξεκινά λίγο πριν το μεγάλο

δάκτυλο απομακρυνθεί από το έδαφος. Το ισχίο θα παρουσιάσει κάμψη κατά τη φάση αιώρησης και θα φτάσει τη μέγιστη κάμψη λίγο πριν η πτέρνα ακουμπήσει το έδαφος.

Στο μετωπιαίο επίπεδο, το ισχίο είναι σε ουδέτερη θέση ή σε μικρή απαγωγή κατά το χτύπημα της πτέρνας. Η προσαγωγή συμβαίνει στη φάση στήριξης και όταν η πτέρνα αφήνει το έδαφος, με τη μέγιστη προσαγωγή να φτάνει στο 80% στη φάση στήριξης.

Το ισχίο είναι ακριβώς ή κοντά σε ουδέτερη θέση στροφής στο εγκάρσιο επίπεδο κατά το χτύπημα της πτέρνας. Αμέσως το ισχίο στρέφεται προς τα έξω στην αρχή της φάσης στήριξης φτάνοντας στη μέγιστη έσω στροφή τη στιγμή που το μεγάλο δάκτυλο απομακρύνεται από το έδαφος. Το μηριαίο στρέφεται ξανά προς τα έξω στη φάση αιώρησης. Αμέσως λίγο πριν το χτύπημα της πτέρνας το ισχίο θα στραφεί εσωτερικά στην προετοιμασία για την αποδοχή του βάρους. Συνοψίζοντας, το ισχίο κατά τη βάδιση ακολουθεί την εξής διαδρομή:

Φάση στήριξης: έκταση, προσαγωγή κι έσω στροφή

Φάση αιώρησης: κάμψη, απαγωγή κι έξω στροφή

ΚΙΝΗΣΗ ΓΟΝΑΤΟΣ

Η κίνηση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο γίνεται σε τρία επίπεδα. Φυσιολογικά υπάρχουν 70° κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο, 10 με 12° στο μετωπιαίο και 13° στο εγκάρσιο.

Στο οβελιαίο επίπεδο, το γόνατο έχει πλήρη έκταση κατά το χτύπημα της πτέρνας. Στην αρχή της φάσης στήριξης το γόνατο κάμπτεται περίπου 20°. Καθώς το σώμα έρχεται πάνω από το πόδι, το γόνατο εκτείνεται από το σημείο που όλο το πόδι ακουμπάει στο έδαφος μέχρι που η πτέρνα αφήνει το έδαφος. Η κάμψη συμβαίνει όταν το μεγάλο δάκτυλο απομακρύνεται από το έδαφος, συνεχίζει στην αρχή της φάσης αιώρησης και φτάνει στο μέγιστο της έκτασης ακριβώς πριν το χτύπημα της πτέρνας.

Στο μετωπιαίο επίπεδο, συμβαίνει προσαγωγή 5 με 10° στο χτύπημα της πτέρνας και παραμένει σταθερή στη φάση που το πέλμα έρχεται σ' επαφή με το έδαφος. Κατά τη φάση αιώρησης το γόνατο απάγεται επιστρέφοντας στην ουδέτερη θέση.

Στο εγκάρσιο επίπεδο το γόνατο στρέφεται προς τα έξω κατά το χτύπημα της πτέρνας. Στην αρχή της φάσης στήριξης, καθώς το γόνατο κάμπτεται, στρέφεται και προς τα μέσα. Καθώς το γόνατο εκτείνεται όταν η πτέρνα αφήνει το έδαφος η

κνήμη στρέφεται προς τα έξω. Κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης η έξω στροφή συνεχίζει μέχρι τη μέση φάση αιώρησης όπου ξεκινάει η έσω στροφή

ΚΙΝΗΣΗ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΟΣ

Η αστραγαλοκνημιαία κίνηση συμβαίνει νωρίς στο οβελιαίο επίπεδο με την πελματιαία και τη ραχιαία κάμψη. Όταν η υπαστραγαλική και η μεσοταρσιαία κίνηση περιλαμβάνονται μαζί με την αστραγαλοκνημιαία κίνηση, παρατηρούνται τρεις βαθμοί ελευθερίας. Κατά το χτύπημα της πτέρνας η γωνία του αστραγάλου είναι συνήθως στην ουδέτερη θέση όπως στην όρθια στάση, αλλά μπορεί να διαφέρει ελαφρώς λόγω της κατάστασης του εδάφους και του υποδήματος. Κατά το χτύπημα της πτέρνας, παρατηρείται αρχικά πελματιαία κάμψη μέχρι να ακουμπήσει όλο το πέλμα στο έδαφος. Από αυτό το σημείο μέχρι η πτέρνα να αφήσει το έδαφος, παρατηρείται ραχιαία κάμψη (καθώς το σώμα μεταφέρεται πάνω από το πόδι), που ακολουθείται από γρήγορη πελματιαία κάμψη που σχετίζεται με τη φάση που το μεγάλο δάκτυλο απομακρύνεται από το έδαφος. Κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης, η ραχιαία κάμψη φέρνει τον αστράγαλο πίσω στην ουδέτερη θέση, έτσι ώστε το πόδι να προετοιμαστεί για το επόμενο κτύπημα της πτέρνας. Έχει βρεθεί από έρευνες ότι το εύρος που χρησιμοποιείται από υγιείς ενήλικες είναι από 10° ραχιαία κάμψη μέχρι 20° πελματιαία κάμψη.

Η υπαστραγαλική άρθρωση είναι σε υπτιασμό κατά το χτύπημα της πτέρνας και γρήγορα γυρίζει σε πρηνισμό όταν όλο το πέλμα ακουμπά στο έδαφος, ενώ όταν η πτέρνα αφήνει το έδαφος υπτιάζεται ξανά. Το πόδι είναι ένα άκαμπτο τμήμα στη θέση υπτιασμού (heel strike, push-off), ενώ έτοιμο για κίνηση όταν είναι σε πρηνισμό. (foot flat).

Η επαφή ποδιού-εδάφους στα υγιή άτομα είναι σχετικά σταθερή. Η πτέρνα κάνει την αρχική επαφή και συνήθως μένει στο πάτωμα για 55% της φάσης στήριξης. Η περιοχή κάτω από την κεφαλή του 5^{ου} μεταταρσίου έρχεται σ' επαφή με το πάτωμα από 15 μέχρι 85% της φάσης στήριξης. Η περιοχή της κεφαλής του 1^{ου} μεταταρσίου ακολουθεί στενά το 5^ο ξεκινώντας την επαφή στο 20% και τέλος αφήνει το πάτωμα στο 95% της φάσης στήριξης. Η περιοχή των δακτύλων έρχεται σ' επαφή με το έδαφος περίπου όταν η πτέρνα αφήνει το πάτωμα, ή στο 55% της στήριξης και είναι το τελευταίο σημείο που απομακρύνεται από το έδαφος (Chao and Cahalan, 1990).

3.ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ

ΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Με κάθε βήμα που γίνεται, ένα άτομο εφαρμόζει μια δύναμη στο έδαφος. Σύμφωνα με τον *τρίτο νόμο του Νεύτωνα*, το έδαφος παράγει μια δύναμη αντίδρασης που είναι ίση στο μέγεθος και αντίθετη στην κατεύθυνση της δύναμης που εφαρμόζεται από το πόδι. Αυτό το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους (GRF) καθορίζεται εύκολα με μια πλατφόρμα δύναμης και μπορεί να αποσυντεθεί σε τρία ορθογώνια συστατικά που αντιπροσωπεύονται από ένα κάθετο (συμπιεστικό) συστατικό και προσθιοπίσθια και μεσοπλευρικά (καθαρά) συστατικά. Οι τιμές μπορούν να προσδιοριστούν από κάθε ένα από τα τρία συστατικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συγκριτικούς λόγους. Συνολικά έχουν καθοριστεί εννέα παράμετροι δύναμης σε ποσοστό βάρους σώματος (F1 μέχρι F9) και η χρονολογική στιγμή που συμβαίνουν (T1 μέχρι T9) που εκφράζεται σε ποσοστό της περιόδου φάσης στήριξης .

Μπορούν να καθοριστούν και πρόσθετες μεταβλητές, όπως η ώθηση από το χτύπημα της φτέρνας, η κάθετη ώθηση του ποδιού προς το έδαφος, και το κέντρο ποδιού της διανομής πίεσης, για τις καμπύλες στοιχείων. Αυτοί οι εξειδικευμένοι ορισμοί είναι κατάλληλοι για την έρευνα για τη μηχανική των ποδιών κατά τη διάρκεια της βάδισης.

Το κάθετο συστατικό της δύναμης αντίδρασης του εδάφους εμφανίζεται τη στιγμή του χτυπήματος τη φτέρνας και αυξάνεται γρήγορα σε μια μέγιστη δύναμη περίπου 112% του βάρους σώματος στο 25 % της φάσης στήριξης. Η κλίση αυτής της γραμμής μετρά το ποσοστό αποδοχής φορτίων του άκρου. Κατά τη διάρκεια που το πόδι είναι επίπεδο, καθώς το αντίθετο άκρο ωθεί το κέντρο βάρους προς τα πάνω, η κάθετη δύναμη πέφτει σε περίπου 93% του βάρους σώματος. Κοντά στη στιγμή που η φτέρνα αφήνει το έδαφος, καθώς το κέντρο βάρους αρχίζει να κατεβαίνει, η κάθετη δύναμη παίρνει την ανώτερη τιμή πάλι σε περίπου 110 έως 115% του βάρους σώματος στο 80% της φάσης στήριξης. Μετά από αυτήν την τελική κορύφωση, οι δυνάμεις πέφτουν γρήγορα καθώς το πόδι προετοιμάζεται να αφήσει το έδαφος.

Το πρόσθιο-οπίσθιο συστατικό της δύναμης αντίδρασης του εδάφους έχει μια συνοπτική αρχική οπίσθια ή πρόσθια ώθηση στο χτύπημα της φτέρνας περίπου 2 % του βάρους σώματος, που ακολουθείται αμέσως από μια πρόσθια δύναμη (16 έως

17% του βάρους σώματος), η οποία επιβραδύνει το σώμα στη μέση φάση. Το σχέδιο αντιστρέφεται έπειτα, με συνέπεια μια οπίσθια δύναμη καθώς το σώμα ωθείται προς τα εμπρός, πέφτοντας τελικά στο μηδέν δεδομένου ότι το πόδι αφήνει το πάτωμα. Αυτή η διαφασική φύση του συστατικού της δύναμης δείχνει ότι αν και το σώμα μετατοπίζεται προς τα εμπρός σε ένα ομαλό σπειροειδές σχέδιο, εμφανίζονται απότομες, κυκλικές επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις.

Το μεσοπλευρικό συστατικό της δύναμης αντίδρασης του εδάφους είναι στη διάμεση κατεύθυνση (8% του βάρους σώματος) δεδομένου ότι το απαγμένο πόδι προσάγεται στο χτύπημα της φτέρνας. Αυτό αντιστρέφεται σε μια πλευρική δύναμη 8% καθώς το κέντρο βάρους υποστηρίζεται εξ ολοκλήρου κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης. Υπάρχει μια δεύτερη πλευρική κορύφωση καθώς το κέντρο βάρους επιταχύνεται προς το αντίθετα πλευρικό άκρο, το οποίο μπαίνει στη φάση στήριξης.

ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΣΕΣ ΡΟΠΕΣ ΤΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

Αγνοώντας τη βαρύτητα και τις επιδράσεις της αδράνειας, το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους τείνει να προκαλέσει περιστροφή στις αρθρώσεις του κάτω άκρου που πρέπει να ελεγχθεί είτε από τους συνδέσμους, τους μυς, ή και τους δύο. Αυτή η τάση να προκληθεί η περιστροφή καλείται στιγμιαία δύναμη (στιγμιαία ροπή, ροπή). Εάν το διάνυσμα δύναμης κατευθύνεται προς τα πάνω και είναι μπροστά από το κέντρο της περιστροφής του γονάτου, παραδείγματος χάριν, το γόνατο θα λυγίσει εκτός αν αυτή η εξωτερική ροπή αντισταθεί από μια εσωτερική ροπή που παράγεται από τους εκτεινόντες μυς των γονάτων. Γενικά, αυτή η ροπή είναι τρισδιάστατης φύσης αλλά, κατά τη διάρκεια της βάρδισης, η ροπή στο οβελιαίο επίπεδο εξουσιάζει και είναι συνήθως ακριβέστερη για να καθορίσει για τις πρακτικές εφαρμογές.

ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΣΑ ΡΟΠΗ ΓΙΑ ΤΟ ΙΣΧΙΟ

Στο κανονικό σχέδιο βάρδισης, το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους περνά μπροστά και μέσα από την άρθρωση του ισχίου σε όλη τη φάση στήριξης. Εντούτοις, στο τέλος της στήριξης, το διάνυσμα περνά πίσω από την άρθρωση. Επομένως, η στιγμιαία ροπή κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης

ελέγχεται κυρίως από τους εκτεινόντες μυς των ισχίων στο οβελιαίο επίπεδο και από τους απαγωγείς των ισχίων στο πρόσθιο επίπεδο, μέχρι τα διανύσματα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους να περάσουν πίσω από την άρθρωση και οι καμπτήρες μυς του ισχίου αναλάβουν τον έλεγχο.

ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΣΑ ΡΟΠΗ ΓΙΑ ΤΟ ΓΟΝΑΤΟ

Το σχέδιο ροπής του γόνατος είναι πιο περίπλοκο από το ισχίο, εκθέτοντας ένα διφασικό σχέδιο, με δύο ευδιάκριτες περιόδους που τείνουν να κάμψουν το γόνατο (30% και 90% της φάσης στήριξης) και δύο που τείνουν να εκτείνουν το γόνατο (13% και 71% της φάσης στήριξης).

ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΣΑ ΡΟΠΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ

Κατά το χτύπημα της φτέρνας, η στιγμιαία δύναμη τείνει να κάμψει πελματιαία τον άκρο πόδα. Η διάρκεια αυτής της ροπής είναι μάλλον σύντομη, μέχρι το σημείο που το πόδι γίνεται επίπεδο στο έδαφος. Από εκείνη την στιγμή μέχρι το πόδι να αφήσει το έδαφος, το διάνυσμα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους είναι μπροστά από τον αστράγαλο και τείνει να προκαλέσει ραχιαία κάμψη.

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους οδηγεί σε εξωτερικές ροπές των αρθρώσεων των κάτω άκρων. Αυτές οι εξωτερικές ροπές πρέπει να αντισταθούν από τις εσωτερικές ροπές που παράγονται από τους μυς και τους συνδέσμους που διασχίζουν τις αρθρώσεις. Ο συνδυασμός εξωτερικών και εσωτερικών ροπών παράγει τις εσωτερικές δυνάμεις μέσα στις αρθρώσεις γνωστές συχνά ως δυνάμεις αντίδρασης αρθρώσεων.

Η εργασία του Paul (1969) δείχνει ότι το μέγεθος της δύναμης αντίδρασης της άρθρωσης του ισχίου κυμαίνεται από 1,7 έως 9,2 φορές το βάρος σώματος σε μια ομάδα συμπεριλαμβανομένων υγιών και παθολογικών υποκειμένων. Πιο πρόσφατα, οι Rohrlé (1984) και άλλοι ανέφεραν τις μέγιστες δυνάμεις αντίδρασης της άρθρωσης του ισχίου, ως λειτουργία της ταχύτητας βάδισης, να ποικίλουν από 2 έως 5 φορές του βάρους σώματος σε 0,7 m/s μέχρι 5 με 9 φορές του βάρους σώματος σε 1,8 m/s.

Χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές που υιοθετήθηκαν από τους Paul (1969), Morrison (1968), υπολογίστηκε η δύναμη αντίδρασης των αρθρώσεων για την άρθρωση κνήμης - μηριαίου οστού. Ο μέσος όρος για μια ομάδα υγιών ενηλίκων

ήταν 3,03 φορές το βάρος σώματος, με ένα μέγιστο 4,0 φορές του βάρους σώματος. Ο Morrison (1968) συσχέτισε τις μέγιστες δυνάμεις με τη σύσπαση των μυών που διασχίζουν την άρθρωση (δηλ., ισχιοκνημιαίοι, τετρακέφαλος και γαστροκνήμιος). Οι Rohrlé (1984) και άλλοι ανέφεραν ότι οι μέγιστες προκύπτουσες δυνάμεις της άρθρωσης του γόνατος κυμαίνονται από 2,5 έως 5,5 φορές του βάρους σώματος σε 0,7 m/s ως 5 με 8,5 φορές του βάρους σώματος σε 1,7 m/s.

Η πρόωρη εκφυλιστική ασθένεια της άρθρωσης της ποδοκνημικής είναι σπάνια λόγω, όπως θεωρείται από μερικούς, της σχετικά μικρής ροπής της άρθρωσης και της μεγαλύτερης επιφάνειας που δέχεται βάρος της αστραγαλοκνημιαίας άρθρωσης. Αυτή η μεγάλη επιφάνεια μειώνει την τάση ή την πίεση που διασχίζει την άρθρωση. Η προκύπτουσα δύναμη σε αυτήν την άρθρωση έχει υπολογιστεί ότι είναι τόσο υψηλή όσο 5 φορές το βάρος σώματος που εμφανίζεται αργά στη φάση στήριξης. Οι Rohrlé και άλλοι ανέφεραν τις μέγιστες προκύπτουσες δυνάμεις της άρθρωσης της ποδοκνημικής που κυμαίνονται από 2,5 έως 4 φορές το βάρος σώματος σε 0,7 m/s μέχρι 3 έως 4,5 φορές το βάρος σώματος σε 1,7 m/s (Chao and Cahalan, 1990).

4.ΒΑΔΙΣΗ ΣΤΗΝ ΠΑΙΔΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ

Η μέση ηλικία βάδισης είναι 11,2 μήνες και δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές όσον αφορά το φύλο. Η ταχύτητα βάδισης αυξάνει με την ηλικία, ανεξάρτητα από το μειωμένο ρυθμό. Αυτή η αύξηση οφείλεται στην αύξηση του μήκους βήματος. Το ύψος σώματος και το μήκος του ποδιού σχετίζονται άμεσα με το μήκος βήματος.

Όλα τα παιδιά έρχονται σ' επαφή με το έδαφος, είτε με τον άκρο πόδα επίπεδο ή με χτύπημα της φτέρνας. Στη βάδιση η αμοιβαία ταλάντωση του χεριού ορίζεται σαν μια πρόσθια κίνηση σε συγχρονισμό με το πόδι και το αντίθετο χέρι.

Κανένα από τα παιδιά των 2 χρόνων δεν έχει αμοιβαία ταλάντωση του χεριού. Αντίθετα, έχουν τα χέρια τους ψηλά σε μια θέση υψηλής ασφάλειας. Διάφορες αλλαγές σημειώνονται στις ποδοκνημικές από τη ηλικία του ενός με 2,5 χρόνων και μετά πολύ ήπιες αλλαγές πάνω από την ηλικία των 4 χρόνων, όταν η βάδιση εκδηλώνει ένα ώριμο πρότυπο.

Τα παιδιά του ενός χρόνου έχουν μεγάλη βάση στήριξης, διατεταμένα προς τα έξω χέρια ή σε θέση υψηλής ασφάλειας, έλλειψη αμοιβαίας ταλάντωσης χεριού και επίπεδο χτύπημα του άκρου ποδός.

Αυτά τα παιδιά εκδηλώνουν μια μεγάλη γωνία κλίσης στη λεκάνη. Υπάρχει μόνο μια νύξη κύματος κάμψης στο γόνατο και τα πόδια μέχρι τους άκρους πόδες είναι σε έξω στροφή.

Στην ηλικία των 1,5 χρόνων υπάρχει χτύπημα της πτέρνας, η βάση στήριξης έχει στενέψει και έχουν αρχίσει να κάνουν την εμφάνισή τους οι αμοιβαίες κινήσεις ταλάντωσης του χεριού.

Υπάρχει ακόμα αυξημένη κλίση της λεκάνης, υπάρχει ένα κύμα κάμψης στο γόνατο αλλά είναι ακόμα ανώριμο.

Η έξω στροφή του κάτω άκρου και του άκρου ποδός έχει μειωθεί αλλά είναι ακόμη 10° μεγαλύτερη από την ουδέτερη θέση.

Στην ηλικία των 2 χρόνων είναι πιο ξεκάθαρο το κύμα κάμψης του γόνατος και χτύπημα της φτέρνας, αυξημένη προσαγωγή ισχίου στη στάση και μειωμένη έξω στροφή ισχίου.

Βλέπουμε απόκλιση της στροφής του άκρου ποδός στην αιώρηση στην ηλικία των 2,5 χρόνων. Στην ηλικία των 4 χρόνων το κύμα κάμψης του γόνατος δηλώνει ένα ώριμο πρότυπο στη φάση στήριξης. Η ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής επίσης

δηλώνει ένα ώριμο πρότυπο. Στην ηλικία των 7 ετών υπάρχουν μόνο λίγες διαφορές μεταξύ ενηλίκων και παιδιών.

Στα φυσιολογικά παιδιά η συχνότητα καταναλούμενης ενέργειας που απαιτείται για τη βάδιση ανά κιλό βάρους σώματος, μειώνεται καθώς το παιδί μεγαλώνει. Η αντίθετη τάση εκδηλώνεται σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Η συχνότητα της καταναλούμενης ενέργειας αυξάνεται καθώς το παιδί με εγκεφαλική παράλυση προσεγγίζει την ωρίμανση. Αυτή η παρατήρηση έχει κλινική σημασία για το σπαστικό παιδί που παραπονείται για κούραση ή έχει ανάγκη από ξεκούραση. Το μεγαλύτερο παιδί μπορεί να προτιμά να περπατά λιγότερο ή να αναπαύεται στην αναπηρική καρέκλα γιατί η βάδιση απαιτεί μεγαλύτερη σωματική προσπάθεια απ' ό,τι στη νεότερη ηλικία. Αυτό οφείλεται στο αυξανόμενο βάρος του σώματος και μέγεθος και την ανικανότητα του παιδιού με μειωμένο κινητικό έλεγχο, σπαστικότητα και ελλειπείς αντιδράσεις ισορροπίας να μεταφέρει το προστιθέμενο βάρος με επάρκεια. Τα περισσότερα παιδιά με ανικανότητα στη βάδιση που δε χρησιμοποιούν βοηθητικά μέσα στα άνω άκρα σκόπιμα μειώνουν την ταχύτητα για να κρατήσουν τη συχνότητα κατανάλωσης οξυγόνου σε φυσιολογικά όρια. Αυξημένος αριθμός κατανάλωσης οξυγόνου αναφέρεται συνεχώς στη σπαστική διπληγία ακόμη και όταν δεν απαιτούνται βοηθητικά μέσα για τα άνω άκρα. Υπάρχουν παιδιά που συνήθως διατηρούν το ισχίο και το γόνατο σε κάμψη σ' όλη τη διάρκεια του κύκλου βάδισης απαιτώντας μεγαλύτερη από το φυσιολογικό προσπάθεια των εκτεινόντων μυών στο ισχίο και το γόνατο για τη σταθερότητα της άρθρωσης ακόμη και σε μειωμένες ταχύτητες. Ένας άλλος λόγος για την αυξημένη συχνότητα κατανάλωσης οξυγόνου σχετίζεται με την ανικανότητα του παιδιού να εκτελεί τα απαραίτητα αντισταθμιστικά υποκατάστατα της βάδισης.)

Η βάδιση στα παιδιά είναι μια γοητευτική περιοχή για μελέτη εξαιτίας των αναπτυξιακών αλλαγών που λαμβάνουν χώρα στο παιδί. Το ανθρώπινο βρέφος έρχεται στον κόσμο κλοτσώντας και χωρίς έλεγχο κεφαλής για του επόμενους 12 μήνες, με αξιοσημείωτα μικρή περίοδο σε σχέση με τη όλη διάρκεια ζωής, αυτές οι φαινομενικά αδιαφοροποίητες τυχαίες και άσκοπες κινήσεις μετατρέπονται για να επιτρέψουν την ανάπτυξη της διποδικής βάδισης.

Το παιδί ξεκινά με ένα αδέξιο βάδισμα και αναπτύσσει την επιδεξιότητα και την ισχύ για να γίνει ένας ώριμος και επαρκής διποδικός περιπατητικός μέσα σε μερικούς μήνες. Η μέση ηλικία βάδισης είναι 11,2 μήνες και δεν υπάρχουν στατιστικές διαφορές όσον αφορά το φύλο.

Με την ωρίμανση, η μονοποδική στήριξη, το μήκος βήματος και η ταχύτητα της βάδισης αυξάνουν καθώς μειώνεται η συχνότητα της αρχικής διπλής στήριξης και η δεύτερη διπλή στήριξη.

