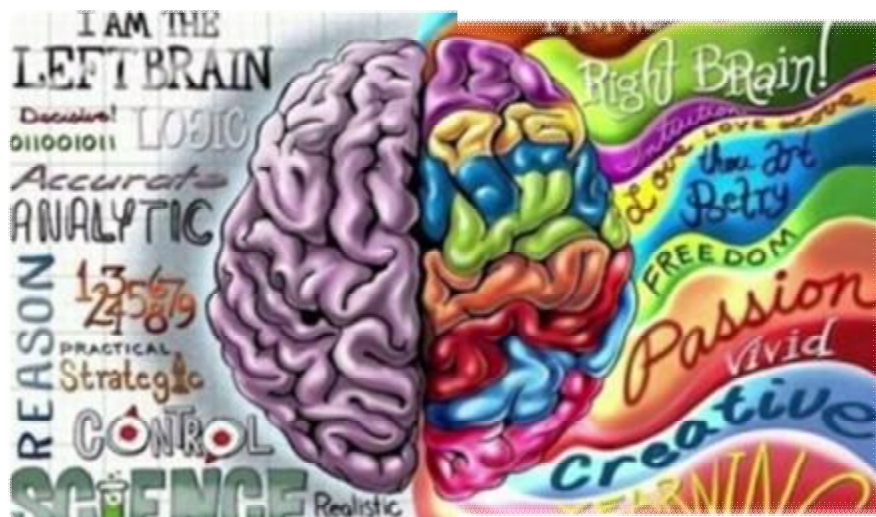




ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΕΕΣ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ



http://www.huffingtonpost.com/john-m-eger/right-brain-left-brain-thinking_b_2631704.html

ΚΟΤΤΑΡΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΣΟΦΙΑ

Ερευνήτρια Φυσικοθεραπευτρια, MSc, PhD

Επιστημονικός Συνεργάτης Τμήματος Φυσικοθεραπείας

ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

ΑΙΓΙΟ - 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, στο τμήμα Φυσικοθεραπείας στο Αίγιο Αχαΐας. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει νέες φυσικοθεραπευτικές μεθόδους για την αναχαίτιση της σπαστικότητας σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και αρθρογραφία των τελευταίων 10 χρόνων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μας, Δρ. Λαμπροπούλου Σοφία για το χρόνο που μας αφιέρωσε, τις πολύτιμες συμβουλές της και τις γνώσεις που μας προσέφερε προκειμένου να χειριστούμε ένα τέτοιο θέμα. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τη γραμματεία της βιβλιοθήκης του νοσοκομείου "ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ" για τη βοήθεια της στην εύρεση αρθρογραφίας-βιβλιογραφίας. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε και όσους μας βοήθησαν σε αυτή την προσπάθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πολλές φυσικοθεραπευτικές μέθοδοι έχει βρεθεί ότι μπορούν να αναχαιτίσουν τη σπαστικότητα. Μέσω των διατάσεων (επαναλαμβανόμενων, παρατεταμένων ή αυτοδιατάσεων) έχει βρεθεί ότι επιτυγχάνεται αναχαίτιση στη σπαστικότητα από την επίδραση ενός συνδυασμού βιομηχανικών και νευροφυσιολογικών παραγόντων. Με τους νάρθηκες και τα ορθωτικά επιτυγχάνεται διατήρηση ή αύξηση του εύρους τροχιάς και μείωση της σπαστικότητας με τη διατήρηση του άκρου σε επιμηκυμένη θέση. Η θεραπεία παραγωγής κίνησης με περιορισμό (CIMT) ακινητοποιεί το υγιές άκρο με στόχο την έκλυση κίνησης στο επηρεασμένο άκρο. Η τεχνική Bobath προσπαθεί να επανεκπαιδεύσει τα φυσιολογικά πρότυπα κίνησης χρησιμοποιώντας και τις δύο πλευρές του σώματος. Οι τεχνικές PNF βοηθούν στην επανάκτηση του κινητικού ελέγχου και της μυϊκής ισχύος, ενώ έρευνες δείχνουν ότι μέσω των τεχνικών PNF μειώνεται ο μυϊκός τόνος και αυξάνεται η λειτουργικότητα. Η τεχνική Brunnstrom μέσω των σταδίων της αποσκοπεί στο να εκλύσει μη φυσιολογικές αντανακλαστικές αντιδράσεις ώστε να επέλθει επανέλεγχος των φυσιολογικών κινήσεων. Ο Ηλεκτρικός ερεθισμός διακρίνεται στο Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (FES) και στο Διαδερμικό Μυϊκό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (TENS). Το TENS επιδρά στη σπαστικότητα μέσω της μείωσης της διεγερσιμότητας του α κινητικού νευρώνα. Ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός (FES) μέσω των νευροφυσιολογικών μηχανισμών δράσης του φαίνεται να βοηθάει στη μείωση της σπαστικότητας. Τέλος ο Διακρανιακός μαγνητικός ερεθισμός λόγω της επίδρασης του στον κινητικό φλοιό, μειώνει την υπερδραστηριότητα των α κινητικών νευρώνων και επομένως μειώνει τη σπαστικότητα.