Στην ηλικία των 4 χρόνων η εσωτερική σχέση μεταξύ των παραμέτρων του χρόνου-απόστασης σταθεροποιείται μέσω του μεγάλου βήματος και η ταχύτητα βάδισης συνεχίζει να αυξάνει με την αύξηση του μήκους του ποδιού. Το ύψος σώματος και το μήκος του ποδιού σχετίζονται άμεσα με το μήκος βήματος. Άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι οι παράγοντες του χρόνου και της απόστασης που αντανακλούν συμμετρία είναι βασικά ίσοι στα φυσιολογικά παιδιά. Η ταχύτητα βάδισης αυξάνει με την ηλικία ανεξάρτητα από το μειωμένο ρυθμό. Αυτή αύξηση οφείλεται στην αύξηση του μήκους βήματος. Ο χρόνος του κύκλου βάδισης αυξάνει ραγδαία μεταξύ του 1^{ου} και του 2^{ου} χρόνου ζωής.

Ένας φυσιολογικός απλός χρόνος στήριξης είναι μια ένδειξη της σταθερής μεταφοράς βάρους και διασφαλίζει επαρκή χρόνο για αντίθετη ταλάντωση. Οι παράμετροι χρόνου-απόστασης είναι ευαίσθητα μέτρα για την παθολογία της βάδισης και συχνά δείχνουν ασυμμετρία, μακρόχρονη φάση στήριξης, μειωμένη ταχύτητα και αυξημένο ρυθμό σε παιδιά με παθολογία.

Η παρουσία ή η απουσία του κτυπήματος της πτέρνας και της αμοιβαίας ταλάντωσης του χεριού και η παρουσία του κύματος κάμψης γόνατος, έχουν αναγνωριστεί σαν πιθανές ενδείξεις της ωρίμανσης της βάδισης. Λιγότερα από τα μισά παιδιά του 1 χρόνου εκδηλώνουν κτύπημα φτέρνας, αλλά στην ηλικία του 1,5 χρόνου παρουσιάζεται σχεδόν σε όλα. Ένα σημαντικό εύρημα είναι ότι κανένα από τα παιδιά, ακόμη και αυτά που μόλις ξεκινούν να βαδίζουν, δεν εκδηλώνουν χτύπημα των δακτύλων στα σημεία του χτυπήματος της φτέρνας.

Εφόσον τα διάφορα συστήματα του σώματος που περιλαμβάνονται στην κίνηση είναι κανονικά, η οικονομία της κίνησης θα εξαρτάται από παράγοντες, όπως η θέση και η ισορροπία, η θέση του κέντρου βάρους, η ακρίβεια του τύπου βάδισης και ο ρυθμός της και η γενική έλλειψη έντασης. Μπορεί να επηρεαστεί ως ένα βαθμό και από τα παπούτσια.

Η ανθρώπινη μετακίνηση περιλαμβάνει μια ομαλή πρόοδο του σώματος μέσα στο χώρο. Ενώ ο στόχος της βάδισης είναι να προχωρείς μπροστά, η κίνηση των άκρων βασίζεται στη ανάγκη να πετύχεις συμμετρική μικρή μετακίνηση του κέντρου βάρους του κεφαλιού, των χεριών και του κορμού στα πλάγια ή σε κάθετη διεύθυνση.

Πολλοί ασθενείς παρουσιάζουν μεγάλη δυσκολία στο συντονισμό της ταλάντωσης του χεριού με το βηματισμό, ειδικά όταν προσπαθούν να περπατήσουν με βοηθητικά μέσα βάδιση, όπως οι βακτηρίες ή οι περπατούρες. Η σωστή ταλάντωση των χεριών θα βοηθήσει τη σωστή στροφή του κορμού για ένα πιο επαρκές πρότυπο βάδισης (Ρόσμπογλου 2008).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο ειδικό μέρος αυτής της εργασίας θα γίνει αναφορά στις παραμορφώσεις και τα παθολογικά πρότυπα βάδισης που εμφανίζονται στην εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής. Η σπαστικότητα είναι μία κινητική διαταραχή που επηρεάζει πρωτίστως τους διαρθρικούς μυς και αλλάζει τη μηχανική τους συμπεριφορά. Συνεπώς, η σπαστικότητα ταυτόχρονα με άλλους παράγοντες συμβάλλει στην εμφάνιση παραμορφώσεων και στην εκδήλωση παθολογικών προτύπων βάδισης στους ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση.

ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η σπαστικότητα είναι γνωστή ως μια υπερευαίσθητη, εξαρτώμενη από την ταχύτητα απάντηση στην παθητική διάταση ενός μυός. Σε πολλά παιδιά και ενήλικες με εγκεφαλική παράλυση, η σπαστικότητα αντανακλά τη βλάβη του κεντρικού νευρικού συστήματος που περιορίζει την ικανότητα πραγματοποίησης ομαλών κινήσεων που απαιτούνται για εργασία και αναπαραγωγή. Οι κλινικές εξετάσεις ενός ατόμου με εγκεφαλική παράλυση συχνά περιλαμβάνουν αξιολόγηση του βαθμού σπαστικότητας.

Σύμφωνα με έναν ορισμό που διατυπώθηκε στην Αριζόνα το 1979 η σπαστικότητα είναι μία κινητική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από (1) υπερβολικά τενόντια αντανακλαστικά και (2) αυξημένη μυϊκή απάντηση σε εφαρμοζόμενη διάταση, η οποία είναι απόλυτα συνδεδεμένη με το εύρος της επιμήκυνσης (υπερτονία εξαρτώμενη από την ταχύτητα). Η δυσλειτουργία αποδίδεται στην υπερευαίσθησία των μυοτατικών αντανακλαστικών.

Οι αιτίες της μηχανικής συμπεριφοράς του σπαστικού μυός δεν είναι ακόμα σαφείς, αλλά μια συναρπαστική εικόνα προκύπτει που είναι πιθανό να οδηγήσει σε ένα σύνθετο θεωρητικό πρότυπο που θα βοηθήσει στην καθοδήγηση της θεραπείας (Delp, 2003). Όλες οι μελέτες της ιστολογίας και της μορφολογίας του σπαστικού μυός έχουν δείξει ότι οι διαφορές είναι φανερές όταν συγκρίνεται ο σπαστικός μυς με τον φυσιολογικό (Romanini et Al, 1989). Ο σπαστικός μυς έχει βρεθεί γενικά να έχει

ίνες που είναι κοντύτερες από τις κανονικές επειδή οι ίνες έχουν λιγότερα σαρκομέρια στη σειρά. Όταν οι μυϊκές ίνες με λιγότερα σαρκομέρια στη σειρά διατείνονται κατά τη διάρκεια της κίνησης, ως αποτέλεσμα παράγεται υπερβολική παθητική τάση. Τμήματα ινών των μυών από υποκείμενα με σπαστικότητα έχουν παρουσιασθεί να αναπτύσσουν την παθητική τάση σε σημαντικά μικρότερα μήκη σαρκομερίων από τις ίνες από τα φυσιολογικά υποκείμενα (Friden & Lieber, 2003). Επιπλέον, η τάση (δύναμη ανά μονάδα της περιοχής διατομής) που αντέχουν οι σπαστικές ίνες είναι παρόμοια με αυτήν των φυσιολογικών ινών, αλλά η περιοχή διατομής των σπαστικών ινών είναι μικρότερη από το ένα τρίτο των φυσιολογικών ινών. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη τάση όταν εφαρμόζεται διάταση παθητικά στις σπαστικές ίνες. Επιπλέον, η ινοελαστική αναλογία είναι σχεδόν διπλάσια αυτών των ινών από αυτή των φυσιολογικών υποκειμένων.

1.ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Ο Gage (1991) συχνά αναφέρει ότι η εγκεφαλική παράλυση είναι μία κατάσταση που η σπαστικότητα επηρεάζει πρωταρχικά τους διαρθρικούς μυς και συντελεί στις ανωμαλίες που σχετίζονται με τη βάδιση. Οι περισσότεροι διαρθρικοί μύες είναι ταχείας σύσπασης και χρησιμοποιούνται για ταχεία παραγωγή δύναμης. Η απώλεια του εύρους κίνησης προκαλεί στατική σύσπαση· η σπαστικότητα επιβάλλει την απώλεια εύρους κίνησης σε δυναμικές καταστάσεις λόγω της αντίστασης στη διάταση. Οι επιδράσεις του ανεπαρκούς εύρους κίνησης και της σπαστικότητας μπορούν να μετρηθούν και στα τρία επίπεδα κίνησης αλλά είναι κυρίως ορατά στο οβελιαίο επίπεδο. Παραδείγματα μετρήσεων από ανάλυση βάδισης είναι μη φυσιολογικό ζεύγος πελματιαίας κάμψης και έκτασης γόνατος, crouch βάδισμα και περιορισμένη κίνηση γόνατος στη φάση αιώρησης.

2.ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Η φυσιολογική μυϊκή ανάπτυξη απαιτεί ότι ο χαλαρός μυς μπορεί να διαταθεί κάτω από καταστάσεις φυσιολογικής φόρτισης. Στην εγκεφαλική παράλυση, ο υπερτονικός μυς δε χαλαρώνει κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Η σπαστικότητα προκαλεί όχι μόνο συσπάσεις αλλά επίσης παραμορφώσεις συστροφής

των μακρών οστών και αρθρική αστάθεια. Αυτό με τη σειρά μπορεί να συντελέσει στην ανάπτυξη πρόωρων οστεοαρθρικών αλλαγών.

Επομένως, η αντιμετώπιση της σπαστικότητας είναι υψίστης σπουδαιότητας στον περιορισμό των παραμορφώσεων και στην πρόληψη της ακόλουθης επιδείνωσης στη βάδιση και τη λειτουργία που έχει φανεί ότι είναι η φυσιολογική εξέλιξη της κατάστασης αυτής (Quinby and Abraham, 2004).

3.ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

Η αντιμετώπιση της σπαστικότητας μπορεί να είναι φαρμακευτική ή χειρουργική, προσωρινή ή μόνιμη, τοπική ή ολιστική. Απαιτεί ένα συνδυασμό φυσιοθεραπείας, εργοθεραπείας, ορθωτικών και βοηθητικών συσκευών, και στις πιο οξείες καταστάσεις, κατάλληλα συστήματα καθίσματος και ύπνου για έλεγχο της στάσης (Quinby and Abraham, 2004).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΟΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ

ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολύ συχνά τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση, εμφανίζουν παραμορφώσεις. Οι παραμορφώσεις των οστών είναι παραδείγματα δευτερογενών βλαβών γιατί δεν προκαλούνται άμεσα από τη βλάβη του κεντρικού νευρικού συστήματος. Μπορεί να προκληθούν από αποτυχία φυσιολογικής οστικής διάπλασης, από τις επιδράσεις της σπαστικότητας και της μυϊκής ανισορροπίας, αχρησία, απόπειρες για λειτουργία ή οποιοδήποτε συνδυασμό των παραπάνω. Αυτές οι παραμορφώσεις (εκτός της ανισοσκελίας) αξιολογούνται καλύτερα στο εγκάρσιο επίπεδο. Από τη στιγμή που εμφανίζονται γίνονται πρωταρχικός στόχος για ορθοπεδική αντιμετώπιση καθώς δε μπορούν να διορθωθούν από συντηρητική θεραπεία. Η πραγματική οστική παραμόρφωση δε μπορεί να διορθωθεί με τη φυσιοθεραπεία, μπορεί όμως να προληφθεί (Stout 2005).

1.ΕΣΩ ΜΗΡΙΑΙΑ ΣΥΣΤΡΟΦΗ

Οπτικά, η έσω μηριαία συστροφή εμφανίζεται σαν έσω στροφή του μηριαίου κατά τη διάρκεια της βάρδισης και μετράται όπως στην κινηματική ανάλυση. Η εσωτερική μηριαία συστροφή είναι μία πραγματική κατασκευαστική παραμόρφωση του μακρού άξονα του μηριαίου οστού. Η αιτία είναι ένας συνδυασμός της (1) επίμονης φυσιολογικής συστροφής στο νεογνό εξαιτίας της καθυστερημένης φόρτισης και (2) των μη φυσιολογικών μυϊκών δυνάμεων που δημιουργούνται από την σπαστικότητα (Bleck 1987, Cage 1991). Η μηριαία εσωτερική συστροφή δεν είναι συνώνυμη με τη βλαισότητα του αυχένα του μηριαίου ή οπίσθια ή πρόσθια θέση της κεφαλής και του αυχένα του μηριαίου σε σχέση με το πρόσθιο επίπεδο. Η εσωτερική συστροφή του μηριαίου μπορεί να μετρηθεί κλινικά ως ο βαθμός της έσω στροφής του μηριαίου στην πρηνή θέση που υποχρεούται να θέσει το μεγάλο τροχαντήρα στη μέγιστη πλάγια θέση ή παράλληλα στην επιφάνεια στήριξης (Ryder and Crane 1953). Συνήθως, κατά την παρουσία της εσωτερικής μηριαίας συστροφής υπάρχει έλλειμμα στο παθητικό εύρος της έξω στροφής και το εύρος της έσω στροφής είναι υπερβολικό· συχνά ο λόγος της έσω στροφής προς την έξω στροφή

είναι ίσος με ή μεγαλύτερος από 3/1. Σύμφωνα με μετρήσεις κινηματικών δεδομένων η μηριαία εσωτερική συστροφή συσχετίζεται με την έσω στροφή του μηριαίου, αλλά είναι διαφορετικές μετρήσεις (Stout 2005).

2.ΥΠΕΞΑΡΘΗΜΑ ΙΣΧΙΟΥ

Η μετατόπιση του ισχίου στην εγκεφαλική παράλυση είναι η δεύτερη πιο κοινή παραμόρφωση μετά την ιπποποδία (Cornell 1995). Τα παιδιά αυτά έχουν φυσιολογικά ισχία κατά τη γέννηση (Scrutton D. 1989). Οι παραμορφώσεις εμφανίζονται μετά, λόγω πολλών παραγόντων που περιλαμβάνουν σπαστικότητα και σύσπαση των προσαγωγών (Reimers 1980) και του λαγονοψοΐτη (Bleck 1987, Kalen-Bleck 1985), εσωτερική συστροφή του αυχένα του μηριαίου, δυσπλασία της κοτύλης (Abel et al. 1994) και έλλειψη φόρτισης βάρους (Bleck 1994). Η επίδραση της φόρτισης βάρους στην ανάπτυξη της κοτύλης φαίνεται να είναι ένας κρίσιμος παράγοντας (Scrutton 1989).

Οι παραμορφώσεις του ισχίου στον ασθενή με ανάμιξη όλου του σώματος μπορεί να εξελιχθεί σε επίπονο εξάρθημα που μπορεί να επιδράσει στην υγιεινή και στην ικανότητα καθίσματος για μεγάλες περιόδους. Ασθενείς με σπαστική διπληγία και με κύρια ανάμιξη των κάτω άκρων, μπορούν συνήθως να περπατήσουν, με ή χωρίς βοηθήματα, αν έχουν καλή ισορροπία κορμού. Οι παραμορφώσεις του ισχίου σπάνια συμβαίνουν σε αυτούς τους ασθενείς και μπορεί να διακινδυνεύσουν την ικανότητα βάδισης. Οι ασθενείς με ημιπληγία συνήθως τείνουν να έχουν λιγότερα προβλήματα και περισσότερη ανάμιξη στα πιο περιφερικά τμήματα των κάτω άκρων (Hoffer 1986).

Πιστεύεται ότι η μετατόπιση του ισχίου προέρχεται από τον αυξημένο τόνο στους καμπήρες και τους προσαγωγούς του ισχίου που υπερνικά τους σχετικά πιο αδύναμους εκτείνοντες και απαγωγούς με αποτέλεσμα τη μεταφορά του κέντρου στροφής του ισχίου από το κέντρο της κεφαλής του μηριαίου στο μικρό τροχαντήρα. Οι μη φυσιολογικές δυνάμεις εμποδίζουν τη φυσιολογική ανάπτυξη της κοτύλης και της κεντρικής μηριαίας γεωμετρίας. Σε παιδιά που δεν έχουν προσβληθεί η κοτύλη φυσιολογικά βαθαίνει γύρω από μία ομόκεντρα τοποθετημένη κεφαλή του μηριαίου κατά τη διάρκεια των πρώτων έξι χρόνων της ζωής συντελώντας σ' ένα δείκτη

κοτύλης μικρότερο από 30° . Στην εγκεφαλική παράλυση αυτός ο δείκτης είναι συνήθως μεγαλύτερος (Murray and Robb 2006).

Η πρόσθια και η οπίσθια κάλυψη της κοτύλης μειώνεται στους ανθρώπους με εγκεφαλική παράλυση. Οι Chung et al (2006) βρήκαν ότι τα οπίσθια ελλείμματα ήταν πιο συχνά σε υπεξαρθρημένα ισχία ενώ τα σφαιρικά ελλείμματα επικρατούσαν σε εξαρθρημένα ισχία. Αυτές οι παραμορφώσεις της κοτύλης πιστεύεται ότι είναι λόγω της έκκεντρης πίεσης από την κεφαλή του μηριαίου στη μαλακό χονδροειδές υλικό στην περιφέρεια της κοτύλης που αναπτύσσεται.

Οι επιδράσεις του μη φυσιολογικού τόνου στο κέντρο του μηριαίου είναι το ίδιο επιβλαβείς. Το νεογνό έχει συνήθως μία γωνία του αυχένα του μηριαίου 140° που μειώνεται στις 120° κατά την ενηλικίωση. Κατά τη γέννηση η εσωτερική συστροφή του αυχένα του μηριαίου είναι περίπου 40° και τελικά μειώνεται σε $12-15^\circ$ με τη σκελετική ωρίμανση. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να μη συμβούν στην εγκεφαλική παράλυση και μια επίμονη μηριαία συστροφή πάνω από 30° και μια γωνία του αυχένα του μηριαίου από $140-150^\circ$ συχνά βρίσκονται. Η πιο ήπια εκδήλωση της επίμονης μηριαίας συστροφής είναι η έσω στροφή του κάτω άκρου. Αυτό επίσης μπορεί να αποδειχθεί προβληματικό για τον ασθενή που περπατάει καθώς αποτελεί μία από τις αιτίες της βάρδισης με έσω στροφή.

Στο ασθενή που δεν περπατάει η επίδραση των μη φυσιολογικών μυϊκών δυνάμεων στον ανώριμο σκελετό μπορεί να προκαλέσουν υπεξάρθρημα του ισχίου και μετατόπιση. Η πλειονότητα μετατοπίζεται προς τα πίσω και πάνω ενώ μια μικρή μειονότητα προς τα εμπρός. Ένα μετατοπισμένο ισχίο συχνά συνδέεται με δυσκολίες κατά την πρόσβαση στην υγιεινή του περινέου και κατά το κάθισμα. Επίσης, η μετατόπιση του ισχίου συμβαίνει σε ασθενείς που έχουν από τη μία πλευρά έσω στροφή και προσαγωγή του ισχίου και από την άλλη έξω στροφή και απαγωγή, καθιστώντας το βάδισμα πολύ δύσκολο (Murray and Robb 2006).

Ο πόνος μπορεί να είναι ένα πρόβλημα σε αυτούς τους ασθενείς που εκδηλώνεται σε λειτουργίες όπως το ντύσιμο ή το κάθισμα. Ενώ ο εκφυλισμός της άρθρωσης αναπτύσσεται σε μετατοπισμένα ισχία κάποιοι ερευνητές έχουν βρει ότι δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στο βαθμό εκφυλισμού και τον πόνο (Noonan et al. 2004). Από την άλλη, άλλες μελέτες δείχνουν ότι πάντα υπάρχει σχέση (Boldingh et al. 2005). Πάντως, το 50% των ασθενών με υπεξάρθρημα ή μετατόπιση ισχίου παραπονιέται για πόνο, που μπορεί να γίνει οξύς και η πρόληψη της εκφύλισης της

άρθρωσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την πρόληψη του πόνου σε λειτουργίες όπως το κάθισμα και η υγιεινή του περινέου.

Μετατόπιση του ισχίου στην εγκεφαλική παράλυση

Προσβάλλει το 28% των ανθρώπων με εγκεφαλική παράλυση

Ο κίνδυνος εμφάνισης προβλημάτων ισχίου αυξάνει με την αύξηση της οξύτητας της εγκεφαλικής παράλυσης

Ως το 75% των ασθενών με ανάμιξη όλου του σώματος έχουν μετατόπιση ισχίου

Η νεογνική μηριαία συστροφή και η γωνία του αυχένα του μηριαίου δε μειώνονται με το πέρασμα του χρόνου

Η χειρουργική επέμβαση συνήθως απαιτεί οστεοτομία της λεκάνης και του μηριαίου

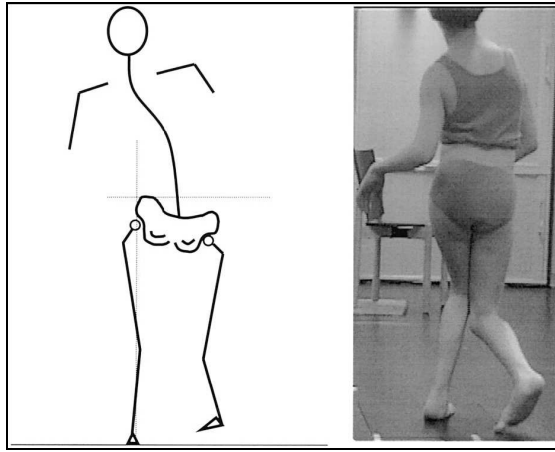
Εξασφάλιση θεραπείας προσαρμοσμένη στον κάθε ασθενή

Η βιομηχανική των ισχίων και η βαθύτερη παθολογία σε ασθενείς που περπατάνε είναι διαφορετικές από αυτούς που δεν περπατάνε. Ο Scrutton (1989) είπε ότι η κατασκευή του ισχίου και η μετατόπιση είναι ως ένα βαθμό ο καθρέφτης της λειτουργίας των κάτω άκρων και κατά κάποιον τρόπο αντανακλά την κινητική ιστορία του παιδιού. Ο ρόλος της βάδισης στην ανάπτυξης της έσω μηριαίας συστροφής είναι υπό αμφισβήτηση. Κάποιοι θεωρούν ότι η αυξημένη βάδιση σχετίζεται με μικρότερη έσω μηριαία συστροφή, ενώ οι Fabry et al.(1973) βρήκαν ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μετά τα 3 χρόνια ζωής στην εγκεφαλική παράλυση. Οι Abel et al. βρήκαν αυξημένη έσω μηριαία συστροφή σε ασθενείς που περπατούσαν με δυσπλασία του ισχίου σε σύγκριση με ασθενείς που δεν περπατούσαν. Οι Metaxiotis et al. (2000) βρήκαν αυξημένη εσωτερική μηριαία συστροφή και στις δύο πλευρές και η αύξηση ήταν πιο έντονη στην υπεξαρθρωμένη πλευρά. Σύμφωνα με αυτή την έρευνα πρέπει να υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην υπερβολική εσωτερική μηριαία συστροφή και το υπεξάρθρωμα του ισχίου και υπάρχει συμφωνία με την άποψη του Laplaza (1994) που σημείωσε ότι η εσωτερική μηριαία συστροφή είναι πιο σημαντική στη σταθερότητα του ισχίου από την υπερβολική γωνία του αυχένα του μηριαίου.

Η ανάλυση της βάδισης με παρατήρηση έχει περιορισμούς αλλά είναι γενικά χρήσιμη στην εκτίμηση αποκλίσεων των μεγάλων τμημάτων του σώματος. Στην εγκεφαλική παράλυση οι ασθενείς χρησιμοποιούν κεντρικές αντισταθμίσεις για περιφερικές παραμορφώσεις. Στην έρευνα των Metaxiotis et al. (2000) που έγινε σε ασθενείς με υπεξάρθρωμα ισχίου παρατηρήθηκε αδυναμία των απαγωγών του ισχίου κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης πράγμα που εκδηλώνει πτώση της



Εικόνα 1: Προοδευτικό, αμφοτερόπλευρο υπεξάρθρημα ισχίου σε ασθενή με εγκεφαλική παράλυση



Εικόνα 2: Υπεξάρθρημα αριστερού ισχίου σε κορίτσι 11 ετών. Βάδιση Trendelenburg και Duchenne στη μονή φάση στήριξης.

λεκάνης στην αντίθετη πλευρά (trendelenburg). Η αντίθετη πτώση της λεκάνης μπορεί να προκαλείται από ανεπάρκεια των απαγωγών, σύσπαση των προσαγωγών ή σύσπαση απαγωγών του αντίθετου ποδιού. Όταν υπάρχει αδυναμία στους μυς της λεκάνης, δεν υπάρχουν πρόσθετες μυϊκές δυνάμεις για να βοηθήσουν και το άτομο αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει μεταφορές βάρους στον άνω κορμό για ν' αναπληρώσει την ανεπαρκή δύναμη των μυών γύρω από τη λεκάνη. Αυτό διατηρεί το κέντρο βάρους πάνω από τη βάση στήριξης και εκδηλώνεται σαν ομόπλευρη κλίση του κορμού (duchenne gait) και μπορεί επίσης να σχετισθεί με σκολίωση, κοντό κάτω άκρο, αδυναμία απαγωγών του ισχίου και σύσπαση προσαγωγών. Η βάδιση Duchenne είναι πιο έντονη στους ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση από ότι σε φυσιολογικά άτομα και παράγει δύναμη προσαγωγής, ωθεί το γόνατο σε βλαισότητα και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη σπονδυλική στήλη. Η βάδιση Trendelenburg αυξάνει τη δύναμη απαγωγής στην υπεξαρθρωμένη πλευρά και συνεπώς μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω "ξεσκέπασμα" της κεφαλής του μηριαίου από την κοτύλη.

Στην έρευνα των Metaxiotis et al (2000) οι αποκλίσεις της βάδισης που αναγνωρίστηκαν με την παρατήρηση θα μπορούσαν να επιβεβαιωθούν με την ανάλυση βάδισης με όργανα ως ειδικά κινηματικά και κινητικά πρότυπα. Η περιορισμένη απαγωγή του ισχίου ήταν σύμφωνη με την αυξημένη προσαγωγή κατά τη στήριξη και την αιώρηση. Η λεκάνη δεν είχε πρόσθια κλίση με συμπέρασμα ότι οι

ασθενείς δε χρησιμοποίησαν αυτόν τον μηχανισμό για να καλύψουν την κεφαλή του μηριαίου που παρουσίαζε εσωτερική συστροφή. Η λεκάνη στη μη υπεξαρθρωμένη πλευρά ήταν τοποθετημένη πιο πίσω, που συσχετίζεται με τη βάδιση Trendelenburg, υποδεικνύοντας αδυναμία των αντίθετων απαγωγών του ισχίου. Υπήρχε αυξημένη κλίση στην υπεξαρθρωμένη πλευρά αλλά το εύρος κίνησης ανάμεσα στις δύο πλευρές παρέμεινε σταθερό λόγω της μειωμένης πλάγιας κλίσης στην αντίθετη πλευρά. Η βάδιση Duchenne πιστεύεται ότι είναι προστατευτική για την άρθρωση του ισχίου καλύπτοντας την κεφαλή του μηριαίου, ενώ η βάδιση Trendelenburg πιστεύεται ότι είναι επιβλαβής για το ισχίο. Η απαγωγή του ισχίου ήταν ελαφρώς αυξημένη στην υπεξαρθρωμένη πλευρά πιθανόν λόγω της υπερβολικής αντίθετης πτώσης της λεκάνης και ανεπαρκούς πλάγιας κλίσης του κορμού. Η μειωμένη ικανότητα των απαγωγών του ισχίου να παράγουν δύναμη μπορεί να εξηγηθεί από τη μυϊκή αδυναμία.

Το χειρουργείο ανάπλασης του ισχίου οδήγησε σε μικρότερη προσαγωγή παρόλο που η λοξή τοποθέτηση της λεκάνης παρέμεινε όπως ήταν και δείχνει ότι η βαθύτερη νευρομυϊκή παθολογία δεν επηρεάστηκε από το χειρουργείο και ότι η ανεπάρκεια των απαγωγών μπορεί να παίζει κρίσιμο ρόλο στην παθολογία.

Η διαταραγμένη βιομηχανική του ζεύγους λεκάνης-ισχίου επηρεάζει την ανάπτυξη του ισχίου και τη φυσιολογική πίεση της κεφαλής του μηριαίου στην κοτύλη που διαμορφώνεται προκαλώντας διαταραχή στην ανάπτυξή της. Από τη μελέτη των Metaxiotis et al. (2000), βγαίνει το συμπέρασμα ότι η ανεπάρκεια των απαγωγών είναι η κύρια αιτία για την ανάπτυξη υπεξαρθρήματος του ισχίου.

3.ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΝΗΜΙΑΙΑ ΣΥΣΤΡΟΦΗ

Η εξωτερική κνημιαία συστροφή είναι μία έξω στροφή ή συστροφή του μακρού άξονα της κνήμης. Μετράται πιο κατάλληλα με τη φυσική εξέταση του άξονα που περνάει διαμέσου των σφυρών ή του άξονα του ολόκληρου του κάτω άκρου και όχι με την ανάλυση της βάδισης, εκτός αν το σύστημα μετράει τη στροφή του άκρου πόδα σε σχέση με την κνήμη. Η εξωτερική κνημιαία συστροφή είναι μία πραγματική οστική παραμόρφωση που συχνά αναπτύσσεται ως δευτεροπαθής βλάβη της εσωτερικής μηριαίας συστροφής. Η περιορισμένη κίνηση στο γόνατο που έχει ως αποτέλεσμα το επανειλημμένο σύρσιμο του ποδιού σε μία θέση έξω στροφής, μπορεί να οδηγήσει επίσης στην παραμόρφωση. Στην παρουσία της μηριαίας συστροφής, η εξωτερική κνημιαία συστροφή είναι δύσκολο να παρατηρηθεί γιατί η κίνηση του ποδιού προς τα εμπρός μπορεί να φαίνεται φυσιολογική. Το γόνατο μερικές φορές φαίνεται βλαισό αλλά αυτό δεν είναι μια ανωμαλία του μετωπιαίου επιπέδου. Η εσωτερική συστροφή του μηριαίου αντισταθμίζεται από την εξωτερική συστροφή της κνήμης, έτσι ώστε το πόδι να μένει στην κατεύθυνση της κίνησης (Stout 2005).

Πολλά παιδιά με εγκεφαλική παράλυση περπατούν με υπερβολική κάμψη ισχίων και γονάτων, ένα πρότυπο γνωστό ως βάδιση crouch. Η εξωτερική κνημιαία συστροφή συχνά παρατηρείται στα παιδιά αυτά. Προηγούμενοι ερευνητές έχουν δείξει ότι η υπερβολική συστροφή της κνήμης μειώνει την ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στη βάδιση crouch που παρατηρείται σε κάποιους ασθενείς. Αυτή η ανωμαλία της ευθυγράμμισης μπορεί να διορθωθεί με οστεοτομία· παρόλα αυτά οι ενδείξεις για χειρουργείο δεν είναι ξεκάθαρες και τα αποτελέσματα ποικίλουν. Η κατανόηση αν αυτή η παραμόρφωση είναι σημαντικός παράγοντας της μειωμένης έκτασης ισχίων και γονάτων είναι ένα σημαντικό βήμα στην βελτίωση της θεραπείας των ασθενών με υπερβολική κνημιαία συστροφή και βάδιση crouch.

Υπάρχουν δύο βασικές βιομηχανικές συνδέσεις ανάμεσα στη βάδιση crouch και στις παραμορφώσεις της κνήμης. Αρχικά, η υπερβολική κνημιαία συστροφή μπορεί να μειώσει τη δύναμη των μυών που περνούν την άρθρωση του αστραγάλου και πραγματοποιούν πελματιαία κάμψη. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος παίζουν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη του σώματος στη μέση και στο τέλος της φάσης στήριξης (Neptune et al. 2001, Liu et al.2006). Αν η

πελματιαία κάμψη που παράγουν αυτοί οι δύο μυς μειωθεί ως αποτέλεσμα της διαφοροποίησης της μυοσκελετικής γεωμετρίας, η ικανότητά τους να εκτείνουν τις αρθρώσεις και να υποστηρίζουν το σώμα μπορεί να μειωθεί, πιθανότατα οδηγώντας στη βάδιση crouch.

Μία δεύτερη πιθανότητα είναι ότι η υπερβολική κνημιαία συστροφή διαφοροποιεί τις αλληλεπιδράσεις των μυών και το βαθύτερο σκελετικό σύστημα κατά τη διάρκεια της βάδισης. Η ανάλυση της ενέργειας των μυών κατά τη διάρκεια της κίνησης είναι σύνθετη. Όταν ένας μυς εφαρμόζει δύναμη σ' ένα τμήμα του σώματος, το τμήμα αυτό επιταχύνεται. Παρόλα αυτά, η επιτάχυνση αυτού του τμήματος αντιστέκεται από την αδράνεια των γειτονικών τμημάτων, που παράγει διατμηματικές δυνάμεις που επιταχύνουν τις άλλες αρθρώσεις του σώματος. Γι' αυτό το λόγο, ένας μυς που περνάει μόνο την άρθρωση του αστραγάλου, όπως ο υποκνημίδιος, έχει την προοπτική να επιταχύνει όχι μόνο τον αστράγαλο, αλλά επίσης το ισχίο και το γόνατο. Πολλοί άλλοι μυς έχουν επίσης αποδειχθεί ότι επιταχύνουν αρθρώσεις που δεν διασχίζουν κατά τη διάρκεια της βάδισης (Arnold et al 2005, Piazza 2006, Riley et al. 1999, Khang and Zazac 1998, Kepple et al. 1997). Επίσης, κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης, η επιτάχυνση του τμήματος του ποδιού που έρχεται σ' επαφή με το έδαφος πρέπει να είναι μηδέν. Από τη στιγμή που οποιαδήποτε μυϊκή δραστηριότητα θα παράγει δυνάμεις στο πόδι, μία ίση και αντίθετη δύναμη πρέπει να εφαρμοστεί στο πόδι από το έδαφος για να παραμείνει σταθερό. Οι διατμηματικές δυνάμεις που παράγονται από τη μυϊκή δραστηριότητα και ως αποτέλεσμα η αλληλεπίδραση ποδιού-εδάφους εξαρτώνται και από τον προσανατολισμό των τμημάτων του σώματος και από την οστική γεωμετρία. Έτσι, οι επιταχύνσεις των αρθρώσεων από τη δραστηριοποίηση ενός μυός θ' αλλάξουν καθώς το σώμα προχωρά μέσα από τον κύκλο βάδισης καθώς επίσης και στην παρουσία μιας οστικής παραμόρφωσης όπως η κνημιαία συστροφή. Αυτό σημαίνει ότι μία υπερβολική κνημιαία συστροφή, μια διαταραχή στην ευθυγράμμιση του κάτω άκρου στο εγκάρσιο επίπεδο, μπορεί ν' αλλάξει την ικανότητα των μυών να επιταχύνουν τις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος στο οβελιαίο επίπεδο.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η υπερβολική κνημιαία συστροφή μπορεί να επηρεάσει τη δυναμική ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις κατά τη διάρκεια της βάδισης. Οι Schwartz και Lakin (2003) απέδειξαν με ένα μοντέλο υπολογιστή ότι η εξωτερική κνημιαία συστροφή μειώνει την ικανότητα του υποκνημιδίου να εκτείνει το γόνατο κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης.

Μία πρόσφατη μελέτη είχε σκοπό να καθορίσει τους μηχανισμούς με τους οποίους η υπερβολική εξωτερική κνημιαία συστροφή συμβάλλει στη μειωμένη έκταση του ισχίου και του γόνατος (Hicks et al., 2007). Σύμφωνα με αυτή, η παραμόρφωση της κνήμης μείωσε την προοπτική πολλών σημαντικών μυών της φάσης στήριξης να εκτείνουν και το ισχίο και το γόνατο αλλάζοντας τη σκελετική πλατφόρμα πάνω στην οποία δρουν οι μύες. Η υπερβολική κνημιαία συστροφή συνέβαλε στη μείωση της ικανότητας των γλουτιαίων και του υποκνημιδίου να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο και έτσι την ικανότητά τους να υποστηρίξουν ένα όρθιο πρότυπο κατά τη διάρκεια της βάδισης. Αρχικά, οι μεγαλύτερες αλλαγές στην ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις παρατηρήθηκαν όταν η παραμόρφωση ήταν 30° μεγαλύτερη από το φυσιολογικό. Για παράδειγμα, με μία συστροφή 30°, οι προοπτικές του υποκνημιδίου, του μέσου γλουτιαίου και του μεγάλου γλουτιαίου να εκτείνουν το γόνατο μειώθηκαν όλες πάνω από 10% και οι προοπτικές τους να εκτείνουν το ισχίο μειώθηκαν πάνω από 15%. Αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί με τις κλινικές παρατηρήσεις σε μία μεγάλη ομάδα ατόμων με σπαστική διπληγία που έγιναν στο Gillette Children's Specialty Healthcare. Συγκεκριμένα, όταν η εξωτερική κνημιαία συστροφή, όπως καθορίστηκε από τον αμφισφύριο άξονα, ήταν 30° ή περισσότερο πάνω από το φυσιολογικό, υπήρχε μία σημαντική αύξηση στη πιθανότητα ότι ο ασθενής περπατούσε με βάδιση crouch.

Η παραμόρφωση είχε τη μεγαλύτερη επίδραση στον υποκνημίδιο και το μέσο γλουτιαίο. Για παράδειγμα, με μία συστροφή της κνήμης 60° πάνω από το φυσιολογικό, η ικανότητα και των δύο μυών να εκτείνουν το γόνατο μειώθηκε κατά 50%. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η παραμόρφωση μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιβλαβής σε ασθενείς με προϋπάρχουσα αδυναμία του γλουτιαίου ή των μυών που προκαλούν πελματιαία κάμψη ή σε αυτούς που πραγματοποιούνται χειρουργεία μαλακών ιστών που μπορούν να αποδυναμώσουν αυτούς τους μυς.

Η ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις εξαρτάται από την γεωμετρία όλων των οστών και τον προσανατολισμό όλων των αρθρώσεων. Ως αποτέλεσμα, η παρουσία άλλων οστικών παραμορφώσεων μπορεί να επηρεάσει τις αλλαγές στις ικανότητες των μυών που συντελεί η κνημιαία συστροφή. Συνοδές οστικές παραμορφώσεις, όπως η υπερβολική μηριαία εσωτερική συστροφή και ραιβότητα ή βλαισότητα του άκρου πόδα είναι συχνές σε ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση. Αυτές οι συνοδές ανωμαλίες των οστών θα μπορούσαν πιθανόν να αντισταθμίσουν ή να επιδεινώσουν τις επιδράσεις της παραμόρφωσης της κνήμης στις

ικανότητες έκτασης των μυών. Ο τρόπος που οι μύες επηρεάζονται από τη συστροφή της κνήμης και ποιοι μύες επηρεάζονται μπορεί να αλλάξει στην παρουσία κινηματικής της βάδισης crouch.

Από τη στιγμή που η υπερβολική εξωτερική κνημιαία συστροφή μειώνει την ικανότητα πολλών μυών της φάσης στήριξης να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην εμφάνιση της βάδισης crouch, ειδικά όταν η συστροφή είναι 30° μεγαλύτερη από το φυσιολογικό. Η παραμόρφωση έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο υποκνημίδιο και στο μέσο γλουτιαίο, δείχνοντας ότι η διόρθωση της κνημιαίας συστροφής είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ασθενείς με αδύναμους πελματιαίους καμπήρες ή γλουτιαίους (Hicks et al. 2007).

4.ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΟΣ

Ο άκρος πους στην εγκεφαλική παράλυση υπόκειται στις φυσιολογικές δυνάμεις που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της βάδισης, αλλά ο τρόπος αντίστασης σε αυτές τις δυνάμεις αλλάζει ως αποτέλεσμα της μυϊκής αδυναμίας και σπαστικότητας που είναι έμφυτα σε αυτήν την κατάσταση. Η μη φυσιολογική μυϊκή δραστηριότητα επιτρέπει στο πόδι να παραμορφωθεί ως απάντηση στις δυνάμεις που εφαρμόζονται σε αυτό. Το κλασικό πρότυπο με βλαισότητα και ιπποποδία που υιοθετείται από το διπληγικό πόδι είναι κυρίως λόγω της σπαστικότητας του γαστροκνημίου και της αδυναμίας των περνιαίων. Η παραμόρφωση με ιπποποδία και ραιβότητα παρατηρείται πιο συχνά στο ημιπληγικό πόδι και σχετίζεται με την σπαστικότητα του πρόσθιου κνημιαίου.

Ενώ είναι ακόμα εύκαμπτες αυτές οι παραμορφώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με μια ποικιλία συντηρητικών μέσων που περιλαμβάνουν γύψο, ορθωτικά και ένεση αλλαντικής τοξίνης. Από τη στιγμή όμως που εγκαθίστανται, απαιτείται η χειρουργική επέμβαση του οστού για να διορθωθούν αυτές οι παραμορφώσεις.

Οι αλλαγές στον άκρο πόδα συμβαίνουν κυρίως λόγω της αδυναμίας ή της σπαστικότητας των μυών που προσφύονται στους μακρούς τένοντες που διασχίζουν την ποδοκνημική άρθρωση και σε μικρότερη έκταση των εσωτερικών μυών του άκρου πόδα. Αν ο μυς συμβαδίζει με την ανάπτυξη του οστού απαιτεί και παθητική διάταση και ενεργητική σύσπαση, τα οποία πρέπει να συμβαίνουν κατά τη διάρκεια

μιας φυσιολογικής δραστηριότητας όπως η βάδιση. Τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση μπορεί να μην έχουν τη δυνατότητα να απασχολούνται μέσα από φυσιολογική δραστηριότητα ή ακόμα και να περπατήσουν. Αυτά που όντως περπατούν, έχουν συνήθως την τάση να το κάνουν αργά. Η απώλεια της φυσιολογικής μυϊκής ελαστικότητας οδηγεί σε μυϊκή βράχυνση, που με τη σειρά οδηγεί σε απώλεια της φυσιολογικής ισορροπίας αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην ύπαρξη σπαστικότητας σε μεγάλες μυϊκές ομάδες, π.χ. ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος. Δεδομένου ότι στο φυσιολογικό πόδι οι πελματιαίοι καμπήρες είναι έξι φορές δυνατότεροι από τους ραχιαίους καμπήρες, η σπαστικότητα των πελματιαίων καμπήρων, που αντιστέκεται μόνο από τους αδύναμους ραχιαίους καμπήρες, συντελεί σε έναν άνισο αγώνα και επακολουθεί η ιπποποδία.

ΙΠΠΟΠΟΔΙΑ

Η ιπποποδία συχνά είναι αποτέλεσμα της αποτυχίας της πτέρνας να έρθει σε επαφή με το έδαφος κατά τη διάρκεια της βάδισης. Παρόλα αυτά, πιο κεντρικές ανωμαλίες όπως η σύσπαση της κάμψης γόνατος ή του ισχίου μπορούν επίσης να σηκώσουν την πτέρνα από το έδαφος. Αντιστρόφως, μερικά άτομα με ιπποποδία μπορούν να φέρουν την πτέρνα στο έδαφος επιτρέποντας στην κνήμη να γύρει προς τα πίσω και υπερεκτείνοντας το γόνατο.

Η ιπποποδία στην εγκεφαλική παράλυση μπορεί να προέρχεται από διαφοροποιημένο έλεγχο, σπαστικότητα ή σύσπαση των μυών που βρίσκονται πίσω από την κνήμη μαζί με αδυναμία του πρόσθιου κνημιαίου. Στη διπληγία, πιο συχνά ο γαστροκνήμιος είναι σφιχτός· ο υποκνημίδιος πιο συχνά δεν είναι. Αυτή η κατάσταση έχει αποδειχθεί από το Langenskiold τεστ, στο οποίο, αν είναι θετικό, η ποδοκνημική φαίνεται να κάμπτεται ραχιαία περισσότερο με το γόνατο σε κάμψη παρά σε έκταση. Αυτό δηλώνει ότι ο γαστροκνήμιος, που διασχίζει και το γόνατο και τον αστράγαλο, είναι σφιχτός, αλλά όχι ο υποκνημίδιος, που διασχίζει μόνο την ποδοκνημική άρθρωση. Οι πρόσθιοι μύες της κνήμης είναι πιθανόν να είναι αδύναμοι και με φτωχό εκούσιο έλεγχο.

Στη φυσιολογική βάδιση η πτέρνα έρχεται πρώτα σε επαφή με το έδαφος και ακολουθεί το πρόσθιο τμήμα του ποδιού που χαμηλώνει στο έδαφος. Στη φάση αυτή το υπομόχλιο της κίνησης είναι η πτέρνα. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους δρα μέσα από τη φτέρνα και την ωθεί στο έδαφος, η οποία τείνει να κάμψει πελματιαία

την ποδοκνημική. Οι μύες λειτουργούν έκκεντρα κι ελέγχουν την κίνηση της πελματιαίας κάμψης. Αυτό καταργείται στην εγκεφαλική παράλυση. Ιπποποδία



Εικόνα 3: *Ιπποποδία σε παιδί με σπαστική διπληγία*



Εικόνα 4: *Παιδί με ιπποποδία που υπερεκτείνει τα γόνατα για να προσαρμοστεί στην παραμόρφωση*

σημαίνει ότι η αρχική επαφή με το έδαφος γίνεται συνήθως με το πρόσθιο τμήμα του άκρου πόδα. Έτσι, υπάρχει μια μεταφορά του βάρους από την πτέρνα στο πρόσθιο τμήμα του ποδιού. Αυτή η κατάσταση διατείνει τους οπίσθιους μυς της κνήμης, και αν το γόνατο είναι σε κάμψη, ο γαστροκνήμιος τείνει να το κάμψει περισσότερο. Πρόωρη άνοδος της πτέρνας μπορεί να συμβεί ή η επαφή της πτέρνας μπορεί να μη συμβεί καθόλου. Αν το γόνατο είναι σε έκταση, η δύναμη αντίδρασης του εδάφους που δρα στο πρόσθιο τμήμα του ποδιού θα περάσει μπροστά από το γόνατο προκαλώντας υπερέκταση επιτρέποντας στην πτέρνα να έρθει σε επαφή με το έδαφος παρά την ιπποποδία.

Η απώλεια της μεταφοράς του βάρους κατά μήκος του ποδιού οδηγεί σε μία αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας στις πιο κεντρικές αρθρώσεις για να διατηρηθεί ένα όρθιο πρότυπο, το οποίο δεν είναι ενεργειακά αποδοτικό, ειδικά σε σχέση με τους τετρακεφάλους.

Είναι γνωστό ότι στα φυσιολογικά παιδιά που έχουν ιδιοπαθή ιπποποδία, έχουν μειωμένη ταχύτητα βάδισης και μήκος βήματος, όπως τα παιδιά με σπαστική διπληγία. Παρόλα αυτά, τα παιδιά αυτά δεν παρουσιάζουν αυξημένη κάμψη γόνατος όπως τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση. Στην ιδιοπαθή ιπποποδία τα παιδιά έχουν παραγωγή δύναμης στο σύμπλεγμα γαστροκνήμιου-υποκνημίδιου στην τελική στάση, δείχνοντας ότι είναι μια λειτουργία με βιομηχανικό μειονέκτημα στο οποίο αυτοί οι μύες πρέπει να εργαστούν σε ιπποποδία (Duffy and Cosgrove, 2002).

ΑΛΛΕΣ ΕΠΙΠΡΑΞΕΙΣ

Κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης της βάδισης, αν υπάρχει ιπποποδία, οι μη φυσιολογικές πιέσεις στο πρόσθιο τμήμα του ποδιού, μπορεί να οδηγήσουν σε τύλους, κυρίως κάτω από τις κεφαλές των μεταταρσίων. Καθώς για το βάρος υπάρχει μια μικρή βάση στη βάδιση με ιπποποδία, αυτό μπορεί να διαταράξει σημαντικά την ισορροπία και τη σταθερότητα. Επίσης, ο αστράγαλος δεν είναι κλειδωμένος στην αστραγαλοκνημιαία άρθρωση, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει περισσότερα προβλήματα με σταθερότητα. Στη φάση αιώρησης, η ιπποποδία προκαλεί προβλήματα στην ανύψωση του ποδιού από το έδαφος κι έτσι τα δάχτυλα σύρονται στο έδαφος. Η ιπποποδία συχνά συνοδεύεται με βλαισό ή ραιβό πόδι. Ο σφιχτός αχίλλειος τένοντας που δρα στην υπαστραγαλική άρθρωση θα τείνει να επιδεινώσει οποιαδήποτε έλλειψη σταθερότητας που ήδη υπάρχει. Στη διπληγία πιο συχνή είναι η βλαισότητα και στην ημιπληγία η ραιβότητα. Ωστόσο, οποιαδήποτε παραμόρφωση μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε πρότυπο εγκεφαλικής παράλυσης και πράγματι οι δύο παραμορφώσεις μπορεί να συμβούν ταυτόχρονα στα δύο αντίθετα πόδια ενός ατόμου που πάσχει αμφοτερόπλευρα.

Στη διπληγία, πολλά μικρά παιδιά παρουσιάζουν πρότυπο βάδισης με ιπποποδία. Ωστόσο, σε μεγαλύτερους ασθενείς που δεν έχουν χειρουργηθεί, το πρότυπο αυτό είναι λιγότερο συχνό με τους περισσότερους να υιοθετούν το πρότυπο crouch, που χειροτερεύει τη λειτουργία. Σε αυτές τις περιπτώσεις το πόδι κάμπτεται ραχιαία υπερβολικά είτε λόγω πραγματικής ραχιαίας κάμψης στην ποδοκνημική ή λόγω της κλίσης της υπαστραγαλικής άρθρωσης σε βλαισότητα, πιθανόν λόγω της ανικανότητας του συμπλέγματος της ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης να αντέξουν τα αυξανόμενα φορτία που δέχονται λόγω της αύξησης του βάρους σώματος. Κατά τη θεραπεία πρέπει να ληφθούν υπόψη τέτοιες μελλοντικές εξελίξεις όπως επίσης και το παρών κλινικό πρόβλημα (Duffy and Cosgrove, 2002).