Συντομογραφίες

ΚΝΣ = Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

NM= Νωτιαίος Μυελός

ΑΕΕ= Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

ΣΚΠ= Σκλήρυνση κατά Πλάκας

ΕΠ= Εγκεφαλική Παράλυση

GABA= γ αμινοβουτυρικό οξύ

SCATS= Spinal Cord Assessment Tool for spasticity reflexes

MAS= Modified Ashworth Scale

PSFS= Penn Spasm Frequency Scale

PNF= Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

CPM= Continuous Passive Movement

KAFO= Κνημοποδικοί νάρθηκες

AFO= Νάρθηκας έσω υποδήματος

CIMT= Constraint Induced Movement Therapy

FES= Functional Electrical Stimulation

TMS= Transcranial Magnetic Stimulation

VAS= Visual Assessment Scale

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο	2
ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	2
1.1 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ).....	2
1.2 Φλοιονωτιαίο ή πυραμιδικό δεμάτιο.....	7
Κεφάλαιο 2ο	8
2.1 Σύστημα κινητικού ελέγχου.....	8
2.2 Κινητικές λειτουργίες Νωτιαίου Μυελού	10
Κεφάλαιο 3^ο	15
Σπαστικότητα - Παθοφυσιολογία και παθήσεις.....	15
3.1 Σπαστικότητα.....	15
3.2 Παθοφυσιολογία της σπαστικότητας.....	16
3.3 Παθήσεις που εμφανίζεται σπαστικότητα	21
Κεφάλαιο 4^ο	27
Ιατροφαρμακευτική Αγωγή	27
4.1 Εκ του στόματος αγωγή.....	27
4.2 Ενέσιμες αγωγές	28
4.3 Χειρουργική παρέμβαση.....	31
Κεφάλαιο 5^ο	33
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	33
5.1 Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση.....	33
5.2 Τεχνικές - Μέθοδοι Αναχαίτισης σπαστικότητας.....	38
5.2.1 ΔΙΑΤΑΣΗ	39
Μηχανήματα παρατεταμένης παθητικής διάτασης.....	46
5.2.2 Αυτο-διάταση.....	50
5.2.3 ΓΥΨΟΣ	52
5.2.4 Νάρθηκας- Ορθώσεις.....	54
5.3 Τεχνικές Νευρομυϊκής διευκόλυνσης.....	63
5.3.1 Θεραπεία Παραγωγής Κίνησης με Περιορισμό (CIMT)	64
5.3.2 Τεχνική BOBATH	69

5.3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ PNF.....	74
5.3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ BRUNNSTROM.....	77
5.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ.....	79
5.4.1 ΔΙΑΔΕΡΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ (TENS).....	81
5.4.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ (FES).....	85
5.5 ΔΙΑΚΡΑΝΙΑΚΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ.....	90
5.6 Σύγκριση Μεθόδων.....	95
Συμπεράσματα.....	97
Βιβλιογραφία - Αρθρογραφία	98