ΒΛΑΙΣΟ ΠΟΔΙ

Το βλαισό πόδι είναι χαρακτηριστικό στην σπαστική διπληγία. Όταν ο σφιχτός αχίλλειος τένοντας τραβάει επάνω το πίσω μέρος του άκρου πόδα, το πόδι θα "σπάσει" στο μέσο τμήμα του στην απόπειρά του να προσαρμοστεί στην πελματιαία κάμψη και ακόμα θα διατηρήσει το πόδι επίπεδο στο πάτωμα κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης. Στη διπληγία το πόδι "σπάει" σε βλαισό. Το γεγονός αυτό δε συμβαίνει τόσο λόγω οποιασδήποτε υπερδραστηριότητας των περοναίων, αλλά

περισσότερο λόγω της φτωχής υποστήριξης από τον οπίσθιο κνημιαίο. Το πόδι κινείται σε απαγωγή και κλίνει να είναι σε έξω στροφή.

Το φυσιολογικό πόδι βασίζεται στην κίνηση της υπαστραγαλικής άρθρωσης να κλειδώνει το μέσο τμήμα του ποδιού κατά τη διάρκεια της στήριξης, έτσι ώστε να λειτουργεί ως άκαμπτος μοχλός. Στη βλαισοίποποδία της διπληγίας, η υπαστραγαλική άρθρωση γίνεται ανίκανη έτσι ώστε οι μεσοτάρσιες αρθρώσεις να μη μπορούν να κλειδώσουν. Το πόδι δε μπορεί να δράσει σαν άκαμπτος μοχλός, μέσα από τον οποίο το σώμα μπορεί να σπρώξει το πάτωμα, προκαλώντας αστάθεια. Το πόδι δεν ακολουθεί πια τη γραμμή της πρόσθιας κίνησης του σώματος και οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους δεν κατευθύνονται σωστά σε σχέση με τις κεντρικές αρθρώσεις. Κανονικά, η δύναμη αντίδρασης του εδάφους περνάει μπροστά και μέσα από το γόνατο στη φάση στήριξης, αλλά στη βλαισοίποποδία περνάει πίσω και πλάγια από αυτό και η παθητική σταθεροποίηση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους που περνάει κανονικά μπροστά από το γόνατο, χάνεται. Ταυτόχρονα, η δύναμη αντίδρασης του εδάφους που περνάει πλάγια από το γόνατο οδηγεί σε βλαισό γόνυ.

Εκτός από δυσλειτουργία στη βάδιση, η βλαισοίποποδία επίσης προκαλεί προβλήματα με υπερβολική προσθήκη βάρους στο έσω χείλος του ποδιού, προκαλώντας δερματικά προβλήματα και δυσκολίες με τα παπούτσια (Duffy and Cosgrove, 2002).



Εικόνα 5: Βλαισά πόδια σε παιδί σπαστική διπληγία



Εικόνα 6: Ημιπληγικό παιδί με κλασική παραμόρφωση ραιβοίποποδίας

ΡΑΙΒΟ ΠΟΔΙ

Πολλά παιδιά με ημιπληγία παρουσιάζουν ραιβοιποποδία. Είναι λιγότερο συχνό στα παιδιά με διπληγία. Η αδυναμία των έξω στροφέων δεν είναι γενικά υπεύθυνη για τη ραιβότητα στην εγκεφαλική παράλυση. Ενώ μπορεί να συμβεί δευτερογενώς από την σπαστικότητα των οπίσθιων μυών της κνήμης καθώς η υπαστραγαλική άρθρωση κινείται σε μία προσπάθεια να κάνει ραχιαία κάμψη ενάντια στον σφιχτό αχίλλειο τένοντα, τις περισσότερες φορές συμβαίνει από την υπερδραστηριότητα των έσω στροφέων, κυρίως λόγω της σπαστικότητας του οπίσθιου και πρόσθιου κνημιαίου. Αν εμπλέκονται μόνο ο οπίσθιος κνημιαίος, τότε παρατηρείται ραιβότητα στο πίσω μέρος του άκρου πόδα. Η δράση του οπίσθιου κνημιαίου στην εγκεφαλική παράλυση, ωστόσο, δεν είναι εντελώς προβλέψιμη· μπορεί να είναι εντελώς ακίνητος ακόμα και στην παρουσία σημαντικής ραιβότητας. Αν ο πιο περιφερικά τοποθετημένος πρόσθιος κνημιαίος μπλέκεται επίσης τότε υπάρχει ραιβότητα και υπτιασμός του πρόσθιου μέρους του άκρου πόδα επίσης.

Ο Bleck (1987) συμβουλεύει για ηλεκτρομυογράφημα για να καθοριστούν οι σχετικοί κνημιαίοι μυς που συμβάλλουν στο ραιβό πόδι. Ο υποκνημίδιος επίσης είναι ένας έσω στροφέας, συγκεκριμένα στην τελική φάση αιώρησης και στη μέση στήριξη και μπορεί να έχει κάποια επίδραση διαμέσου της λοξότητας του κλειδώματος της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η υπερδραστηριότητα του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου και του μακρού καμπτήρα των δακτύλων μπορεί επίσης να συμβάλλει στη ραιβότητα και αν ναι θα προκαλέσει γαμψοδακτυλία. Η ραιβότητα θα γίνει πιο έντονη στη μέση στήριξη όταν η δύναμη αντίδρασης του εδάφους τείνει να κάμψει ραχιαία το πόδι ενάντια στην αντίσταση των οπίσθιων μυών της κνήμης.

Η ραιβότητα προκαλεί μη φυσιολογική φόρτιση του έξω χείλους του άκρου πόδα "ξεσκεπάζοντας" την κεφαλή του αστραγάλου και προκαλώντας τύλους που αναπτύσσονται εκεί και στη βάση του 5^{ου} μεταταρσίου (Duffy and Cosgrove 2002).

ΒΛΑΙΣΟ ΜΕΓΑΛΟ ΔΑΚΤΥΛΟ

Το βλαισό μεγάλο δάχτυλο είναι πιο συχνό στη διπληγία παρά στην ημιπληγία. Συμβαίνει συχνά σε συνδυασμό με βλαισό πόδι στα παιδιά με διπληγία και είναι αποτέλεσμα μυϊκής ανισορροπίας και μη φυσιολογικών φορτίων που δέχεται το πρητισμένο πόδι. Μπορεί να εμφανιστεί είτε από υπερδραστηριότητα του μακρού περνιαίου, του οποίου το έλυτρο δίνει πρόσφυση στη λοξή κεφαλή του προσαγωγού του μεγάλου δακτύλου, που έτσι τραβιέται πλάγια· ή από τη μεσότητα

της φόρτισης του πρόσθιου τμήματος του ποδιού λόγω του πρηνισμού του με στροφή του άξονα κάμψης/έκτασης έξω από το οβελιαίο επίπεδο. Διαφορετικά, μπορεί απλά το επανειλημμένο τραύμα στο πρηνισμένο βλαισό πόδι που σχετίζεται με τη διπληγία να αποδυναμώνει και να διατείνει τη μέση υποστήριξη των μεταταρσιοφαλαγγικών αρθρώσεων του μεγάλου δακτύλου, πιέζοντάς το πλάγια. Όταν το βλαισό μεγάλο δάκτυλο συμβαίνει στην ημιπληγία είναι λόγω της σπαστικότητας του προσαγωγού του μεγάλου δακτύλου. Όπως στη διπληγία, μπορεί να συμβεί ως αποτέλεσμα του βλαισού άκρου πόδα.

Η διαταραχή της θέσης του μεγάλου δακτύλου έχει επίπτωση στη βάδιση, αφού φυσιολογικά σταθεροποιεί το πρόσθιο τμήμα του ποδιού κατά τη διάρκεια του τέλους της φάσης στήριξης όταν η πτέρνα σηκώνεται από το έδαφος μέχρι την αρχή της φάσης αιώρησης και μπορεί να οδηγήσει σε επίπονους κάλους και τύλους πάνω στην κεφαλή του 1^{ου} μεταταρσίου (Duffy and Cosgrove, 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Η ΒΑΔΙΣΗ ΣΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΠΑΡΑΛΥΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σπαστική εγκεφαλική παράλυση με καμία ανάμιξη του εξωπυραμιδικού συστήματος, πολλές δευτερογενείς ανωμαλίες αναπτύσσονται στη διάρκεια της ανάπτυξης, που εκτός από τις οστικές παραμορφώσεις, κάποιες από τις οποίες αναφέρθηκαν νωρίτερα, παρουσιάζονται και αλλαγές στις ιδιότητες των μυών και των αρθρώσεων (Bell et al. 2002, Cage and Novacheck 2001). Ως αποτέλεσμα, οι καθημερινές δραστηριότητες, με κυριότερη από αυτές τη βάδιση, γίνονται δυσκολότερες. Ο τύπος της θεραπείας που δέχονται οι ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση, εξαρτάται από τις ατομικές τους απαιτήσεις. Για να καθοριστεί η θεραπεία πρέπει πρώτα να προηγηθεί η αξιολόγηση, με σκοπό όχι μόνο την περιγραφή του παθολογικού προτύπου αλλά και την αναγνώριση των βιομηχανικών αιτιών που συμβάλλουν στη δημιουργία του, καθώς υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συμβάλλουν σε ένα διαταραγμένο πρότυπο βάδισης. Η γνώση της κινηματικής και κινητικής της φυσιολογικής βάδισης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την αξιολόγηση ενός παθολογικού προτύπου. Παρακάτω περιγράφονται κάποια παθολογικά πρότυπα βάδισης, καθώς και οι αιτίες που τα προκαλούν, που τα συναντάμε συχνά στη σπαστική εγκεφαλική παράλυση.

1.ΒΑΔΙΣΗ ΜΕ ΕΣΩ ΣΤΡΟΦΗ (INTERNAL ROTATION GAIT)

Η βάδιση με έσω στροφή είναι μία κοινή διαταραχή σε ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση (Wren et al.2005). Συμμετρικές και ασύμμετρες αποκλίσεις της βάδισης στο εγκάρσιο επίπεδο σχετίζονται τυπικά με αποκλίσεις στο οβελιαίο και το μετωπιαίο επίπεδο στη σπαστική διπληγία (van der Linden 2006). Τα προβλήματα της βάδισης με έσω στροφή περιλαμβάνουν το "σημάδι λοξής επιγονατίδας" με μία κίνηση προς τα εμπρός του ποδιού σε έσω στροφή ή αντισταθμιστική εξωτερική κνημιαία συστροφή (DeLuca PA 1991). Η στροφή προς τα πίσω της λεκάνης μπορεί να είναι ένας αντισταθμιστικός μηχανισμός για ομαλοποίηση της γωνίας του ποδιού που κινείται προς τα εμπρός (Kay et al. 2004).

Η παθογένεση της βάδισης με έσω στροφή είναι σύνθετη και όχι απόλυτα κατανοητή. Μπορεί να είναι ένας αντισταθμιστικός μηχανισμός για το μειωμένο μοχλοβραχίονα απαγωγών σε ασθενείς με υπερβολική μηριαία συστροφή (Arnold et al 1997). Τα πρόσθια τμήματα των γλουτιαίων επίσης μπορεί να είναι υπεύθυνα για την παθολογία αυτή (Steel 1980). Επιπρόσθετα, ο Delp (1999) έδειξε ότι η δύναμη των έσω στροφέων αυξάνει με μία σύγχρονη διαταραχή στην κάμψη του ισχίου.

Η ορθοπεδική αντιμετώπιση της βάδισης με έσω στροφή είναι η μηριαία οστεοτομία. Παρόλα αυτά όμως δεν είναι κατάλληλη για όλες τις περιπτώσεις ατόμων με εγκεφαλική παράλυση, καθώς τα αποτελέσματα διαφέρουν. Σύμφωνα με την έρευνα των Drehers et al., (2006) τα κριτήρια για μηριαία οστεοτομία είναι τα εξής: βάδιση με έσω στροφή, όταν η παθητική έσω στροφή ξεπερνά τις 50° και η παθητική έξω στροφή είναι μικρότερη από 30° σε συνδυασμό με τουλάχιστον 15° έσω στροφής στη φάση στήριξης της βάδισης,

Επίδραση της κάμψης ισχίου στις δυνάμεις των μυών που προκαλούν έσω στροφή

Άτομα με εγκεφαλική παράλυση συχνά περπατάνε με υπερβολική κάμψη και έσω στροφή του ισχίου. Οι μύες που έχουν την προοπτική να κάμψουν το ισχίο έχουν σχετικά καθοριστεί· έτσι, ασκήσεις διάτασης και χειρουργικές επιμηκύνσεις που σκοπό έχουν να μειώσουν την κάμψη του ισχίου μπορούν να κατευθυνθούν από συγκεκριμένους μυς. Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι ο ψοϊτης προκαλεί κάμψη

ισχίου. Ως αποτέλεσμα, η υπερβολική κάμψη των ισχίων αντιμετωπίζεται είτε διατείνοντας αυτόν τον μυ είτε με χειρουργική επιμήκυνση του τένοντά του (Skaggs et al., 1997, Sutherland et al., 1997).

Η λειτουργία στροφής των μυών στο ισχίο έχει λιγότερο καθοριστεί. Παρόλο που τα ανατομικά κείμενα παρέχουν ποιοτικές περιγραφές της μυϊκής λειτουργίας στην όρθια θέση, αυτά τα κείμενα δεν χαρακτηρίζουν τη λειτουργία στροφής του ισχίου σε άλλες θέσεις του σώματος. Οι δυνάμεις των μυών συχνά διαφέρουν ανάλογα με τη θέση του σώματος (Hoy et al. 1990, Murray et al 1995). Έτσι, η δύναμη στροφής πρέπει να εκτιμηθεί πάνω στις θέσεις σώματος που λαμβάνονται από άτομα που περπατάνε με υπερβολική κάμψη και έσω στροφή του ισχίου για να καθοριστεί ποιοι μύες έχουν την προοπτική να παράγουν έσω στροφή σε αυτά τα άτομα.

Σύμφωνα με την έρευνα των Delp et al., (1998), η δύναμη έσω στροφής αυξάνεται και η δύναμη έξω στροφής μειώνεται για πολλούς μυς όταν το ισχίο είναι σε κάμψη. Αυτό δείχνει ότι η υπερβολική έσω στροφή μπορεί να προέρχεται από υπερβολική κάμψη. Επίσης, η υπερβολική έσω στροφή του ισχίου μπορεί να μειωθεί αν διορθωθεί η υπερβολική κάμψη. Αν η φυσιοθεραπεία επιδρά στη μείωση της κάμψης του ισχίου, η έσω στροφή μπορεί επίσης να βελτιωθεί.

Επίσης, βρέθηκε ότι ο μεγάλος γλουτιαίος έχει μεγάλη ικανότητα για έξω στροφή όταν το ισχίο είναι σε έκταση. Αυξάνοντας τη δραστηριοποίηση του μεγάλου γλουτιαίου, ένας μυς που συχνά είναι υποτονικός σε άτομα με εγκεφαλική παράλυση, μπορεί να βοηθήσει να διορθωθεί η υπερβολική κάμψη και η έσω στροφή του ισχίου. Αυτά τα χαρακτηριστικά των δυνάμεων στροφής θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν αναπτύσσονται θεραπείες για κινητικές ανωμαλίες που περιλαμβάνουν υπερβολική κάμψη και έσω στροφή του ισχίου.

Συμβολή των ισχιοκνημιαίων και προσαγωγών μυών στη βάρδιση με έσω στροφή

Τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση συχνά περπατάνε με υπέρμετρη έσω στροφή του ισχίου. Οι σπαστικοί ισχιοκνημιαίοι και προσαγωγοί, μαζί με άλλους παράγοντες, πιστεύεται ότι συμβάλλουν σε αυτή την έσω στροφή σε πολλούς ασθενείς με βάση τα ηλεκτρομυογραφικά στοιχεία ότι οι μύες είναι δραστήριοι κατά τη διάρκεια της βάρδισης και την υπόθεση ότι αυτοί οι μύες παράγουν έσω στροφή του ισχίου (Sutherland et al., 1969, Chong et al., 1978). Η χειρουργική επιμήκυνση του

ημιμενώδη, ημιτενοντώδη, βραχύ προσαγωγού, μακρύ προσαγωγού και/ή του ισχνού αναμένεται συχνά να μειώσει την υπέρμετρη έσω στροφή (Hoffer, 1987-Tachdjian, 1990). Παρόλα αυτά, κατά πόσο οι ισchioκνημιαίοι και οι προσαγωγοί συμβάλλουν στην έσω στροφή του ισχίου δεν είναι ξεκάθαρο και οι αλλαγές στη στροφή του ισχίου μετά το χειρουργείο είναι αντιφατικές.

Η περιγραφή των δυνάμεων έσω στροφής σε φυσιολογικά άτομα στην όρθια θέση μπορεί να είναι παραπλανητικά όταν αναλύονται ανωμαλίες στροφής σε άτομα με εγκεφαλική παράλυση για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, οι ανωμαλίες στροφής του ισχίου συχνά συνοδεύονται από υπέρμετρη μηριαία συστροφή (Bleck, 1987), μία οστική παραμόρφωση που μπορεί να αλλάξει τις γραμμές δράσης και τις δυνάμεις των μυών σε σχέση με το ισχίο. Δεύτερον, οι δυνάμεις των μυών πρέπει να υπολογιστούν σε σχέση με τις θέσεις των άκρων που λαμβάνονται από τα άτομα με εγκεφαλική παράλυση κατά τη διάρκεια της βάρδισης· αυτό συχνά περιλαμβάνει υπερβολική κάμψη ισχίων και γονάτων μαζί με υπέρμετρη έσω στροφή του ισχίου.

Σύμφωνα με την έρευνα των Arnold and Delp (2001), ο ημιμενώδης, ο ημιτενοντώδης και ο ισχνός δεν παρουσιάζουν δύναμη έσω στροφής σε πρότυπα με έσω στροφή του ισχίου ή crouch – οι συνήθεις θέσεις σώματος που λαμβάνονται από άτομα με εγκεφαλική παράλυση κατά τη διάρκεια της βάρδισης. Αυτό δείχνει ότι ούτε οι ισchioκνημιαίοι ούτε ο ισχνός συμβάλλουν σημαντικά στην υπέρμετρη έσω στροφή του ισχίου. Επίσης, καθορίστηκε ότι οι δυνάμεις στροφής του βραχύ προσαγωγού, του μακρύ προσαγωγού, του κτενίτη, και τα κεντρικά τμήματα του μέγα προσαγωγού μετακινούνται σε έξω στροφή όταν υπάρχει υπέρμετρη μηριαία εσωτερική συστροφή. Γι' αυτό το λόγο, σε άτομα που έχουν παραμορφώσεις συστροφής, αυτοί οι μύες πιθανόν δε συμβάλλουν σημαντικά στην υπέρμετρη έσω στροφή του ισχίου.

Μία πειραματική μελέτη έχει δείξει ότι η δύναμη στροφής του μέσου και του μικρού γλουτιαίου αυξάνει δραματικά με την κάμψη του ισχίου (Delp et al., 1999). Από τη στιγμή που η υπέρμετρη κάμψη του ισχίου συχνά συνοδεύεται με βάρδιση με έσω στροφή (Bleck, 1987, Cage, 1991) και από τη στιγμή που οι γλουτιαίοι είναι τυπικά δραστήριοι και παίζουν σημαντικό ρόλο κατά τη βάρδιση (Csongradi et al., 1980 - Perry, 1992) οι Arnold και Delp (2001) υπέθεσαν ότι η υπέρμετρη κάμψη στο ισχίο, που αυξάνει τις δυνάμεις έσω στροφής του μέσου και μικρού γλουτιαίου, είναι πιο πιθανόν να προκαλούν έσω στροφή παρά οι ισchioκνημιαίοι και οι προσαγωγοί. Στην έρευνά τους οι δυνάμεις στροφής των ισchioκνημιαίων και των προσαγωγών δεν άλλαξαν σημαντικά με την κάμψη του ισχίου, σε αντίθεση με το μέσο γλουτιαίο.

Συμπερασματικά, είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οποιεσδήποτε διαφοροποιήσεις στη γεωμετρία των οστών όταν γίνονται υποθέσεις για τις αιτίες της μη φυσιολογικής κίνησης και σχεδιάζεται χειρουργική θεραπεία.

Επίδραση της πελματιαίας κάμψης στη βάδιση με έσω στροφή

Στην ημιπληγική και διπληγική εγκεφαλική παράλυση η βάδιση συχνά χαρακτηρίζεται από ιπποποδία, έσω στροφή του ισχίου και έλξη της λεκάνης προς τα πάνω και έξω στροφή (Aiona et al 2004, Cage 2004). Η έλξη της λεκάνης προς τα πάνω συχνά είναι μια αντιστάθμιση για την αυξημένη έσω στροφή του ισχίου (Sagarh et al 2002). Αυτές οι κεντρικές αποκλίσεις, παρόλα αυτά, μπορεί να συμβούν ακόμα και όταν υπάρχει μόνο ανάμιξη των οπίσθιων μυών της κνήμης. Ενδιαφέρον αποτελεί ότι η πελματιαία κάμψη μαζί με την έσω στροφή του ισχίου και την έξω στροφή της λεκάνης παρατηρείται επίσης σε ασθενείς χωρίς νευρολογικές διαταραχές, όπως η εκ γενετής απουσία του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ή η συνήθης βάδιση στα δάκτυλα (habitual toe-walking) (Brunner et al. 2008). Αυτό δείχνει ότι ο βαθύτερος μηχανισμός δεν είναι απαραίτητα νευρολογικός.

Οι Brunner et al. (2008) βρήκαν ότι η υπέρμετρη πελματιαία κάμψη είναι υπεύθυνη για την κάμψη, έσω στροφή και προσαγωγή του ισχίου, καθώς επίσης για την έξω στροφή της λεκάνης και την κίνησή της προς τα πάνω. Επίσης βρήκαν ότι αυτοί οι μηχανισμοί δεν είναι αντισταθμιστικοί. Αυτές οι επιδράσεις συμβάλλουν στις αποκλίσεις του ισχίου και της λεκάνης σε ημιπληγικούς ασθενείς, ενώ από την άλλη, αυτές οι επιδράσεις μπορούν να προληφθούν στους διπληγικούς ασθενείς με την κάμψη του γόνατος, του ισχίου και την κακή ευθυγράμμιση του άκρου ποδός. Επίσης, η σύσπαση του υποκνημίδιου παράγει έκταση γόνατος ενώ η σύσπαση του γαστροκνημίου συντελεί σε κάμψη γόνατος. Αυτό μπορεί να έχει κλινική σημασία. Η διόρθωση της λειτουργίας του τρικέφαλου κνημιαίου απαιτεί προσεκτική εξέταση όταν η βάδιση με έσω στροφή διορθώνεται στην ημιπληγία.

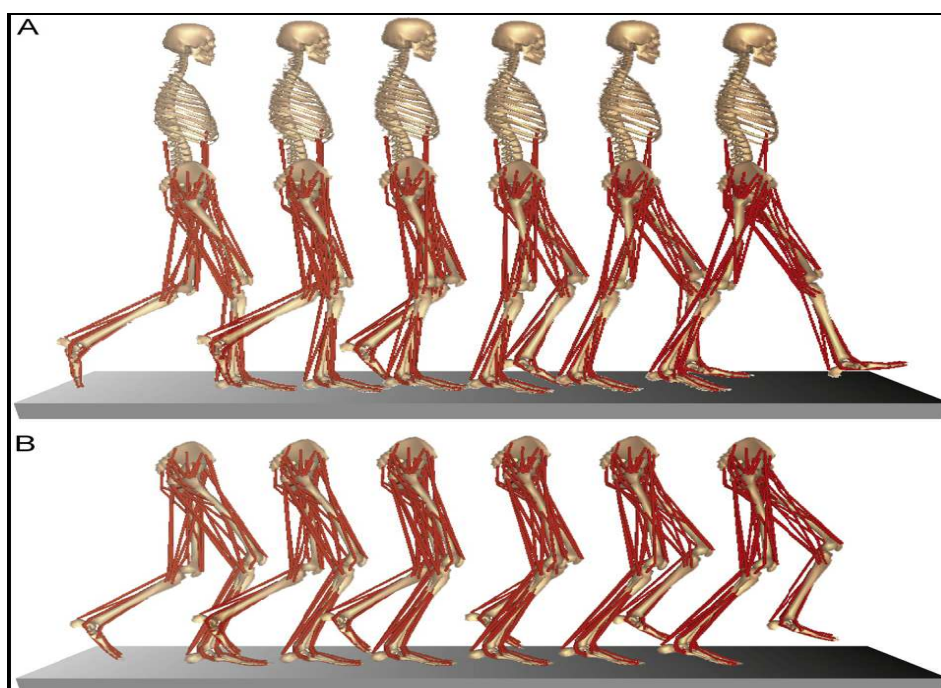
2.Η ΒΑΔΙΣΗ CROUCH

Η βάδιση crouch, μία από τις πιο κοινούς παθολογικούς τρόπους βάδισης σε ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση (Wren et al., 2005), χαρακτηρίζεται από αυξημένη κάμψη γόνατος κατά τη φάση στήριξης, από αυξημένη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής και μια τροχιά ισχίου που κυμαίνεται από σχεδόν φυσιολογική μέχρι υπερβολική κάμψη κατά τη διάρκεια του κύκλου βάδισης (Winters et al. 1987, Lin et al. 2000, Rodda et al. 2004, Zlatko and Andrej 2007). Το πρότυπο αυτό αυξάνει την επιγονατιδομηριαία δύναμη (Perry et al., 1975) καθώς επίσης και τις ενεργειακές απαιτήσεις της βάδισης (Campbell and Ball 1978, Waters and Lunsford 1985, Rose et al 1990) και μπορεί να οδηγήσει σε διαφοροποίηση της μηχανικής της επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης, σε αρθρικό πόνο και σε εκφύλιση (Rosenthal and Levine 1977, Lloyd-Roberts et al. 1985, Bleck 1987). Επιπλέον, χωρίς παρέμβαση, η βάδιση crouch τυπικά χειροτερεύει με το πέρασμα του χρόνου (Sutherland and Cooper 1978, Bell et al. 2002). Ένα πλήθος πιθανών παραγόντων που έχουν σχετισθεί με την ανάπτυξη αυτού του προτύπου βάδισης, περιλαμβάνει σφιχτούς, αδύναμους και σπαστικούς μυς (Hoffinger et al. 1993, McNee et al. 2004, Arnold et al. 2005), σκελετικές παραμορφώσεις (Cage and Schwartz, 2001) και ελλείμματα στον κινητικό έλεγχο (Cage and Schwartz, 2004). Οι θεραπείες για βελτίωση της βάδισης crouch διαφέρουν σε επιτυχία.

Ο καθορισμός της αιτίας της προοδευτικής αυτής παθολογικής βάδισης και της κατάλληλης διορθωτικής θεραπείας είναι δύσκολος γιατί οι κινήσεις που παράγονται από τις μυϊκές δυνάμεις κατά τη βάδιση crouch δεν είναι ξεκάθαρα κατανοητές. Το μυοσκελετικό είναι ένα σύνθετο, πολυαρθρικό σύστημα και μέσα από τα δυναμικά ζεύγη, οι μύες μπορούν να επιταχύνουν αρθρώσεις που δεν διασχίζουν (Zajac and Gordon 1989, Keole et al. 1997, Riley and Kerrigan 1999, Arnold et al., 2005, Kimmel and Schwartz 2006).

Οι βιομηχανικές αιτίες της υπερβολικής κάμψης του ισχίου και του γόνατος σε άτομα με εγκεφαλική παράλυση δεν είναι ξεκάθαρες καθιστώντας δύσκολο τον καθορισμό της καταλληλότερης θεραπείας. Σε μερικές περιπτώσεις, μη φυσιολογικοί βραχυμένοι ή σπαστικοί ισχιοκνημιαίοι θεωρούνται ότι περιορίζουν την έκταση γόνατος και πραγματοποιείται χειρουργική επιμήκυνσή τους. Σε άλλες περιπτώσεις μειωμένη δύναμη της πελματιαίας κάμψης μπορεί να είναι ένας παράγοντας και

ορίζεται ειδική όρθωση. Άλλες υποθετικές αιτίες αυτής της παθολογικής αυτής βάρδισης (crouch gait) περιλαμβάνουν ανώμαλη στροφή του μηριαίου, της κνήμης και του άκρου πόδα, σφιχτούς καμτήρες του ισχίου, αδύναμους εκτεινόντες του ισχίου, αδύναμους εκτεινόντες του γόνατος και ανεπαρκή ισορροπία. Επίσης, αυτός ο τύπος βάρδισης μπορεί ν' αναπτυχθεί ως αποτέλεσμα χειρουργικής επιμήκυνσης του αχιλλείου τένοντα ή λόγω αδυναμίας του τρικέφαλου κνημιαίου (Chambers 2001, Cage 2004). Τα αποτελέσματα παρεμβάσεων με σκοπό τη διόρθωση της βάρδισης αυτής ποικίλουν: μερικά άτομα περπατούν με δραματικά βελτιωμένη έκταση των ισχίων και γονάτων, ενώ άλλοι δείχνουν πολύ μικρή βελτίωση ή χειροτερεύουν.



Εικόνα 7: μονοποδική φάση στήριξης (14-50% του κύκλου βάρδισης) όπου
Α: φυσιολογική βάρδιση και Β: οξύ πρότυπο βάρδισης crouch

Μη φυσιολογικό ζεύγος πελματιαίας κάμψης-έκτασης γόνατος

Κατά το φυσιολογικό βάρδισμα, το ζεύγος πελματιαίας κάμψης-έκτασης γόνατος είναι ένα ζεύγος δύναμης όπου ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος ελέγχουν τη ροπή προς τα εμπρός και την προς τα εμπρός ανάπτυξη της δύναμης αντίδρασης του εδάφους με την έκκεντρη σύσπαση. Τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση εισέρχονται στον κύκλο βάρδισης με την αρχική επαφή του ποδιού στο έδαφος να είναι επίπεδη, γεγονός που στιγμιαία τοποθετεί τον γαστροκνήμιο σε πρόωρη τάση και στα δύο άκρα του μυός. Σύμφωνα με τον Cage (1991) ως απάντηση στη διάταση εμφανίζεται η σπαστικότητα που μπορεί να αυξήσει την έκταση του

γόνατος (υπερέκταση), να μειώσει το εύρος της ραχιαίας κάμψης (πελματιαία κάμψη). Η σπαστική απάντηση αποκαλύπτεται σε ένα διφασικό πρότυπο κατά τη φάση στήριξης με ανάπτυξη της ραχιαίας κάμψης και μετά μείωση της ραχιαίας κάμψης στην κινηματική και με μία μη φυσιολογική παραγωγή δύναμης πελματιαίας κάμψης που συμπίπτει χρονικά με την πρώτη μείωση της ραχιαίας κάμψης του κύκλου στην κινητική. Η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα είναι διφασική επίσης. Η μη φυσιολογική παραγωγή δύναμης ανεβάζει το κέντρο μάζας σώματος και αυξάνει τη δαπάνη ενέργειας (Stout 2005).

Οι πελματιαίοι καμπτήρες παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της βάδισης crouch μέσω του μηχανισμού που καλείται "ζεύγος πελματιαίας κάμψης-έκτασης γόνατος". Κατά τη διάρκεια της μέσης φάσης στήριξης της φυσιολογικής βάδισης, το κέντρο πίεσης της δύναμης αντίδρασης του εδάφους κινείται περιφερικά του ποδιού, δημιουργώντας μία μεγάλη εξωτερική δύναμη ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής. Αυτή ισορροπείται από μία εσωτερική δύναμη πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, που προκαλείται κυρίως από τον υποκνημίδιο. Αυτή η εσωτερική δύναμη της ποδοκνημικής συντελεί στο οβελιαίο επίπεδο σε μία γωνιακή ταχύτητα της κνήμης που οδηγεί το γόνατο σε μία οπίσθια κατεύθυνση. Ωθώντας το γόνατο προς τα πίσω, η γραμμή δράσης της δύναμης αντίδρασης του εδάφους παραμένει μπροστά από το κέντρο της άρθρωσης του γόνατος και ως εκ τούτου διατηρεί μία δύναμη έκτασης στο γόνατο. Κατά τη διάρκεια αυτού του μέρους του φυσιολογικού κύκλου βάδισης, το γόνατο γενικά κάμπτεται όχι περισσότερο από 15° (Schwartz and Lakin, 2003).

Αν οι καμπτήρες της ποδοκνημικής δεν παράγουν επαρκή δύναμη, η προς τα πίσω επιτάχυνση της κνήμης μειώνεται, το κέντρο της άρθρωσης του γόνατος παραμένει στην προηγούμενη θέση και η άρθρωση του γόνατος κάμπτεται υπερβολικά. Αυτή η παθολογική κατάσταση απαιτεί τη δραστηριοποίηση του τετρακεφάλου και μία πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας. Οι πιέσεις στην επιγονατιδομηριαία άρθρωση αυξάνονται σημαντικά και ένας αριθμός επιβλαβών συνεπειών μπορεί να εμφανιστούν. Έτσι η δυναμική λειτουργία των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της φυσιολογικής βάδισης (Schwartz and Lakin 2003).

Η δυναμική λειτουργία των πελματιαίων καμπτήρων, που ορίζεται ως η ικανότητα των πελματιαίων καμπτήρων να επιταχύνουν τις αρθρώσεις και τα τμήματα του σώματος, παραμένει λίγο κατανοητή παρά τον κεντρικό της ρόλο στη

βάδιση. Παράδειγμα αποτελεί η διαδικασία επιμήκυνσης του αχίλλειου τένοντα. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στην προσπάθεια διόρθωσης της ιπποποδίας κατά τη βάδιση, επιμηκύνοντας ένα σφιχτό/σπαστικό γαστροκνήμιο. Παρόλα αυτά, ο υποκνημίδιος επιμηκύνεται ταυτόχρονα και γι' αυτό γίνεται πιο αδύναμος. Στα παιδιά με διπληγία, ο υποκνημίδιος είναι συχνά ούτε σφιχτός ούτε σπαστικός. Με την αποδυνάμωσή του, η δύναμη της πελματιαίας κάμψης στη μέση στήριξη μειώνεται και η crouch βάδιση ενισχύεται με την απώλεια του ζεύγους πελματιαίας κάμψης έκτασης γόνατος. Η ενισχυμένη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής οδηγεί σε μία πρόσθετη επιμήκυνση του υποκνημίδιου και ένας κύκλος που αποδυναμώνεται προκύπτει (Segal et al. 1989).

Η δυναμική λειτουργία των πελματιαίων καμπτήρων μπορεί να παρεκκλίνει από το φυσιολογικό πρότυπο για δύο λόγους στην παθολογική βάδιση. Αρχικά, οι πελματιαίοι καμπτήρες μπορεί να είναι ανήμποροι να παράγουν την απαιτούμενη δύναμη. Επίσης, οι αρθρώσεις και τα τμήματα του σώματος μπορεί να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο που ακόμα και όταν οι πελματιαίοι καμπτήρες παράγουν επαρκή δύναμη δεν πραγματοποιούν τις απαραίτητες αρθρικές κινήσεις. Το τελευταίο πρόβλημα είναι γνωστό ως δυσλειτουργία του μοχλοβραχίονα (Cage and Schwartz 2001). Πειραματικές μελέτες έχουν ρίξει φως στις επιδράσεις και των δύο τύπων προβλημάτων βάδισης. Οι Sutherland et al.(1980) εφάρμοσαν ένα προσωρινό φράξιμο του κνημιαίου νεύρου στο ένα άκρο σε πέντε υποκείμενα χωρίς παθολογία στη βάδιση. Χωρίς την ικανότητα δραστηριοποίησης των πελματιαίων καμπτήρων στη φραγμένη πλευρά, τα υποκείμενα αυτά χρησιμοποίησαν παρατεταμένη δραστηριότητα τετρακεφάλου για να σταθεροποιήσουν το γόνατο στη φάση στήριξης. Οι Murray et al. (1978) μελέτησαν τη βάδιση ενός μόνο ατόμου του οποίου ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος είχαν αποκοπεί στη μία πλευρά. Το άτομο αυτό πραγματοποίησε παρατεταμένη δραστηριοποίηση τετρακεφάλου και ανέφερε αυξημένη κούραση τετρακεφάλου. Τα αποτελέσματα αυτά υποστηρίζουν την γενική ιδέα ότι η επάρκεια στη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων απαιτείται στη φυσιολογική βάδιση για να παρέχει δυναμική έκταση γόνατος.

Συμβολή των μυών στην έκταση του ισχίου και του γόνατος

Η επιτυχής θεραπεία της βάδισης crouch, είναι δύσκολη, εν μέρει, γιατί οι παράγοντες που συντελούν στην έκταση του ισχίου και του γόνατος κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βάδισης δεν είναι απόλυτα κατανοητοί και γιατί το ενδεχόμενο ο

κάθε μυς ξεχωριστά να προκαλεί κάμψη ή έκταση των αρθρώσεων κατά τη φάση στήριξης δεν έχει εκτιμηθεί. Πράγματι, ένας θεωρητικός σκελετός που να διευκρινίζει ποιοι μυς συντελούν στη μη φυσιολογική βάδιση ενός ασθενούς, δεν υπάρχει. Η πραγματοποίηση ενός τέτοιου σκελετού είναι περίπλοκη γιατί οι μυς που επηρεάζουν τις κινήσεις των αρθρώσεων δεν είναι απαραίτητα ξεκάθαροι. Για παράδειγμα, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι κινήσεις του γόνατος στη φάση αιώρησης επηρεάζονται όχι μόνο από μυς που διαπερνούν το γόνατο, αλλά και από άλλες μυϊκές συσπάσεις που παράγονται σε άλλες αρθρώσεις.

Σύμφωνα με την έρευνα των Arnold et al., (2005) πάνω στη φυσιολογική βάδιση, η βαρύτητα σε συνδυασμό με τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, επιταχύνει και το ισχίο και το γόνατο σε κάμψη στη φάση στήριξης. Οι μύες που διαπερνούν το ισχίο, το γόνατο και την ποδοκνημική αντιστέκονται στις επιδράσεις της βαρύτητας. Στην αρχή της φάσης στήριξης, η έκταση του ισχίου που παράγεται από τον μεγάλο γλουτιαίο και η έκταση του γόνατος από τους πλατείς επιταχύνουν δυνατά το ισχίο και το γόνατο για έκταση. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ο μεγάλος γλουτιαίος επιταχύνει το γόνατο σε έκταση περίπου όσο και οι πλατείς. Στα μέσα και στο τέλος της στήριξης, το οπίσθιο τμήμα του μέσου γλουτιαίου και ο υποκνημίδιος επίσης συμβάλλουν σημαντικά στην έκταση του ισχίου και του γόνατος. Από εδώ και στο εξής η δυναμική ανάλυση της μυϊκής δραστηριότητας ενισχύει προηγούμενες μελέτες που έχουν δείξει ότι οι εκτεινόντες του ισχίου, οι εκτεινόντες του γόνατος και οι πελματιαίοι καμπτήρες όλοι βοηθούν την έκταση του ισχίου και του γόνατος κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης της φυσιολογικής βάδισης. Οι ισchioκνημιαίοι, που παράγουν έκταση ισχίου και γόνατος στην αρχή της φάσης στήριξης, επιταχύνουν το ισχίο σε έκταση αλλά έχουν πολύ μικρή επίδραση στη φάση στήριξης στην κίνηση του γόνατος.

Οι μύες με την καλύτερη προοπτική για να επιδράσουν στην έκταση του γόνατος στη φάση μονής στήριξης είναι ο μεγάλος γλουτιαίος, οι πλατείς, ο μέγας προσαγωγός και ο υποκνημίδιος. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι ο μεγάλος γλουτιαίος έχει την καλύτερη ικανότητα να προκαλέσει έκταση γόνατος από ότι οι πλατείς κατά τη διάρκεια της στήριξης. Οι μύες που έχουν την καλύτερη προοπτική να επιταχύνουν το ισχίο σε έκταση είναι οι μεγάλος γλουτιαίος, μέγας προσαγωγός, ισchioκνημιαίοι και πλατείς.

Οι μύες με την καλύτερη προοπτική να επιταχύνουν το ισχίο και το γόνατο σε κάμψη στη φάση μονής στήριξης είναι ο ραπτικός, ο λαγονοψοίτης και ο τείνων την

πλατεία περιτονία. Αυτοί οι μύες, που έχουν μεγάλη επίδραση στην κάμψη του ισχίου, έχουν και μεγαλύτερη ικανότητα να προκαλέσουν κάμψη γόνατος από τη βραχεία κεφαλή του δικεφάλου μηριαίου, που διαπερνά μόνο το γόνατο. Ο βραχύς προσαγωγός, ο μακρός προσαγωγός, ο κτενίτης και ο ισχνός επίσης μπορούν να παράγουν κάμψη ισχίου και γόνατος κατά τη διάρκεια της μέσης και τελικής φάσης στήριξης.

Η προοπτική των διαρθρικών ισχιοκνημιαίων, του ορθού μηριαίου και του γαστροκνήμιου να παράγουν γωνιακές ταχύτητες του γόνατος κατά τη μονή φάση στήριξης είναι μικρή συγκριτικά με άλλους μυς. Αυτό συμβαίνει λόγω του ζεύγους δυνάμεων: συγκεκριμένα, καθένας από αυτούς τους μυς παράγουν κίνηση σε παρακείμενες αρθρώσεις και έχουν αντίθετες δραστηριότητες στο γόνατο. Για παράδειγμα, η δύναμη κάμψης του γόνατος που παράγεται από τους ισχιοκνημιαίους επιταχύνει το γόνατο σε κάμψη, αλλά η δύναμη έκτασης του ισχίου που παράγεται από τους ισχιοκνημιαίους επιταχύνει το ισχίο και το γόνατο σε έκταση. Στη φάση της μονής στήριξης, ο ορθός μηριαίος και οι ισχιοκνημιαίοι μπορούν να επιταχύνουν ελαφρώς το γόνατο σε έκταση. Ο γαστροκνήμιος μπορεί να επιταχύνει το γόνατο σε κάμψη κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης, αντίθετα από την κατεύθυνση του μονοαρθρικού υποκνημίδιου.

Αυτή η μελέτη έχει μεγάλη σημασία για την εκτίμηση και τη θεραπεία της βάρδισης crouch. Η ανάλυση για τις επιταχύνσεις των αρθρώσεων που παράγονται από μυς κατά τη μονή φάση στήριξης επιβεβαιώνει ότι ο μεγάλος γλουτιαίος, οι πλατείς και ο υποκνημίδιος έχουν ουσιαστική συμβολή στην έκταση του ισχίου και του γόνατος κατά τη διάρκεια της βάρδισης. Αυτό προτείνει ότι η μειωμένη δύναμη στους εκτεινόντες του ισχίου, στους εκτεινόντες του γόνατος ή στους πελματιαίους καμπήρες μπορεί να συμβάλλει στη βάρδιση crouch και η ενδυνάμωση αυτών των μυών – ειδικά του μεγάλου γλουτιαίου- μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της έκτασης και του ισχίου και του γόνατος. Άλλες βλάβες που περιορίζουν την ικανότητα του μεγάλου γλουτιαίου, των πλατέων ή του υποκνημίδιου να επιταχύνουν τις αρθρώσεις σε έκταση, όπως η υπέρμετρη εξωτερική κνημιαία συστροφή, μπορεί επίσης να είναι παράγοντες που συμβάλλουν στη βάρδιση αυτή. Η μελέτη αυτή επίσης δείχνει ότι οι μη φυσιολογικές δυνάμεις που παράγονται από τη σύσπαση του λαγονοψοίτη ή από τη σπαστικότητα των προσαγωγών μπορεί να προκαλέσουν βάρδιση crouch σε μερικές περιπτώσεις, μια και αυτοί οι μύες έχουν μεγάλη δυνατότητα να επιταχύνουν το ισχίο και το γόνατο σε κάμψη. Οι ισχιοκνημιαίοι

έχουν μικρή επίδραση στην κίνηση του γόνατος κατά τη φάση στήριξης· αυτό το μη αναμενόμενο αποτέλεσμα δείχνει ότι οι μη φυσιολογικοί βραχυμένοι ή σπαστικοί ισχιοκνημιαίοι, μια θεωρούμενη αιτία της βάδισης crouch, μπορεί να μην είναι η άμεση αιτία της κάμψης του γόνατος στη φάση στήριξης σε μερικούς ασθενείς. Έτσι λοιπόν είναι πολύ σημαντικό να δίνεται έμφαση στην ανάγκη να ληφθεί υπόψη πως οι μυϊκές δυνάμεις συμβάλλουν στις κινήσεις των αρθρώσεων όταν σκοπεύεται να διευκρινιστούν οι αιτίες της μη φυσιολογικής βάδισης.

Ο ρόλος των ισχιοκνημιαίων και του λαγονοψοϊτη στη βάδιση crouch

Οι ισχιοκνημιαίοι είναι διαρθρικοί μύες που ασκούν δυνάμεις έκτασης ισχίου και κάμψης γόνατος. Επομένως, η σύσπαση των ισχιοκνημιαίων μπορεί να εργαστεί για να εκτείνει το ισχίο και να κάμψει το γόνατο, πράγμα που υποστηρίζεται και από πειραματικά δεδομένα. Ταυτόχρονα, η ποδοκνημική άρθρωση χρειάζεται να μεταφερθεί σε μεγαλύτερη ραχιαία κάμψη για να επιτρέψει την αρχική επαφή της πτέρνας με το έδαφος. Οι θέσεις του ισχίου και του γόνατος καθορίζουν πότε η σύσπαση των ισχιοκνημιαίων έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στα πρότυπα βάδισης, γεγονός που φαίνεται να είναι γύρω από την αρχική επαφή όταν το ισχίο είναι στη μεγαλύτερη θέση κάμψης. Η αυξημένη κάμψη γόνατος κατά τη φόρτιση και τη μέση στήριξη φυσιολογικά απαιτεί μια αύξηση στη δύναμη έκτασης. Παρόλα αυτά τα πειραματικά δεδομένα της μελέτης των Zlatko and Andrej (2007) δείχνουν ότι η ακραία δύναμη έκτασης στη μέση στήριξη μειώνεται. Αυτό γίνεται λόγω της αυξημένης δύναμης πελματιαίας κάμψης στην ποδοκνημική άρθρωση, που συμβαίνει πιθανόν λόγω της αυξημένης δραστηριότητας του υποκνημιδίου γιατί αυτός ο μυς δρα δυναμικά για να επιταχύνει το γόνατο σε έκταση (Neptune et al 2001, Arnold et al 2005, Matjacic et al,2006).

Ο λαγονοψοϊτης είναι ένας μονοαρθρικός καμπτήρας του ισχίου και ασκεί δύναμη στην κάμψη του ισχίου. Επομένως, η σύσπαση του λαγονοψοϊτη εξάναγκάζει το ισχίο σε κάμψη (Arnold et al 2005). Ο λαγονοψοϊτης επίσης μπορεί να δράσει δυναμικά για να επιταχύνει το γόνατο σε κάμψη. Αυτή η αύξηση στην κάμψη του γόνατος είναι μικρή κατά τη φόρτιση και τη μέση στήριξη όταν συγκρίνεται με τους ισχιοκνημιαίους. Στο τέλος της φάσης στήριξης και λίγο πριν τη φάση αιώρησης, η κάμψη του γόνατος είναι ανάλογη με τους ισχιοκνημιαίους. Αντίθετα με την επίδραση της σύσπασης των ισχιοκνημιαίων που μειώνεται κατά τη μεταφορά του ισχίου σε έκταση, η επίδραση της σύσπασης του λαγονοψοϊτη αυξάνει όταν το ισχίο

εκτείνεται. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η μεγαλύτερη επίδραση της σύσπασης του λαγονοψοϊτη αρχίζει με την αρχή της τελικής φάσης στήριξης, δείχνοντας ότι οι ασθενείς υιοθετούν υπερβολική κάμψη ισχίου κατά τη διάρκεια του κύκλου βάδισης. Αυτό το πρότυπο με υπερβολική κάμψη ισχίου μειώνει την επίδραση της σύσπασης του λαγονοψοϊτη στην αρχική επαφή με το έδαφος και κατά τη φόρτιση και την αναβάλλει για την τελική στάση. Από τη στιγμή που ο λαγονοψοϊτης δρα δυναμικά για να επιταχύνει το γόνατο σε κάμψη, αυτή η επιτάχυνση πρέπει να ελεγχθεί. Αντίθετα με την πειραματική κατάσταση των ισχιοκνημιαίων όπου η επιτάχυνση της κάμψης του γόνατος, που συνέβη στην αρχή της φάσης στήριξης και καταπολεμήθηκε από την αυξημένη δραστηριότητα των πελματιαίων καμπτήρων μετακινώντας το κέντρο πίεσης μπροστά, τέτοια αναπλήρωση δε θα ήταν κατάλληλη στην τελική φάση στήριξης και λίγο πριν τη φάση αιώρησης, από τη στιγμή που το κέντρο πίεσης βρίσκεται ήδη κοντά στα δάκτυλα του ποδιού. Επομένως, η κάμψη του γόνατος καταπολεμάται από την αυξημένη δραστηριότητα των πλατέων μυών, που αρχίζει στο τέλος της μέσης στήριξης (απότομα σταμάτημα της κατά τα άλλα φυσιολογικής κατάπαυσης της έκτασης γόνατος, που φυσιολογικά αλλάζει ήπια σε κάμψη στην τελική φάση στήριξης). Επίσης, αυτή η δραστηριότητα δρα δυναμικά για να επιταχύνει το ισχίο σε έκταση (Arnold et al 2005) και ως εκ τούτου βοηθά τους γλουτιαίους μυς στην προσπάθειά τους να εκτείνουν το ισχίο.