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1 Οι λοβοί του εγκεφάλου (http://www.willamette.edu/~gorr/classes/cs449/brain.html)	3
Εικόνα 1.2 Τα τμήματα που αποτελούν τον εγκέφαλο (http://www.rhodes.aegean.gr)	4
Εικόνα 1.3 Εγκάρσια διατομή του Νωτιαίου Μυελού στην οποία διακρίνονται τα πρόσθια και οπίσθια κέρατα και οι στιβάδες της φαιάς ουσίας (http://ebooks.edu.gr)	5
Εικόνα 1.4 Οι κυριότερες οδοί του νευρικού συστήματος (http://www.studyblue.com)	
Εικόνα 1.5 Πορεία φλοιονωτιαίας οδού (http://brainmind.com/BrainLecture8.html)	7
Εικόνα 2.1.1 Τα μέρη του κινητικού και αισθητικού φλοιού (https://www.intensivecare.com.cy)	8
Εικόνα 2.1.2 Τα μέρη του εγκεφαλικού στελέχους (http://kyprianoscy.blogspot.gr)	9
Εικόνα 2.2.1 Το μοντέλο της μυϊκής ατράκτου (http://en.wikipedia.org/wiki/Muscle_spindle)	10
Εικόνα 2.2.2 Η αναχαιτιστική δράση των κυττάρων Renshaw στους α κιν. Νευρώνες (http://www.studyblue.com)	12
Εικόνα 2.2.3 Οι νωτιαίοι μηχανισμοί αναχαίτισης (Τροποποίηση από Lalith, 2003)	14
Εικόνα 3.2.1 Τα νωτιαία μονοπάτια τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη σπαστικότητας (Τροποποίηση από Mukherjee & Chakravarty, 2010)	19
Εικόνα 3.3.1 Απεικόνιση έσω καρωτίδας αρτηρίας, μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και Βασικής αρτηρίας (http://www.nlm.nih.gov)	21
Εικόνα 3.3.2 Σχηματισμός απομυελινωτικών πλακών στο στέλεχος (http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_sclerosis)	22
Εικόνα 3.3.3 Εικόνα εγκεφαλικής ρήξης (http://www.eleftheria.gr)	23
Εικόνα 3.3.4 Κάκωση Νωτιαίου μυελού (http://www.hygeia.gr)	25
Εικόνα 3.3.5 Κλινική εικόνα Εγκεφαλικής Παράλυσης ανάλογα με την έκταση και την περιοχή της βλάβης (http://www.medicalindiatourism.com/blog/cerebral-palsy.html)	25