. Συμπερασματικά, τα πειραματικά δεδομένα της μελέτης των Zlatko and Andrej, (2007) δείχνουν ότι οι σφιχτοί ισχιοκνημιαίοι θα συντελέσουν στην αύξηση της πελματιαίας κάμψης κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης και το σχετικό κέντρο πίεσης θα μεταφερθεί προς τα δάκτυλα των ποδιών στην αρχή της φάσης στήριξης. Αυτές οι αλλαγές δε θα εμφανιστούν με σφιχτό λαγονοψοϊτη. Αυτή η παρατήρηση είναι επομένως ξεκάθαρο χαρακτηριστικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον καθορισμό της ανάμιξης των ισχιοκνημιαίων στη βάδιση crouch ενός ατόμου. Τα πειραματικά δεδομένα επίσης δείχνουν ξεκάθαρη αύξηση της στιγμιαίας δύναμης στο γόνατο κατά την τελική φάση στήριξης, που σχετίζεται με σφιχτό λαγονοψοϊτη. Αυτές οι αλλαγές δε θα συμβούν με σφιχτούς ισχιοκνημιαίους. Αυτή η παρατήρηση είναι επίσης ξεκάθαρο χαρακτηριστικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον καθορισμό της ανάμιξης του λαγονοψοϊτη στη βάδιση crouch.

Τέλος, η επικρατέστερη παθολογική κατάσταση του λαγονοψοϊτη και των ισχιοκνημιαίων που προκαλούν διαφορετικά πρότυπα crouch, μπορούν να συνδεθούν

με παθολογικές αλλαγές σε άλλες μυϊκές ομάδες που μπορούν ως ένα σημείο να αλλάξουν την κινητική και κινηματική.

Η επίδραση του προτύπου crouch στην ικανότητα των μυών να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο.

Από τη στιγμή που οι αρθρικές επιταχύνσεις που προέρχονται από τις μυϊκές δυνάμεις εξαρτώνται από τον σχετικό προσανατολισμό των τμημάτων του σώματος, τα πρότυπα της βάδισης crouch μπορεί να μειώσουν την ικανότητα ενός μυός να εκτείνει το ισχίο ή το γόνατο. (π.χ. η επιτάχυνση έκτασης της άρθρωσης που προκλήθηκε από 1 Newton μυϊκής δύναμης μπορεί να μειωθεί).

Ένας σύνδεσμος ανάμεσα στα πρότυπα βάδισης crouch και την ικανότητα των μυών να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο έχει μεγάλη κλινική σημασία. Αν ένα πρότυπο αυτής της παθολογικής βάδισης μειώσει σημαντικά την ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος, μπορεί να απαιτηθεί από τα άτομα να ασκήσουν μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη για να διατηρήσουν αυτό το πρότυπο. Η βάδιση crouch μπορεί επίσης να αλλάξει τις επιταχύνσεις των αρθρώσεων του ισχίου και του γόνατος που προκαλούνται από τη βαρύτητα κι επιπλέον να αυξήσει τις απαιτήσεις μυϊκής δύναμης. Οι αλλαγές στη μυϊκή ικανότητα για έκταση μπορεί να βοηθήσουν στην κατανόηση της μυϊκής δραστηριότητας στη βάδιση crouch. (Thomas et al., 1996).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Hicks et al. (2008), η οποία εξέτασε την επίδραση των προτύπων βάδισης crouch στην ικανότητα των μυών να παράγουν επιταχύνσεις έκτασης στο ισχίο και το γόνατο κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης, βρέθηκε: ένα πρότυπο crouch, που αλλάζει τον σχετικό προσανατολισμό των τμημάτων του σώματος κι επομένως διαφοροποιεί τα ζεύγη δυνάμεων ανάμεσα στις αρθρώσεις, οδηγεί σε σημαντική μείωση των επιταχύνσεων έκτασης του ισχίου και του γόνατος που παράγονται από πολλούς σημαντικούς μυς της φάσης στήριξης. Ο μεγάλος γλουτιαίος, ο μέσος γλουτιαίος, οι πλατείς και ο υποκνημίδιος όλοι έδειξαν μειωμένη ικανότητα έκτασης για ήπια, μέτρια και οξεία βάδιση crouch – μειώσεις που είναι ανεξάρτητες από τη μυϊκή δραστηριότητα και τη φυσιολογική ικανότητα του μυός να παράγει δύναμη.

Σ' ένα πρότυπο crouch, οι επιταχύνσεις κάμψης των αρθρώσεων που παράγονται από τη βαρύτητα αυξάνονται και η ικανότητα των μυών να παράγουν επιταχύνσεις έκτασης μειώνεται. Έτσι ένα άτομο σε βάδιση crouch πρέπει να παράγει

περισσότερη μυϊκή δύναμη για να διατηρήσει αυτό το πρότυπο. Αυτή η αύξηση στην απαιτούμενη μυϊκή δύναμη είναι σύμφωνη με πειραματικές μελέτες που δείχνουν μεγαλύτερη μυϊκή δραστηριότητα σε πρότυπα με κάμψη (Hsu et al., 1993) και δηλώνει αυξημένη κατανάλωση ενέργειας κατά τη βάδιση crouch (Rose et al. 1990, Waters and Mulroy 1999). Μεγαλύτερες μυϊκές δυνάμεις επίσης αυξάνουν τη φόρτιση της άρθρωσης, γεγονός που πιθανόν συμβάλλει σε ανωμαλίες του γόνατος, όπως έλξη της επιγονατίδας προς τα πάνω, που παρατηρείται σε ανθρώπους που περπατάνε με βάδιση crouch για μεγάλο χρονικό διάστημα (Rosenthal and Levine 1977, Lloyd-Roberts et al. 1985). Η προοδευτική μείωση στην ικανότητα των μυών για έκταση μαζί με την αύξηση της οξύτητας της βάδισης crouch δείχνει ότι τα άτομα εισέρχονται σε έναν κατηφορικό κύκλο από τη στιγμή που αναπτύσσουν αυτό το πρότυπο, όπως παρατηρήθηκε σε κλινικές μελέτες (Sutherland and Cooper 1978, Bell et al. 2002).

Εκτεταμένη δραστηριοποίηση των ισχιοκνημιαίων στη μέση και στο τέλος της φάσης στήριξης παρατηρείται συχνά στα άτομα με βάδιση crouch (Hoffinger et al., 1993). Ενώ αυτή η υπερδραστηριότητα των ισχιοκνημιαίων πιστεύεται ότι προκαλεί την υπερβολική κάμψη γόνατος που σχετίζεται με τη βάδιση crouch, τα αποτελέσματα αναλύσεων δείχνουν ότι, σε κάποιους ασθενείς, η αυξημένη δραστηριότητα των ισχιοκνημιαίων κατά τη διάρκεια της μονής φάσης στήριξης μπορεί αντί γι' αυτό να είναι μία αντιστάθμιση της βάδισης crouch. Οι ασθενείς που περπατάνε με αυτό το πρότυπο μπορεί να αυξήσουν τη δραστηριοποίηση των ισχιοκνημιαίων κατά τη διάρκεια της μονής στήριξης αφού η ικανότητα αυτής της μυϊκής ομάδας να επιταχύνει το ισχίο και το γόνατο σε έκταση διατηρείται σε αυτά τα πρότυπα. Με το χρόνο, αυτή η υπερδραστηριότητα κάνει τους ισχιοκνημιαίους πιο σφιχτούς κι επιβαρύνει τον κατηφορικό κύκλο της βάδισης crouch. Δίνεται έμφαση στο γεγονός ότι η αλλαγή στην ικανότητα έκτασης των αρθρώσεων σε αυτά τα πρότυπα είναι μόνο ένα πιθανό συστατικό από την ομάδα των παραγόντων που μπορεί να οδηγούν στην επιδείνωση της βάδισης crouch. Η μυϊκή αδυναμία και σπαστικότητα, οι σφιχτές αρθρώσεις, οι παραμορφώσεις των οστών και τα ελλείμματα στον κινητικό έλεγχο καθώς και οι αλλαγές στην ικανότητα των μυών για έκταση που προέρχονται από ένα πρότυπο crouch, είναι όλοι παράγοντες που αλληλεπιδρούν και συμβάλλουν στη βάδιση crouch. Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να καθοριστεί γιατί οι ασθενείς αρχικά αναπτύσσουν ένα τέτοιο πρότυπο, παρά τις επιβλαβείς επιδράσεις στην ικανότητα των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις.

Η εξωτερική κνημιαία συστροφή, μία κοινή σκελετική παραμόρφωση στα άτομα με εγκεφαλική παράλυση, μειώνει τις επιταχύνσεις έκτασης του ισχίου και του γόνατος που προκαλούνται από πολλούς σημαντικούς μυς στη φάση στήριξης, κυρίως από τους γλουτιαίους και τον υποκνημίδιο. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι οι παραμορφώσεις της κνήμης μπορεί να είναι προβληματικές στα υποκείμενα με βάδιση crouch, καθώς η ικανότητα έκτασης από τους μυς είναι ήδη σημαντικά μειωμένες.

Συμπερασματικά, η βάδιση crouch μειώνει την ικανότητα πολλών σημαντικών μυών της φάσης στήριξης να εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο. Ως αποτέλεσμα, οι μύες πρέπει να δουλέψουν πιο σκληρά για να διατηρήσουν τη θέση του άκρου, πράγμα που εξηγεί την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά τη βάδιση crouch. Η αρνητική επίδραση αυτού του παθολογικού προτύπου βάδισης αυξάνει με την επιδείνωση της βάδισης crouch, γεγονός που δείχνει ότι αυτή η βάδιση είναι ένας κατηφορικός κύκλος, ένα κλινικό φαινόμενο που παρατηρείται συχνά. Πιο αισιόδοξα, μικρές βελτιώσεις στο πρότυπο της βάδισης, ως αποτέλεσμα φυσιοθεραπείας ή χειρουργικής επέμβασης, μπορεί να βοηθήσουν στην ανατροπή αυτής της διαδικασίας. Για παράδειγμα, αν διορθωθεί η κνημιαία ευθυγράμμιση ενός ασθενούς, θα οδηγήσει σε μία μικρή βελτίωση της ικανότητας των μυών να εκτείνουν τις αρθρώσεις, μπορεί να οδηγήσει σ' ένα πιο ευθύ πρότυπο κι επιπλέον στη βελτίωση της μυϊκής ικανότητας για έκταση, πιθανόν ανατρέποντας τον κατηφορικό κύκλο. Τέλος, προτείνεται η δυναμική ανάλυση της κινηματικής της βάδισης και της οστικής γεωμετρίας κάθε ατόμου χωριστά για να γίνει η καταλληλότερη επιλογή της θεραπείας.

Επιδράσεις στις κινήσεις του γόνατος του άκρου αιώρησης

Τα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση συχνά βιώνουν δυσλειτουργία βάδισης που αποδίδεται στη μη φυσιολογική μυϊκή λειτουργία ή απώλεια του επιλεκτικού κινητικού ελέγχου ως αποτέλεσμα της πάθησης (Cage, 1991). Οι περιορισμοί στη διάρκεια της βάδισης που μπορούν να αποδοθούν καθαρά στους σφιχτούς μυς, που είτε ξεκίνησαν από σπαστικότητα είτε από μία μόνιμη βράχυνση, είναι πιο δύσκολο να αποδειχθούν. Για να εμβαθύνουμε περισσότερο στους αρχικούς περιορισμούς βάδισης ενός παιδιού, η ανάλυση της βάδισης με ειδικά όργανα έχει γίνει κοινή πρακτική (Cage et al., 1995 – Norlin and Tkaczuk, 1985). Η κινηματική και η κινητική των αρθρώσεων στη φυσιολογική βάδιση των παιδιών έχει αναφερθεί (Ounpuu et al., 1985) όπως επίσης και αυτών με εγκεφαλική παράλυση (Bell et al.,

2002). Στη φυσιολογική βάδιση, έχει καλά τεκμηριωθεί ότι στο τέλος της φάσης αιώρησης, η ομαλή επιβράδυνση της κνήμης σε τελική έκταση του γόνατος, με τη βοήθεια της έκκεντρης σύσπασης των ισχιοκνημιαίων, συντελεί σε μία δύναμη κάμψης γόνατος και απορρόφηση δύναμης (Ounpuu et al., 1991). Λιγότερο κατανοητό είναι πως αυτοί οι μηχανισμοί αλλάζουν με την παρουσία της περιορισμένης έκτασης γόνατος που πολύ συχνά παρατηρείται στα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση.

Οι σφιχτοί ισχιοκνημιαίοι συχνά συνδέονται με την ανάπτυξη ενός προτύπου βάδισης crouch και με περιορισμένο μήκος βήματος στα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (Delp et al., 1996 Cage, 1991). Ο περιορισμός στο μήκος βήματος συχνά συνδέεται με τις επιδράσεις της crouch φάσης στήριξης που επηρεάζει την ικανότητα για πρόσθια μετακίνηση του αντίθετου άκρου αιώρησης (Hsu and Li, 1990 – Zwick et al., 2002). Έχει παρατηρηθεί ένας μεγάλος αριθμός ατόμων με εγκεφαλική παράλυση και έχουν κλινικά μετρηθεί οι σφιχτοί ισχιοκνημιαίοι που πραγματοποιούν μειωμένη έκταση γόνατος στο τέλος της αιώρησης με αποτέλεσμα τη μείωση του μήκους βήματος. Στις περισσότερες περιπτώσεις, υπάρχει φυσιολογικό μέγεθος εσωτερικής δύναμης κάμψης γόνατος με αντίστοιχη απορρόφηση ενέργειας, δείχνοντας ότι η δυναμική έκταση γόνατος περιορίζεται από τη διάταση των ιστών κάμψης (π.χ. σφιχτοί ισχιοκνημιαίοι). Κάποιοι από αυτούς τους ασθενείς πραγματοποιούν υπερβολική οπίσθια κλίση της λεκάνης, που φαίνεται να βοηθάει το μήκος βήματος. Παρόλα αυτά δεν είναι ξεκάθαρο αν αυτή η κίνηση είναι μία σκόπιμη αντιστάθμιση, το αποτέλεσμα της μεταφοράς της κινητικής ενέργειας από το άκρο αιώρησης στη λεκάνη λόγω της περιορισμένης ελαστικότητας των ισχιοκνημιαίων, ή κάποιος συνδυασμός αυτών των πιθανοτήτων. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, χρειάζεται μία καλύτερη κατανόηση της δυναμικής συμπεριφοράς των σφιχτών ισχιοκνημιαίων.

Η εκδήλωση της βάδισης στα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση συχνά αποκαλύπτει έναν περιορισμό έκτασης γόνατος στο τέλος της αιώρησης, με παρουσία μειωμένου μήκους βήματος, φυσιολογικών εσωτερικών δυνάμεων κάμψης γόνατος και απορρόφησης δύναμης. Σύμφωνα με την έρευνα των Cooney et al., (2006) οι σφιχτοί ισχιοκνημιαίοι αποτελούν αιτία εμφάνισης αυτού του μη φυσιολογικού προτύπου.

Τα κλασικά τεστ της βάδισης συχνά υποστηρίζουν ότι το γόνατο εκτείνεται παθητικά κάτω από την επίδραση της βαρύτητας και/ή της ταχύτητας που συνδέεται με τις δυνάμεις στη μέση και το τέλος της φάσης αιώρησης (Boakes and Rab 2006,

Cage 2004, Perry 1992, Whittle 1996). Οι Arnold et al.(2007), μετρήσανε τις γωνιακές ταχύτητες του γόνατος του άκρου αιώρησης που παράγεται από τους μυς, τη βαρύτητα και τις παθητικές δυνάμεις του σώματος σε έξι παιδιά με φυσιολογική βάρδιση. Σε αντίθεση με τα κλασικά τεστ, η ανάλυσή τους δείχνει ότι και οι μυϊκές και οι δυνάμεις που έχουν σχέση με την ταχύτητα, αλλά όχι η βαρύτητα, συμβάλλουν σημαντικά στις κινήσεις του γόνατος στο τέλος της αιώρησης, σε ατομικά επιλεγμένες ταχύτητες.

Η βαρύτητα δε συνέβαλε σημαντικά στις γωνιακές κινήσεις του γόνατος, γιατί επιτάχυνε όλα τα τμήματα του άκρου αιώρησης προς τα κάτω, σχεδόν ομοιόμορφα. Αν είχαν αναλύσει ένα πιο απλό μοντέλο, που θα περιλάμβανε μόνο το άκρο αιώρησης, στο οποίο θα είχε οριστεί η τροχιά της λεκάνης, τότε η βαρύτητα θα είχε επιταχύνει το γόνατο σε έκταση. Αυτή η εξήγηση έχει σημειωθεί και παλαιότερα (Anderson et al. 2004).

Οι μύες στο άκρο στήριξης, συγκεκριμένα οι απαγωγοί, εκτείνοντες και καμπτήρες του ισχίου είχαν μεγάλη επίδραση στην κίνηση του άκρου αιώρησης. Αυτοί οι μύες, σε συνδυασμό με τις προκληθείσες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, επιτάχυναν τη λεκάνη προκαλώντας ταυτόχρονα δυνάμεις αντίδρασης στο ισχίο του άκρου αιώρησης που επιτάχυνε το μηρό και το γόνατο. Για παράδειγμα, στην αρχή και τη μέση της στήριξης, ανταποκρίνοντας στη φάση έκτασης του άκρου αιώρησης, οι απαγωγοί και εκτείνοντες του ισχίου παρήγαγαν δυνάμεις που επιτάχυναν το κέντρο μάζας της λεκάνης προς τα πάνω κι έστρεφαν τη λεκάνη οπίσθια. Ως αποτέλεσμα, ο μηρός του άκρου αιώρησης επιταχύνθηκε πρόσθια σε σχέση με τη λεκάνη, και το ισχίο και το γόνατο επιταχύνθηκαν σε έκταση. Στο τέλος της στήριξης, οι εκτείνοντες του ισχίου παρήγαγαν δυνάμεις που επιτάχυναν το κέντρο μάζας της λεκάνης προς τα πίσω και έστρεψαν τη λεκάνη πρόσθια. Ως αποτέλεσμα, ο μηρός του άκρου αιώρησης επιταχύνθηκε οπίσθια σε σχέση με τη λεκάνη, και το ισχίο και το γόνατο του άκρου αιώρησης επιταχύνθηκαν σε κάμψη. Αν είχε αναλυθεί ένα πιο απλό μοντέλο που θα περιλάμβανε μόνο το άκρο αιώρησης, στο οποίο θα είχε καθοριστεί η τροχιά της λεκάνης, τότε αυτές οι δραστηριότητες του άκρου στήριξης δε θα είχαν διευκρινιστεί.

Το συμπέρασμα της έρευνας των Arnold et al. (2007), ότι οι κινήσεις του γόνατος του άκρου αιώρησης είναι ευαίσθητες στις δυνάμεις που παράγονται από τους μυς του ισχίου του άκρου στήριξης είναι σύμφωνο και με άλλες έρευνες. Για παράδειγμα, οι Mena et al. (1981), ανέλυσαν ένα σχεδιασμένο μοντέλο με τρία

τμήματα του άκρου αιώρησης κι έδειξαν ότι όταν η καθορισμένη τροχιά του ισχίου ήταν υπέρμετρη, οι κινήσεις του γόνατος δεν ήταν φυσιολογικές. Οι Anderson et al. (2004), χρησιμοποίησαν μια απομίμηση για να αναγνωρίσουν τη συμβολή των μυών και την κινηματική της φάσης που το μεγάλο δάχτυλο ανυψώνεται από το έδαφος στην κάμψη του γόνατος στην αρχή της αιώρησης κι έθεσαν ότι η επίδραση των μυών του άκρου στήριξης, συγκεκριμένα του μεγάλου του μέσου και του μικρού γλουτιαίου, ήταν για να καταπολεμηθεί η κάμψη γόνατος. Οι Wang et al. (2005), χρησιμοποιώντας μια απομίμηση καθοδηγημένη από τη ροπή, έδειξαν ότι μετρημένες κινήσεις βήματος μπορούσαν να παραχθούν απλά με τον έλεγχο της κίνησης της λεκάνης.

Στην έρευνα των Arnold et al. (2007), οι μύες του άκρου αιώρησης που διασχίζουν το ισχίο, το γόνατο και την ποδοκνημική επίσης παρήγαγαν δυνάμεις που επηρέαζαν τις κινήσεις του γόνατος. Παρόλα αυτά η επίδραση των μυών του άκρου αιώρησης ήταν μικρή σχετικά με τους μυς του άκρου στήριξης, ειδικά στη φάση που το γόνατο κάμπτεται στην προετοιμασία του για την επαφή με το έδαφος. Αυτό συμβαίνει γιατί πολλοί από τους μυς του άκρου αιώρησης περιλαμβάνουν αντίθετες επιταχύνσεις του γόνατος. Για παράδειγμα, οι ραχιαίοι καμπτήρες της ποδοκνημικής παρήγαγαν δυνάμεις που επιτάχυναν το γόνατο και την ποδοκνημική σε κάμψη. Αντίθετα, ο εκτείνοντες του ισχίου επιτάχυναν το ισχίο και το γόνατο σε έκταση.

Πιστεύεται συχνά ότι οι ισχιοκνημιαίοι δραστηριοποιούνται στο τέλος της φάσης αιώρησης για να εμποδίσουν την κάμψη ισχίου και την έκταση γόνατος στην προετοιμασία του άκρου για επαφή με το έδαφος (Boakers and Rab 2006, Perry 1992, van de Crommert et al 1996). Παρόλα αυτά στην έρευνα των Arnold et al (2007), οι ισχιοκνημιαίοι δε συνέβαλαν σημαντικά στις κινήσεις του γόνατος του άκρου αιώρησης, παρόλο που παρήγαγαν δύναμη στο τέλος αιώρησης. Αυτό συνέβη λόγω του δυναμικού ζεύγους: η δύναμη κάμψης γόνατος των ισχιοκνημιαίων επιτάχυνε το γόνατο σε κάμψη, αλλά η δύναμη έκτασης ισχίου των ισχιοκνημιαίων επιτάχυνε το γόνατο σε έκταση. Περεταίρω αναλύσεις της δράσης των μυών έδειξαν ότι οι ισχιοκνημιαίοι επιβράδυναν την πρόσθια κίνηση του τμήματος ανάμεσα στο γόνατο και την ποδοκνημική του άκρου αιώρησης. Οι ισχιοκνημιαίοι επιβράδυναν το τμήμα αυτό, χωρίς ταυτόχρονα να επηρεάζουν τις δυνάμεις στροφής του γόνατος, γιατί ταυτόχρονα επιτάχυναν τη λεκάνη πρόσθια και το γόνατο σε έκταση.

Τα δεδομένα αυτής της έρευνας (Arnold et al. 2007) καθιερώνουν μία βάση αξιολόγησης πως οι δράσεις των μυών μπορούν να αλλάξουν με την οστική

γεωμετρία, την ταχύτητα βάρδισης ή τη θέση. Οι επιταχύνσεις μυών αυτής της έρευνας περιγράφουν τη δράση μεμονωμένων μυών ή ομάδων μυών που δρουν σε απομόνωση. Για παράδειγμα, ένας ασθενής με βάρδιση crouch μπορεί να πραγματοποιήσει μειωμένη δύναμη του μεγάλου γλουτιαίου στο τέλος της αιώρησης για να αντισταθμίσει την υπερβολική δύναμη που παράγεται από τους βραχυμένους ισchioκνημιαίους. Αν η δύναμη των ισchioκνημιαίων μειωνόταν και η δύναμη του μεγάλου γλουτιαίου αυξανόταν, τότε η έκταση του γόνατος του ασθενούς μπορεί να βελτιωνόταν- όχι γιατί οι ισchioκνημιαίοι θα ήταν η άμεση πηγή της υπέρμετρης κάμψης γόνατος, αλλά γιατί ο μεγάλος γλουτιαίος δυναμικά επιταχύνει το γόνατο σε έκταση.

Αναγνωρίζοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση γόνατος στο τέλος της αιώρησης κατά τη φυσιολογική βάρδιση είναι ένα σημαντικό βήμα προς την εξήγηση των αιτιών της βάρδισης crouch και των αποτελεσμάτων των συχνών παρεμβάσεων. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι η μειωμένη έκταση γόνατος στη φάση αιώρησης μπορεί πιθανόν να προκαλείται αδύναμους εκτείνοντες του ισχίου του άκρου αιώρησης, ή από μη φυσιολογικούς μυς ισχίου του άκρου στήριξης που συντελούν σε ανώμαλες επιταχύνσεις της λεκάνης.

Σύμφωνα με την έρευνα των Arnold et al (2007) οι κινήσεις του γόνατος του άκρου αιώρησης είναι ευαίσθητες στις δυνάμεις που παράγονται από τους μυς του ισχίου του άκρου αιώρησης σε ένα εύρος ταχυτήτων. Αυτό δείχνει ότι η μειωμένη έκταση γόνατος που πραγματοποιείται από κάποιους ασθενείς με βάρδιση crouch μπορεί να προκληθεί από μη φυσιολογικούς μυς ισχίου του άκρου στήριξης που συντελούν σε ανώμαλες επιταχύνσεις της λεκάνης. Επίσης επιβεβαιώνεται ότι οι δυνάμεις που έχουν σχέση με την ταχύτητα συμβάλλουν σημαντικά στην έκταση γόνατος, αλλά μόνο σε ταχύτητες που είναι κοντά στο 1m/s ή ταχύτερα. Σε χαμηλότερες ταχύτητες, οι κινήσεις του γόνατος εξαρτώνται κυρίως από τους μυς. Αυτό δείχνει ότι κάποιοι ασθενείς μπορούν να πετύχουν καλύτερη έκταση γόνατος αν διευκολυνθούν να περπατήσουν ταχύτερα. Ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος συμβάλλουν σημαντικά στην πρόσθια κίνηση κατά τη φυσιολογική βάρδιση (Liu et al. 2006, Neptune et al 2001), άρα η ενδυνάμωση αυτών των μυών μπορεί να είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή σε ασθενείς με αδύναμους οπίσθιους μυς της κνήμης που περπατάνε πιο αργά από το φυσιολογικό. Τέλος, πρέπει να δίνεται έμφαση στην ταχύτητα όταν γίνεται προσπάθεια καθορισμού των αιτιών της μη φυσιολογικής βάρδισης ενός ασθενή.

3.ΒΑΔΙΣΗ ΔΥΣΚΑΜΠΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ (STIFF-KNEE GAIT)

Κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βάδισης, η αρχή της αιώρησης του κάτω άκρου χαρακτηρίζεται από κάμψη ισχίου, γόνατος και ποδοκνημικής του άκρου αιώρησης που τραβάει τα δάχτυλα προς τα πάνω και μακριά από το έδαφος καθώς το άκρο κινείται πρόσθια. Ο Cage (1990) έθεσε ότι η κάμψη γόνατος περίπου 60° είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση της ανύψωσης των δακτύλων από το έδαφος. Κατά τη βάδιση με δύσκαμπτο γόνατο παρατηρείται διαταραχή της κινητικότητας στα άτομα με εγκεφαλική παράλυση. Συγκεκριμένα, η βάδιση με δύσκαμπτο γόνατο χαρακτηρίζεται από απώλεια της φυσιολογικής κάμψης γόνατος κατά τη φάση αιώρησης της βάδισης (Kerrigan et al 1991, Sutherland et al. 1990, Waters et al. 1979). Υπάρχουν πολλά επιβλαβή αποτελέσματα της βάδισης αυτής. Πιο σημαντικό, η ανύψωση των δακτύλων από το έδαφος μειώνεται, προκαλώντας στο άτομο μια τάση να σκοντάψει ή να πέσει (Riley and Kerrigan 1998) και μπορεί να συντελέσει σε μικρά γρήγορα βήματα. Επίσης, παρουσιάζονται μη φυσιολογικές κινήσεις της λεκάνης με σκοπό την αναπλήρωση της απώλειας κάμψης γόνατος και τη βελτίωση της απομάκρυνσης των δακτύλων από το έδαφος (Riley and Kerrigan 1998)· ως αποτέλεσμα οι μη φυσιολογικές κινήσεις στη σπονδυλική στήλη προκαλούν στον ασθενή πόνο στη μέση και τραυματισμούς. Άλλα αποτελέσματα της βάδισης αυτής περιλαμβάνουν βάδιση ανεπαρκή σε ενέργεια που προκαλείται από αντισταθμίσεις της απώλειας κάμψης γόνατος και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Αυτό συμβαίνει λόγω της αυξημένης αδράνειας του άκρου αιώρησης· το μη φυσιολογικό πρότυπο βάδισης προκαλεί μεγαλύτερη κάθετη διαδρομή του κέντρου βάρους κι επιπρόσθετη ενέργεια χρειάζεται για να αιωρηθεί το άκρο προς τα εμπρός.

Η μειωμένη κάμψη γόνατος που σχετίζεται με τη βάδιση δύσκαμπτου γόνατος συχνά αποδίδεται σε μη φυσιολογική κίνηση του ορθού μηριαίου (Perry 1987, Sutherland et al. 1990). Αναλόγως, θεραπείες όπως η χειρουργική μεταφορά του ορθού μηριαίου (Cage et al. 1987) ή ενέσεις παραγόντων νευρομυϊκού αποκλεισμού (Sung and Bung 2000), εκτελούνται για να μεταβάλλουν τη λειτουργία αυτού του μυός. Δυστυχώς δεν ευνοούνται όλοι οι ασθενείς από αυτές τις θεραπείες. Τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν, εν μέρει, γιατί άλλοι παράγοντες εκτός από τη μη φυσιολογική διέγερση του ορθού μηριαίου περιορίζουν την κάμψη γόνατος σε μερικές περιπτώσεις (Anderson et al. 2003). Η κατανόηση των παραγόντων που

προκαλούν κάμψη γόνατος κατά τη φάση αιώρησης της φυσιολογική βάδισης χρειάζεται για την παροχή μιας βάσης για έρευνα των αιτιών περιορισμένης κάμψης γόνατος στη βάδιση δύσκαμπτου γόνατος.

Ηλεκτρομυογραφικά δεδομένα δείχνουν ότι οι μύες είναι δραστήριοι στη φάση αιώρησης της βάδισης, παρόλο που αυτή η δραστηριότητα είναι χαμηλή συγκριτικά με τη φάση στήριξης (Winter 1991, Perry 1992). Παρόλα αυτά, οι τύποι δραστηριοποίησης από μόνοι τους δε διευκρινίζουν ποιοι μύες συμβάλλουν στην κίνηση του γόνατος στη φάση αιώρησης λόγω της σύνθετης δυναμικής των κάτω άκρων (Zazac and Gordon 1989). Μελέτες της βάδισης δύσκαμπτου γόνατος έχουν χαρακτηρίσει το ρόλο που παίζουν οι αρθρώσεις και οι μύες του άκρου αιώρησης στην πρόκληση κάμψης γόνατος στη φάση αυτή. Σύμφωνα με έρευνα των Riley και Kerrigan (1998) η αύξηση στην κάμψη ισχίου κατά τη φάση αιώρησης μπορεί να αυξήσει την κάμψη γόνατος. Επίσης, οι Piazza και Delp (1996) βρήκαν ότι στη φυσιολογική βάδιση οι κυριότεροι παράγοντες της φάσης αιώρησης που μειώνουν την κάμψη γόνατος ήταν, με σειρά σπουδαιότητας, αυξημένη δύναμη έκτασης γόνατος, μειωμένη ταχύτητα κάμψης γόνατος στη φάση επιτάχυνσης και μειωμένη δύναμη κάμψης ισχίου. Επίσης βρήκαν ότι οι δυνάμεις του γόνατος είχαν περισσότερο σημαντική επίδραση παρά οι δυνάμεις του ισχίου. Υπολογίζοντας τις γωνιακές επιταχύνσεις του γόνατος που προκλήθηκαν από ξεχωριστούς μυς, βρέθηκε ότι ο ορθός μηριαίος επιταχύνει το γόνατο σε έκταση στη φάση αιώρησης, ενώ η βραχεία κεφαλή του δικέφαλου μηριαίου, οι καμπτήρες του ισχίου και οι ραχιαίοι καμπτήρες της ποδοκνημικής επιταχύνουν το γόνατο σε κάμψη.

Το εύρος κίνησης του γόνατος στη φάση αιώρησης είναι πιο ευαίσθητο στις ροπές του γόνατος παρά του ισχίου και συνεπώς οι μύες που δρουν και στο ισχίο και στο γόνατο επηρεάζουν την κάμψη γόνατος κυρίως από την επίδρασή τους στο γόνατο. Οι Riley και Kerrigan (1998) που μελέτησαν το ρόλο του ορθού μηριαίου και των ισχιοκνημιαίων στη φάση αιώρησης, βρήκαν ότι οι θεραπείες που μειώνουν τη ροπή έκτασης γόνατος λόγω μη φυσιολογικής δραστηριότητας του ορθού μηριαίου είναι κατάλληλες. Παρόλα αυτά, οι κλινικοί πρέπει να σιγουρευτούν ότι η δραστηριότητα του ορθού μηριαίου είναι πραγματικά ακατάλληλη και να καθορίσουν αν οι θεραπείες πραγματικά μειώνουν τη ροπή έκτασης. Η δραστηριότητα των ισχιοκνημιαίων τείνει να κάμψει το γόνατο αν και επιβραδύνει την κάμψη του ισχίου· γι' αυτό το λόγο η ακατάλληλη δραστηριότητα των ισχιοκνημιαίων δεν είναι πιθανόν να συμβάλλει στη βάδιση με δύσκαμπτο γόνατο.

Οι γωνιακές ταχύτητες των αρθρώσεων στη φάση που το μεγάλο δάχτυλο απομακρύνεται από το έδαφος συμβάλλουν στην κάμψη του γόνατος στη φάση αιώρησης. Οι Piazza και Delp (1996) βρήκαν ότι η ποσότητα της κάμψης γόνατος που επιτεύχθη κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης μπορούσε να μειωθεί είτε με την αύξηση της ταχύτητας της κάμψης ισχίου είτε με τη μείωση της ταχύτητας κάμψης γόνατος στη φάση που το μεγάλο δάχτυλο ανυψώνεται από το έδαφος (φάση επιτάχυνσης) (toe-off). Συνεπώς, ανεπαρκής ταχύτητα κάμψης γόνατος στην αρχή της επιτάχυνσης της φάσης αιώρησης μπορεί να συντελέσει σε βάδιση με δύσκαμπτο γόνατο.

Οι Goldberg et al., (2003) βρήκαν ότι πολλά άτομα με δύσκαμπτο γόνατο περπατάνε με ανεπαρκή ταχύτητα κάμψης γόνατος στη φάση της επιτάχυνσης (toe-off). Από τη στιγμή που οι κινηματικές συνθήκες στη φάση αυτή καθορίζονται από τη δραστηριότητα στη φάση στήριξης, η βάδιση δύσκαμπτου γόνατος, για κάποια άτομα, μπορεί να προκληθεί από μη φυσιολογική μυϊκή λειτουργία κατά τη φάση στήριξης. Έτσι, μπορεί να είναι οι δυνάμεις υπέρμετρης έκτασης γόνατος στη στήριξη, όχι στην αιώρηση, που είναι υπεύθυνες για τη βάδιση δύσκαμπτου γόνατος. Επίσης, είναι πιθανό ότι η υπέρμετρη δραστηριότητα του ορθού μηριαίου κατά τη διάρκεια της στήριξης συμβάλλει στη μείωση της ταχύτητας κάμψης γόνατος στη φάση επιτάχυνσης και ότι η μεταφορά του ορθού μηριαίου μπορεί να επιδράσει στη μειωμένη κάμψη γόνατος σε κάποια άτομα.

Η μελέτη των Goldberg et al., (2005) αποκάλυψε ότι οι βελτιώσεις της κινηματικής του γόνατος στη φάση αιώρησης μετά από θεραπεία ήταν συνδυασμένες με τις μετεγχειρητικές μειώσεις έκτασης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη και τις αυξήσεις στην κάμψη γόνατος στη φάση επιτάχυνσης (toe-off). Αυτά τα δεδομένα προσφέρουν στοιχεία ότι η βάδιση δύσκαμπτου γόνατος προέρχεται από προβλήματα που ξεκινούν στο τέλος της φάσης στήριξης, μαζί με μια πιθανή ανωμαλία στη μυϊκή λειτουργία κατά τη φάση αιώρησης. Ο ορθός μηριαίος έχει την πιθανότητα να συμβάλλει σε υπερβολική έκταση γόνατος στη φάση διπλής στήριξης, κι επομένως η μεταφορά του ορθού μηριαίου μπορεί να είναι η κατάλληλη θεραπεία για τους παράγοντες της φάσης στήριξης που συμβάλλουν στη βάδιση με δύσκαμπτο γόνατο. Παρόλα αυτά, άλλοι παράγοντες μπορεί να συμβάλουν σε υπέρμετρη έκταση γόνατος στη φάση διπλής στήριξης, όπως ανεπαρκής παραγωγή δύναμης κάμψης γόνατος λόγω αδυναμίας του γαστροκνημίου. Γι' αυτό το λόγο, αν η μεταφορά του ορθού

μηριαίου είναι απαραίτητη για βελτίωση της βάρδισης με δύσκαμπτο γόνατο δεν είναι ξεκάθαρο σε όλες τις περιπτώσεις.

Μύες που επηρεάζουν την ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη

Οι Goldberg et al. (2003) προσπάθησαν ν' αναγνωρίσουν τους μυς που συντελούν στην ταχύτητα κάμψης γόνατος στη φάση διπλής στήριξης κατά τη φυσιολογική βάρδιση και τους μυς που έχουν τη μεγαλύτερη προοπτική να αλλάξουν την ταχύτητα αυτή. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βάρδισης, ο λαγονοψοϊτης και ο γαστροκνήμιος συμβάλλουν περισσότερο στην ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη, ενώ οι πλατείς, ο υποκνημίδιος και ο ορθός μηριαίος είναι οι μύες που δρουν για να μειώσουν αυτήν την ταχύτητα. Η μη φυσιολογική παραγωγή δύναμης σ' έναν από αυτούς του μυς θα διαφοροποιήσει την ταχύτητα κάμψης γόνατος στο τέλος της φάσης στήριξης και συνεπώς τη γωνία κάμψης γόνατος στη φάση αιώρησης. Έτσι, οι θεραπευτικές παρεμβάσεις που στοχεύουν σε αυτούς του μυς θα είχαν επίδραση αν άλλαζαν την ταχύτητα στα άτομα που περπατάνε με δύσκαμπτο γόνατο.

Σύμφωνα με την έρευνα των Goldberg et al.. (2003) η αυξημένη δύναμη στον τετρακέφαλο βρέθηκε ότι είχε τη μεγαλύτερη προοπτική να μειώσει την ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διάρκεια της διπλής στήριξης. Καθώς η υπερδραστηριότητα του ορθού μηριαίου κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης συχνά σχετίζεται με τη βάρδιση δύσκαμπτου γόνατος, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι η υπερδραστηριότητα αυτή στο τέλος της φάσης στήριξης θα μπορούσε επίσης να είναι ένας σημαντικός παράγοντας. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με τα ευρήματα των Sung και Bung (2000), που έθεσαν ότι οι ενέσεις λιδοκαΐνης στον ορθό μηριαίο συντέλεσαν στην αύξηση στην ταχύτητα κάμψης γόνατος στη φάση επιτάχυνσης σε 16 από 31 ασθενείς που περπατούσαν με το πρότυπο δύσκαμπτου γόνατος.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η διαδικασία μεταφοράς του ορθού μηριαίου που συχνά χρησιμοποιείται για να θεραπεύσει την παθολογική αυτή βάρδιση έχει την προοπτική να αυξήσει την ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη. Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με τους Ounpuu et al. (1993), που έθεσαν ότι υπάρχει αυξημένη ταχύτητα στη φάση που το μεγάλο δάχτυλο απομακρύνεται από το έδαφος στα άτομα με δύσκαμπτο γόνατο που έχουν κάνει μεταφορά του ορθού μηριαίου. Σε αυτήν την διαδικασία, η περιφερική κατάφυση του ορθού μηριαίου μεταφέρεται από

την επιγονατίδα πίσω από το γόνατο (Cage et al., 1987). Η διαδικασία έχει σκοπό να μετατρέψει τον ορθό μηριαίο από καμπήρα ισχίου/εκτεινόμενα γόνατος σε καμπήρα ισχίου/καμπήρα γόνατος, όπως ο ραπτικός. Η λογική αυτής της διαδικασίας είναι ότι η υπερδραστηριότητα του μυός που μεταφέρθηκε κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης θα συμβάλει στην κάμψη γόνατος (Cage et al. 1987, Perry, 1987). Παρόλα αυτά υπάρχουν στοιχεία ότι ο ορθός μηριαίος που έχει μεταφερθεί δεν παράγει κάμψη γόνατος (Riewald and Delp 1997, Asakawa et al., 2002), και έτσι δε μετατρέπεται σε έναν μυ που λειτουργεί όπως ο ραπτικός όταν μεταφέρεται. Αντί γι' αυτό, η διαδικασία πιθανόν αποκλείει την έκταση γόνατος που παράγεται από τον ορθό μηριαίο, ενώ διατηρεί την ικανότητά του για κάμψη ισχίου. Αν η έκταση γόνατος αφαιρεθεί, η προοπτική του ορθού μηριαίου να επηρεάσει την κάμψη γόνατος είναι ίδια με αυτή του λαγονοψοίτη.

Ο λαγονοψοίτης και οι ισchioκνημιαίοι έχουν επίσης πιθανότητα να αυξήσουν την ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξης. Πολλοί ασθενείς που εμφανίζουν πρότυπο δύσκαμπτου γόνατος περπατάνε επίσης και με crouch πρότυπο, που ορίζεται ως διαρκής κάμψη γόνατος κατά τη φάση στήριξης (Sutherland and Davids, 1993). Ο ψοίτης, ο ισχνός και οι ισchioκνημιαίοι είναι μύες που συχνά επιμηκύνονται για να ανακουφίσουν τη βάρδια crouch (Cage, 1990). Μειώνοντας την παραγωγή δύναμης αυτών των μυών θα διακινδύνευε την ταχύτητα κάμψης γόνατος που παράγεται κατά τη διπλή φάση στήριξης. Αυτό το εύρημα εξηγεί γιατί πολλοί ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση αναπτύσσουν δύσκαμπτο γόνατο μετά από θεραπεία βάρδιας crouch (Thometz et al. 1989, Damron et al. 1993) και προτείνει ότι όταν αντιμετωπίζεται η βάρδια crouch κι επιλέγονται οι μύες που θα επιμηκυνθούν καθώς και η έκταση της επιμήκυνσης θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η συμβολή των μυών αυτών στην ταχύτητα κάμψης γόνατος πριν από την αιώρηση.

Ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος βρέθηκε ότι έχουν αντίθετες επιδράσεις στην ταχύτητα κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη: αυξημένη δύναμη στον γαστροκνήμιο αυξάνει την ταχύτητα κάμψης γόνατος, ενώ αυξημένη δύναμη στον υποκνημίδιο μειώνει αυτήν την ταχύτητα. Είναι κοινό για ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση να περπατάνε με σφιχτούς, σπαστικούς πελματιαίους καμπήρες (Bleck, 1987). Οι σφιχτοί πελματιαίοι καμπήρες συχνά αντιμετωπίζονται με επιμήκυνση του αχίλλειου τένοντα (Olney et al. 1988, Greene 2000), μειώνοντας την παραγωγή δύναμης και των δύο μυών. Οι αντίθετες επιδράσεις που έχουν αυτοί οι μύες στην ταχύτητα κάμψης γόνατος στο τέλος της φάσης στήριξης παρέχει μία επιπρόσθετη

βάση για χειρουργικές παρεμβάσεις που αντιμετωπίζουν αυτούς τους μυς ξεχωριστά (Delp et al. 1995, Saraph et al., 2000).

Οι Goldberg et al. (2003) αναγνώρισαν τους μυς που συμβάλλουν στην αύξηση της ταχύτητας κάμψης γόνατος κατά τη διπλή στήριξη της φυσιολογικής βάρδισης και τους μυς που έχουν την μεγαλύτερη προοπτική να αλλάξουν την ταχύτητα αυτή. Επομένως, τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τους μυς που πιθανόν συμβάλλουν στην μειωμένη κάμψη γόνατος στη φάση που το μεγάλο δάχτυλο απομακρύνεται από το έδαφος που παρατηρείται στη βάρδιση δύσκαμπτου γόνατος και ορίζουν ποιες παρεμβάσεις θα μπορούσαν να συντελέσουν στην αύξηση ή τη μείωση της ταχύτητας κάμψης γόνατος στο τέλος της φάσης στήριξης.

4.ΒΑΔΙΣΗ ΜΕ ΙΠΠΟΠΟΔΙΑ (TOE-WALKING)

Οι ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση συχνά δημιουργούν ένα πρότυπο βάδισης που κύριο χαρακτηριστικό της είναι το περπάτημα με ιπποποδία. Αυτό το πρότυπο χαρακτηρίζεται από ευδιάκριτες κινηματικές, κινητικές και ηλεκτρομυογραφικές διαφορές σχετικά με τη φυσιολογική βάδιση με την πτέρνα. Είναι σημαντικό να γίνεται διάκριση ανάμεσα στις άμεσες συνέπειες της νευρομυϊκής διαταραχής και στις δευτερογενείς αποκλίσεις που είναι αντισταθμιστικές. Οι πρωταρχικές αποκλίσεις της βάδισης θα πρέπει να θεωρούνται ως ο στόχος της θεραπείας.

Ο Perry (1992) δείχνει πολλές πιθανές αιτίες για την απώλεια της φάσης που η πτέρνα ακουμπάει στο έδαφος και συνεχίζει μέχρι να γίνει επίπεδο όλο το πόδι: αδυναμία των πρόσθιων κνημιαίων μυών, σύσπαση των πελματιαίων καμπτήρων, σπαστικότητα του γαστροκνημίου και του υποκνημιδίου, υπέρμετρη πελματιαία κάμψη σε συνδυασμό με αδυναμία τετρακεφάλου, σύσπαση κάμψης γόνατος που προκαλείται από υπερδραστηριότητα των ισchioκνημιαίων, συνδυασμένη σπαστικότητα των ισchioκνημιαίων και των πελματιαίων καμπτήρων. Η βάδιση στα δάκτυλα μπορεί επίσης να προκληθεί από ανισοσκελία, μία αντιστάθμιση των προβλημάτων στην αντίθετη πλευρά ή μία περιορισμένη ραχιαία κάμψη λόγω δυσκαμψίας των οπίσθιων κνημιαίων μυών. Οι περισσότερες από αυτές τις αιτίες μπορούν να αξιολογηθούν με τη στατική εξέταση που περιλαμβάνει το εύρος κίνησης, σπαστικότητα, δύναμη και ανθρωπομετρικές μετρήσεις, αλλά οι ακριβείς λεπτομέρειες ποιου συνδυασμού κλινικών μετρήσεων μπορούν να συνδεθούν με τους τύπους βάδισης στα δάκτυλα δεν έχει καθοριστεί.

Οι Armand et al., (2007), αναγνώρισαν τρία διαφορετικά κινηματικά πρότυπα της ποδοκνημικής στη βάδιση με ιπποποδία για μία μεγάλη ποικιλία ασθενειών συμπεριλαμβανομένη και την εγκεφαλική παράλυση. Το πρώτο πρότυπο δείχνει προοδευτική ραχιαία κάμψη στη φάση στήριξης, ενώ το δεύτερο παρουσιάζει μία μικρή ραχιαία κάμψη που ακολουθείται από προοδευτική πελματιαία κάμψη. Το τρίτο παρουσιάζει διπλό χτύπημα, όπου κινείται από μικρή ραχιαία κάμψη σε μικρή πελματιαία κάμψη, επιστρέφοντας σε μικρή ραχιαία κάμψη και τελειώνοντας σε πελματιαία κάμψη μέχρι τη φάση που το μεγάλο δάκτυλο απομακρύνεται από το έδαφος (toe-off).

Σύμφωνα με την έρευνά τους, στην οποία προσπάθησαν να συνδέσουν τις αιτίες με τα πρότυπα αυτής της παθολογικής βλάβης, βρήκαν τα εξής: Το πρότυπο 1 χαρακτηρίζεται κυρίως από μυϊκή αδυναμία του πρόσθιου κνημιαίου και τετρακεφάλου ή από μέτρια σπαστικότητα του τρικέφαλου κνημιαίου. Το 2^ο πρότυπο περιλαμβάνει οξεία σπαστικότητα του τρικέφαλου κνημιαίου που σχετίζεται με πολύ περιορισμένο εύρος κίνησης στην ποδοκνημική ή το γόνατο. Το 3^ο πρότυπο χαρακτηρίζεται από μέτρια μέχρι οξεία σπαστικότητα των ισchioκνημιαίων που σχετίζεται με μέτρια περιορισμένο εύρος κίνησης στην ποδοκνημική ή το γόνατο.

Υπάρχουν διαφορετικές γνώμες από τους κλινικούς όσον αφορά ποια είναι η πιο συχνή αιτία της ιπποποδίας. Ο Cage (1991) βρίσκει τη δυναμική σύσπαση του γαστροκνημίου ως την πιο κοινή ανωμαλία της ποδοκνημικής άρθρωσης ενώ οι Decq et al., (1998) θέτουν ότι στο 75% όλων των περιπτώσεων η σπαστικότητα του υποκνημίδιου είναι υπεύθυνη για την ιπποποδία. Ξεκάθαρα, τέτοια διαφορά απόψεων θα συντελέσει επίσης σε διαφορετικές προσεγγίσεις θεραπείας όπως οι ενέσεις αλλαντικής τοξίνης στον υποκνημίδιο και/ή τον γαστροκνήμιο (Metaxiotis et al. 2002) ή διάφορες χειρουργικές παρεμβάσεις που στοχεύουν στον τρικέφαλο κνημιαίο όπως η είναι η επιμήκυνση του αχίλλειου τένοντα (Orenduff et al. 2002), προκαλώντας πολύ διαφορετικά βιομηχανικά αποτελέσματα στη βλάβη για κάθε ασθενή. Γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό να εκτιμηθεί αντικειμενικά η συμβολή του υποκνημίδιου και του γαστροκνήμιου στην ιπποποδία από την κλινική ανάλυση των δεδομένων της βλάβης με σκοπό τον σχεδιασμό της κατάλληλης θεραπείας σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση. Τα αποτελέσματα της μελέτης των Zlatko et al. (2006), δείχνουν ότι οι κυρίαρχες δυνάμεις της ποδοκνημικής και του γόνατος θα πρέπει να ελεγχθούν προσεκτικά καθώς εκδηλώνουν έντονες διαφορές στη μέση και στο τέλος της στήριξης, που δείχνει το βαθμό ανάμιξης του γαστροκνημίου και υποκνημίδιου σε κάθε παθολογική κατάσταση. Συγκεκριμένα, η σύσπαση του υποκνημίδιου επηρεάζει άμεσα την ποδοκνημική άρθρωση και την ωθεί σε πελματιαία κάμψη. Από τη στιγμή που ο υποκνημίδιος κατά τη φυσιολογική βλάβη παράγει επιτάχυνση στο γόνατο που δρα για να το εκτείνει κατά τη φάση στήριξης (Neptune et al. 2001), η σύσπαση στον υποκνημίδιο μειώνει (ή εξαφανίζει τελείως) την κατά τα άλλα απαιτούμενη δραστηριότητα των εκτεινόντων του γόνατος. Η σύσπαση του γαστροκνημίου επηρεάζει άμεσα την ποδοκνημική και το γόνατο, ωθώντας την ποδοκνημική σε πελματιαία κάμψη και το γόνατο σε κάμψη. Από τη στιγμή που ο γαστροκνήμιος κατά τη φυσιολογική βλάβη δυναμικά προκαλεί επιτάχυνση στο

γόνατο που δρα για να κάμψει το γόνατο στη φάση στήριξης (Neptune et al. 2001), η σύσπαση του γαστροκνημίου αυξάνει την ανάγκη για την απόδοση των εκτεινόντων του γόνατος λόγω του διαφοροποιημένου προτύπου γόνατος (η δύναμη αντίδρασης του εδάφους περνάει πίσω από την άρθρωση του γόνατος). Οι αλλαγές που φαίνονται στο ισχίο είναι πρωταρχικά προσαρμογή στο αλλαγμένο πρότυπο στην ποδοκνημική και το γόνατο που προσαρμόστηκαν για να διατηρήσουν το μήκος βήματος. Επομένως οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στη γωνία του ισχίου και οι τροχιές δύναμης θεωρούνται όλες αντισταθμιστικές.

Πολλές θεραπείες που στοχεύουν στο φυσιολογικό βάδισμα κατευθύνονται στους πελματιαίους καμπήρες και/ή στον αχίλλειο τένοντα περιλαμβάνοντας επιθετική επιμήκυνση και τοποθέτηση γύψου, νευροτομίες και χειρουργεία επιμήκυνσης του αχίλλειου τένοντα ή της περιτονίας των πελματιαίων καμπήρων. Καθώς αυτές οι θεραπείες μπορεί να συντελέσουν στη βελτίωση της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής και σε πιο φυσιολογική επαφή της πτέρνας στο έδαφος κατά τη διάρκεια της βόδισης, δεν υπάρχουν πραγματικά δεδομένα που να υποστηρίζουν ότι βελτιώνουν την επάρκεια της βόδισης.

Μπορεί να φανεί παράδοξο ότι η βόδιση με ιπποποδία απαιτεί λιγότερη δύναμη πελματιαίας κάμψης από τη φυσιολογική βόδιση, αλλά μάλλον αυτό συμβαίνει σύμφωνα με μια βιομηχανική ανάλυση. Η ανάγκη για δύναμη πελματιαίας κάμψης είναι κυρίως μια λειτουργία της απόστασης από την άρθρωση της ποδοκνημικής στη γραμμή της δύναμης αντίδρασης του εδάφους, που είναι κυρίως εκεί που εφαρμόζεται το βάρος του σώματος στο έδαφος. Κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βόδισης η απαίτηση δύναμης από τους πελματιαίους καμπήρες είναι μεγαλύτερη στο τέλος της φάσης στήριξης όταν η ποδοκνημική ξεκινάει να κάμπτεται πελματιαία και η απόσταση ανάμεσα στην ποδοκνημική άρθρωση και τη γραμμή δύναμης αντίδρασης του εδάφους είναι η μεγαλύτερη. Κατά τη διάρκεια της βόδισης με ιπποποδία, η ποδοκνημική κάμπτεται πελματιαία κατά τη διάρκεια του κύκλου βόδισης. Έτσι, η απόσταση ανάμεσα στην ποδοκνημική άρθρωση και τη γραμμή δύναμης αντίδρασης του εδάφους μικραίνει και μικρότερη δύναμη από τους πελματιαίους καμπήρες απαιτείται στο τέλος της φάσης στήριξης. Επιπλέον, επειδή η ποδοκνημική είναι σχετικά μόνιμα σε πελματιαία κάμψη κατά τη διάρκεια της βόδισης με ιπποποδία, πολύ μικρότερη παραγωγή δύναμης θα πρέπει να απαιτείται από την ποδοκνημική λίγο πριν τη φάση αιώρησης (Kerrigan et al 2000).

Επίσης η βάδιση με ιπποποδία μειώνει την ανάγκη για δύναμη ραχιαίας κάμψης και έκτασης γόνατος. Κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βάδισης η ραχιαία κάμψη απαιτείται από την αρχική επαφή μέχρι τη φάση απάντησης στη φόρτιση που το κέντρο πίεσης κάτω από πόδι μεταφέρεται από την πτέρνα κατευθείαν κάτω από την ποδοκνημική. Η βάδιση στα δάκτυλα θα πρέπει να μειώσει την ανάγκη για ραχιαία κάμψη στη φάση αυτή της βάδισης, γιατί το κέντρο πίεσης θα πρέπει να είναι ήδη μπροστά από την ποδοκνημική. Τέλος, ένα πρότυπο βάδισης στα δάκτυλα θα πρέπει να μειώσει την ανάγκη για δραστηριότητα έκτασης γόνατος στην αρχή της στήριξης ή στην απάντηση στη φόρτιση γιατί το κέντρο πίεσης και επομένως η γραμμή δύναμης αντίδρασης του εδάφους θα πρέπει να βρίσκονται μπροστά παρά πίσω από το γόνατο στη διάρκεια αυτής της περιόδου.

Σύμφωνα με την έρευνα των Kerrigan et al., 2000 βρέθηκε μείωσης της ροπής της πελματιαίας κάμψης στη διάρκεια της τελικής στήριξης, που δείχνει ότι μικρότερη δύναμη πελματιαίας κάμψης απαιτείται στη βάδιση με ιπποποδία σε σύγκριση με τη φυσιολογική. Είναι εντυπωσιακό ότι υπήρχε 46% λιγότερη απαίτηση παραγωγής δύναμης λίγο πριν την αιώρηση στη βάδιση αυτή από ότι στη φυσιολογική. Αυτό δείχνει ότι η βάδιση με ιπποποδία απαιτεί περίπου τη μισή δύναμη πελματιαίας κάμψης από τη φυσιολογική. Έτσι, η βάδιση στα δάκτυλα απαιτεί ότι οι πελματιαίοι καμπτήρες θα πραγματοποιήσουν περίπου το μισό έργο από αυτό που απαιτείται στη φυσιολογική βάδιση.

Η απουσία ροπής ραχιαίας κάμψης στην αρχική επαφή επίσης υποστηρίζει το γεγονός ότι καμία προσπάθεια δεν απαιτείται από τους ραχιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής στη διάρκεια της βάδισης με ιπποποδία. Επιπρόσθετα, η απουσία ροπής έκτασης γόνατος και παραγωγής δύναμης από το γόνατο στη φάση απάντησης στη φόρτιση δείχνει ότι καμία δύναμη έκτασης γόνατος απαιτείται στη διάρκεια αυτής της φάσης. Αυτά τα ευρήματα είναι σημαντικά από τη στιγμή που η απάντηση στη φόρτιση είναι η φάση που απαιτείται η περισσότερη δύναμη έκτασης. Με τη μικρότερη απαίτηση δύναμης από την ποδοκνημική και το γόνατο, ένας μπορεί να συμπεράνει ότι η μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται κοντά στο ισχίο. Στην πραγματικότητα, η ροπή έκτασης ισχίου στη φάση απάντησης στη φόρτιση και στην αιώρηση για τη βάδιση με ιπποποδία παρουσιάστηκε σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή της φυσιολογικής βάδισης δείχνοντας ότι η δύναμη έκτασης του ισχίου μπορεί να απαιτείται για τη βάδιση αυτή. Επιπλέον, 69% περισσότερη παραγωγή δύναμης απαιτήθηκε από το ισχίο στη βάδιση με ιπποποδία. Αυτό δείχνει ότι 69% μεγαλύτερη

προσπάθεια απαιτείται από τους εκτεινόντες του ισχίου για να εκτείνουν το ισχίο στο παθολογικό αυτό πρότυπο από ότι στη φυσιολογική βάδιση.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας υποστηρίζουν τις στρατηγικές αποκατάστασης που ενσωματώνουν την ενδυνάμωση των περιφερικών μυϊκών ομάδων ή τουλάχιστον καθιστώντας αυτές τις μυϊκές ομάδες να βελτιώσουν την επάρκεια της βάδισης καθώς μειώνουν την ανάγκη για βάδιση στα δάχτυλα. Μία άκαμπτη όρθωση της ποδοκνημικής, για παράδειγμα, αντικαθιστά τους αδύναμους πελματιαίους και ραχιαίους καμπτήρες. Αυτό βελτιώνει τη ροπή της ποδοκνημικής (Abel et al. 1998) και όλη την επάρκεια της βάδισης (Kerrigan et al 1996, Corcoran et al. 1970) καθώς σιγουρεύει ότι επιτυγχάνεται ένα φυσιολογικό πρότυπο βάδισης. Τα αποτελέσματα δύο μελετών δείχνουν ότι αυξάνοντας, παρά μειώνοντας, τη δραστηριότητα των πελματιαίων καμπτήρων μπορεί να είναι αποτελεσματικό στη βελτίωση της βάδισης. Οι Colbome et al. (1994) έδειξαν ότι η ηλεκτρομυογραφική βιοεπανατροφοδότηση που εφαρμόζεται στους πελματιαίους καμπτήρες κατά τη διάρκεια της βάδισης μπορεί να βελτιώσει την παραγωγή δύναμης της ποδοκνημικής. Ο Carmick (1993) έθεσε ότι ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης των πελματιαίων καμπτήρων σε πολλά παιδιά με εγκεφαλική παράλυση που περπατούσαν με ιπποποδία συντέλεσε σε μια πιο φυσιολογική βάδιση. Τέτοιες θεραπείες θα μπορούσαν να βελτιώσουν την επάρκεια της βάδισης και ίσως τελικά να μειώσουν την ανάγκη για βάδιση με ιπποποδία.

Συμπερασματικά, η βάδιση με ιπποποδία απαιτεί μικρότερη δύναμη πελματιαίας κάμψης, μικρότερη δύναμη ραχιαίας κάμψης και μικρότερη δύναμη έκτασης γόνατος, αλλά μεγαλύτερη δύναμη έκτασης ισχίου από τη φυσιολογική βάδιση. Από τη στιγμή που οι ασθενείς με βλάβη στον άνω κινητικό νευρώνα τυπικά έχουν μεγαλύτερες βλάβες περιφερικά στην ποδοκνημική και το γόνατο, η βάδιση με ιπποποδία μπορεί να προσφέρει μία καλύτερη εναλλακτική κινητικότητας από τη φυσιολογική βάδιση. Αν οι κλινικοί και οι ασθενείς αποδεχτούν ότι η βάδιση στα δάχτυλα μπορεί να έχει σίγουρα αντισταθμιστικά πλεονεκτήματα, μπορεί η προσέγγιση στη θεραπεία και οι στόχοι να αλλάξουν. Από το να είναι ο κύριος στόχος η επίτευξη φυσιολογικής βάδισης, οι θεραπείες θα πρέπει να στοχεύουν πιο σφαιρικά στη βελτίωση της λειτουργικής απόδοσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εγκεφαλική παράλυση είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που προκαλείται από κάποια κάκωση σε μία ή περισσότερες περιοχές του ανώριμου εγκεφάλου. Οι συνέπειες της πάθησης αυτής συνδέονται με προβλήματα του νευρομυϊκού και σκελετικού συστήματος που είναι το άμεσο αποτέλεσμα της υπάρχουσας παθοφυσιολογικής διαδικασίας ή μια έμμεση επίπτωση που αναπτύχθηκε με το πέρασμα του χρόνου. Συγκεκριμένα, οι σπαστικές μορφές της εγκεφαλικής παράλυσης χαρακτηρίζονται από αυξημένο μυϊκό τόνο και μυϊκή ανισορροπία. Η σπαστικότητα περιορίζει το εύρος κίνησης των αρθρώσεων κι επομένως τη συνολική κινητικότητα του ασθενούς. Επιπλέον, αποτελεί σημαντικό αιτιολογικό παράγοντα για την εμφάνιση παραμορφώσεων συστροφής των μακρών οστών καθώς επίσης και για την αλλαγή στις ιδιότητες των μυών και των αρθρώσεων.

Εκτός από τη σπαστικότητα, η αποτυχία φυσιολογικής οστικής διάπλασης είναι ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας εμφάνισης οστικών παραμορφώσεων. Η έγκαιρη παρέμβαση, στην παιδική ηλικία, βελτιώνει την ευθυγράμμιση των οστών και των αρθρώσεων και άρα ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες εμφάνισης παραμορφώσεων. Στα κάτω άκρα, οι οστικές παραμορφώσεις επηρεάζουν τη λειτουργία τους, με συνέπεια να εκδηλώνονται κινητικές αποκλίσεις, ειδικά στη βάδιση. Τα πρότυπα crouch, ιπποποδίας, δύσκαμπτου γόνατος και η βάδιση με έσω στροφή είναι συχνές διαταραχές που παρατηρούνται στα άτομα με εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής. Η εκδήλωση αυτών των προτύπων διαφέρει σε κάθε ασθενή καθώς οι αιτίες εμφάνισής τους ποικίλουν και διαφέρει επίσης και η οξύτητα της παθολογίας.

Οι σύγχρονες έρευνες προσπαθούν ν' αναλύσουν την κινηματική και την κινητική αυτών των προτύπων, μια διαδικασία περίπλοκη, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετοί παράγοντες (π.χ. σπαστικότητα, μυϊκή αδυναμία, παραμορφώσεις, ταχύτητα κ.α.) που συμβάλλουν ή επηρεάζουν την εκδήλωση των διαταραχών βάδισης. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έχουν πολύ μεγάλη κλινική σημασία, μια και εξάγουν συμπεράσματα που βοηθούν στην πληρέστερη περιγραφή των παθολογικών προτύπων καθώς και στην αναγνώριση των βιομηχανικών αιτιών τους. Άρα, λοιπόν, προσφέρουν στο θεραπευτή γνώσεις που εφαρμόζονται στην αξιολόγηση του ασθενούς.

Οι γνώσεις αυτές, που συνεχώς εξελίσσονται, ταυτόχρονα με τις γνώσεις πάνω στην κινηματική και κινητική της φυσιολογικής λειτουργίας αποτελούν τη βάση για τη λεπτομερή κι εξατομικευμένη αξιολόγηση μιας παθολογικής διαταραχής της βάδισης. Η αναγνώριση των πρωταρχικών αιτιών μιας παθολογίας καθορίζει το σχεδιασμό των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων μιας θεραπείας. Ο συνδυασμός των παραπάνω παραγόντων με την εφαρμογή των σύγχρονων μεθόδων παρέμβασης μπορεί να έχει τα καλύτερα θεραπευτικά αποτελέσματα στις διαταραχές των κάτω άκρων ενός ασθενούς με εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Παναγιώτης Β. Τσακλής, "Σημειώσεις Βιολογικής Μηχανικής"
- 2) Νίκος Μ. Δούκας "Κινησιολογία", Εκδόσεις Λίτσας
- 3) Στυλιανός Κ. Ρόσμπογλου "Στάση Κίνηση Ισορροπία", Εκδόσεις d.K.S., 2008
- 4) Pamela K. Levangie, Cynthia C. Norkin, "Joint Structure and Function", Third Edition, F.A. Davis Company, 2001
- 5) Toby M. Long, Holly Lea Cintas, "Handbook of Pediatric Physical Therapy", Williams & Wilkins, 1995
- 6) Jean L. Stout, Chapter 5: "Gait: Development and Analysis", Suzann K. Campbell, Darl W. Vander Linden, Robert J. Palisano, "Physical Therapy for Children", Saunders Elsevier, Third Edition, 2005
- 7) Sandra J. Onley, Marilyn J. Wright, Chapter 21: "Cerebral Palsy", Suzann K. Campbell, Darl W. Vander Linden, Robert J. Palisano, "Physical Therapy for Children", Saunders Elsevier, Third Edition, 2005
- 8) Edmund Y.S. Chao, Thomas D. Cahalan, Chapter 3: "Kinematics and Kinetics of Normal Gait", Gary L. Smidt "Clinics in Physical Therapy, Gait in Rehabilitation", Churchill Livingstone, 1990

Άρθρα από το Διαδίκτυο

- 1) Paolo Crenna, "Spasticity and Spastic Gait in Children with Cerebral Palsy", Neuroscience and Biobehavioral Reviews, Vol.22, No 4, pp571-578, 1998
- 2) Beverly Cusuck, "Getting Down to the Bare Bones", Pediatric Orthopedics Part 1: The Modeling Process
- 3) James W. Fee, Richard A. Foulds, "Neuromuscular Modeling of Spasticity in Cerebral Palsy", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 12, No 1, March 2004
- 4) Janice M. Quinby, Alwyn Abraham, "Musculoskeletal Problems in Cerebral Palsy", Current Pediatrics, 2005
- 5) Jennifer Hicks, Alison Arnold, Frank Anderson, Michael Schwartz, Scott Delp, "The Effect of Excessive Tibial Torsion on the Capacity of Muscles to Extend the Hip and Knee during Single-limb Stance", Gait and Posture 26, 2007
- 6) Dimitrios Metaxiotis, Walter Accles, Andrea Siebel, Leonhard Doederlein, "Hip Deformities in Walking Patients with Cerebral Palsy", Gait and Posture 11, 2000
- 7) Alastair W. Murray, James E. Robb, "The Hip in Cerebral Palsy", Current Orthopaedics 20, 286-293, 2006
- 8) C.M. Duffy, A.P. Cosgrove, "The Foot in Cerebral Palsy", Current Orthopaedics 16, 104-113, 2002

- 9) T.Dreher, S. Wolf, F. Braatz, D. Patikas, L. Doderlein, "Internal Rotation Gait in Spatic Diplegia-Critical Considerations for the Femoral Derotation Osteotomy", *Gait & Posture* 26, 25-31, 2007
- 10) R. Brunner, T. Dreher, J. Romkers, C. Frigo, "Effects of Plantarflexion on Pelvis and Lower Limb Kinematics", *Gait & Posture*, 2008
- 11) Alison S. Arnold, Scott L. Delp, "Rotational Moment Arms of the Medial Hamstrings and Adductors Vary with Femoral Geometry and Limb Position: Implications for the Treatment of Internally Rotated Gait", *Journal of Biomechanics* 34, 437-447, 2001
- 12) Scott L. Delp, William E. Hess, David S. Hungerford, Lynne C. Jones, "Variation of Rotation Moment Arms with Hip Flecxion", *Journal of Biomechanics* 32, 493-501, 1999
- 13) Alison S. Arnold, Deanna J. Asakawa, Scott L. Delp, "Do the Hamstrings and Adductors Contribute to Excessive Internal Rotation of The Hip In Persons With Cerebral Palsy?", *Gait and Posture* 11, 181-190, 2000
- 14) Zlatko Matjacic, Andrej Olensek, "Biomechanical Characterization and Clinical Implications of Artificially Induced Crouch Walking: Differences between Pure Iliopsoas, Pure Hamstrings, and Combination of Iliopsoas and Hamstrings Contractures", *Journal of Biomechanics*, 40, 491-501, 2007
- 15) Alison S. Arnold, Frank C. Anderson, Marcus G. Pandy, Scott L. Delp, "Muscular Contributions to Hip and Knee Extension During the Single Limb Stance Phase of Normal Gait: A Framework for Investigating The Causes of Crouch Gait", *Journal of Biomechanics* 38, 2181-2189, 2005
- 16) Gerhard Steinwender, Vinay Saraph, Ernst Bernhard Zwick, Christiane Steinwender, Wolfgang Linhart, "Hip Locomotion Mechanisms in Cerebral Palsy Crouch Gait", *Gait and Posture* 13, 78-85, 2001
- 17) Jennifer L. Hicks, Michael H. Schwartz, Allison S. Arnold, Scott L. Delp, "Crouched Postures Reduce The Capacity of Muscles to Extend the Hip and Knee During the Single-limb Stance Phase of Gait", *Journal of Biomechanics* 41, 960-967, 2008
- 18) Michael Schwartz, Gaio Lakin, "The Effect of Tibial Torsion on the Dynamic Function of the Soleus During Gait", *Gait and Posture* 17, 113-118, 2003
- 19) Kevin M. Cooney, James O. Sanders, M. Cecilia Concha, Frank L. Buczek, "Novel Biomechanics Demonstrate Gait Dysfunction Due to Hamstring Tightness", *Clinical Biomechanics* 21, 59-66, 2006
- 20) Alison S. Arnold, Darryl G. Thelen, Michael H. Schwartz, Frank C. Anderson, Scott L. Delp, "Muscular Coordination of Knee Motion During the Terminal-swing Phase of Normal Gait", *Journal of Biomechanics*, 40, 3314-3324, 2007

- 21) Alison S. Arnold, Michael H. Schwartz, Darryl G. Thelen, Scott L. Delp, "Contributions of Muscles to Terminal-swing Knee Motions Vary with Walking Speed", *Journal of Biomechanics*, 40, 3660-3671, 2007
- 22) Saryn R. Goldberg, Frank C. Anderson, Marcus G. Pandy, Scott L. Delp, "Muscles that Influence Knee Flexion Velocity in Double Support : Implications for Stiff-knee Gait", *Journal of Biomechanics*, 37, 1189-1196, 2004
- 23) Saryn R. Goldberg, Sylvia Ounpuu, Allison S. Arnold, James R. Cage, Scott L. Delp, "Kinematic and Kinetic Factors that Correlate with Improved Knee Flexion Following Treatment for Stiff-knee Gait", *Journal of Biomechanics*, 2005
- 24) Diane L. Damiano, Edward Laws, Dave V. Carmines, Mark F. Abel, "Relationship of Spasticity to Knee Angular Velocity and Motion During Gait in Cerebral Palsy", *Gait and Posture*, 23, 1-8, 2006
- 25) Saryn R. Goldberg, Sylvia Ounpuu, Scott L. Delp, "The Importance of Swing-phase Initial Conditions In Stiff-knee Gait", *Journal of Biomechanics*, 36, 1111-1116, 2003
- 26) Stephen J. Piazza, Scott L. Delp, "The Influence of Muscles on Knee Flexion During The Swing Phase of Gait", *Journal of Biomechanics*, Vol.29, No 6, pp 723-733, 1996
- 27) Frank C. Anderson, Saryn R. Goldberg, Marcus G. Pandy, Scott L. Delp, "Contributions of Muscle Forces and Toe-off Kinematics to Peak Knee Flexion During the Swing Phase of Normal Gait: an Induced Position Analysis" , *Journal of Biomechanics* 37, 731-737, 2004
- 28) Patrick O. Riley, D. Casey Kerrigan, "Torque Action of Two-joint Muscles in the Swing Period of Stiff-legged Gait: A Forward Dynamic Model Analysis", *Journal of Biomechanics* 31, 835-840, 1998
- 29) J. Romkes, R. Brunner, "An Electromyographic Analysis of Obligatory (hemiplegic cerebral palsy) and Voluntary (normal) Unilateral Toe-walking " , *Gait & Posture*, 2007
- 30) Zlatko Matjacic, Andrej Olensek, Tadej Bajd, "Biomechanical Characterization and Clinical Implications of Artificially Induced Toe-walking: Differences Between Pure Soleus, Pure Gastrocnemius and Combination of Soleus and Gastrocnemius Contractures", *Journal of Biomechanics* 39, 255-266, 2006
- 31) D. Casey Kerrigan, Patrick O. Riley, Shannon Rogan, David T. Burke, "Compensatory Advantages of Toe Walking", *Physical Medicine and Rehabilitation*, 2000
- 32) Stephane Armand, Eric Watelain, Moise Mercier, Ghislaine Lensen, Francois-Xavier Lepoutre, "Identification and Classification of Toe-walkers Based on Ankle Kinematics, Using a Data-mining Method", *Gait & Posture* 23, 240-248, 2006

- 33) **Stephane Armand, Eric Watelain, Emmanuel Roux, Moise Mercier, Francois-Xavier Lepoutre, "Linking Clinical Measurements and Kinematic Gait Patterns of Toe-walking Using Fuzzy Decision Trees", Gait & Posture 25, 475-484, 2007**
- 34) **Richard R. Neptune, Judith M. Burnfield, Sara J. Mulroy, "The Neuromuscular Demands of Toe-walking: A Forward Dynamics Simulation Analysis", Journal of Biomechanics 40, 1293-1300, 2007**