Εικόνα 4.2.1 Η δράση της ενέσιμης ουσίας BOTOX (http://samvednacerebralpalsy.blogspot.gr)	29
Εικόνα 4.2.2 Συσσκευή Αντλίας Βακλοφένης και εφαρμογή της (http://spinecenterindia.blogspot.gr)	31
Εικόνα 5.2.1 Εφαρμογή διάτασης με τα χέρια στο ισχίο (http://painrehabilitation.blogspot.gr)	39
Εικόνα 5.2.2 Διάταση δια χειρός σε παιδί με σπαστική ΕΠ (Τροποποίηση http://www.dinf.ne.jp)	43
Εικόνα 5.2.3 Χρήση ορθοστάτη σε ασθενή με ημιπληγία (https://www.albertaphysicianlink.ab.ca)	47
Εικόνα 5.2.4 Μηχάνημα επαναλαμβανόμενης παθητικής διάτασης (http://www.superabile.it)	49
Εικόνα 5.2.5 Αυτοδιάταση άκρας χείρας και δαχτύλων (http://www.gccarehome.com)	
Εικόνα 5.2.6 Εφαρμογή γύψου σε παιδί με σπαστική ΕΠ (http://www.lovethatmax.com)	52
Εικόνα 5.2.7 Μηροκνημοποδικός νάρθηκας (http://megep.meb.gov.tr)	57
Εικόνα 5.2.8 Νάρθηκας έσω υποδήματος (http://www.ourhealthnetwork.com)	58
Εικόνα 5.2.9 Στατικός νάρθηκας για την άκρα χείρα (http://www.orthoconsult.be/)	60
Εικόνα 5.2.10 Νάρθηκας αντανάκλαστικής αναχαίτισης (τροποποίηση από Pizzi et al, 2005)	61
Εικόνα 5.2.11 Εφαρμογή δυναμικού νάρθηκα στην ποδοκνημική άρθρωση (Lundequam & Willis, 2009)	62
Εικόνα 5.3.1 Εφαρμογή Constraint Induced Movement Therapy σε ασθενή με ημιπληγία (http://www.gardenstatept.com)	64
Εικόνα 5.3.2 Εφαρμογή Constraint Induced Therapy σε παιδιά με σπαστική ΕΠ (http://therapyfunzone.net)	67
Εικόνα 5.3.3 Εφαρμογές Bobath σε παιδί με ΕΠ (http://www.tratwa.sos.p)	
Εικόνα 5.3.4 Τεχνική PNF (http://icanonlygiveyoueverything.blogspot.gr)	77
Εικόνα 5.4.1 Συσσκευή TENS (http://physionewsongr.blogspot.gr)	82
Εικόνα 5.4.2 Συσσκευή Λειτουργικού ηλεκτρικού ερεθισμού (http://control.ee.ethz.ch)	85
Εικόνα 5.4.3 Ασθενής που χρησιμοποιεί Parastep σε συνδυασμό με περιπατούρα (http://www.sigmedics.com)	88
Εικόνα 5.5.1 Η συσκευή του Διακρανιακού Μαγνητικού Ερεθισμού με το χαρακτηριστικό σχήμα 8 (http://www.npistanbul.com)	90
Εικόνα 5.5.2 Δράση του Διακρανιακού Μαγνητικού Ερεθισμού στον κινητικό φλοιό (http://speech.psy.ox.ac.uk)	92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σπαστικότητα έχει ορισθεί ως μια ταχοεξαρτώμενη αύξηση στο μυϊκό τόνο με υπερβολικές τενόντιες συσπάσεις, κλόνο και σπασμούς που προέρχονται λόγω της υπερδιέγερσης του τονικού αντανακλαστικού (Elbasiouny et al, 2010). Ποικίλες και αντικρουόμενες θεωρίες έχουν αναπτυχθεί σχετικά με την παθοφυσιολογία της. Πολλές φυσικοθεραπευτικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να την αναχαιτίσουν. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει τις πιο κοινά χρησιμοποιούμενες και πρόσφατες τεχνικές και να επισημάνει τη σημαντικότητα της επίδρασης που έχουν μόνες τους αλλά και σε συνδυασμό με την ιατροφαρμακευτική αγωγή, να τις συγκρίνει μεταξύ τους, και να συμπεράνει την αποτελεσματικότητα της κάθε τεχνικής στη σπαστικότητα. Εκτός από τις διατάσεις, την τεχνική Bobath και την τεχνική Brunnstrom που είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές αντιμετώπισης της σπαστικότητας, έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός πρόσφατων τεχνικών οι οποίες είναι: ο διακρανιακός μαγνητικός ερεθισμός, η θεραπεία παραγωγής κίνησης με περιορισμό του υγιούς άκρου, ο λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός, ο διαδερμικός ηλεκτρικός ερεθισμός και η PNF.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

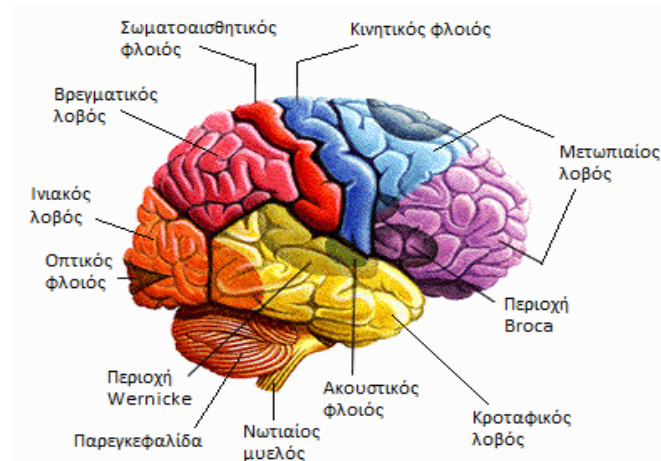
ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)

Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα αποτελείται από τον Εγκέφαλο και το Νωτιαίο μυελό.

Εγκέφαλος

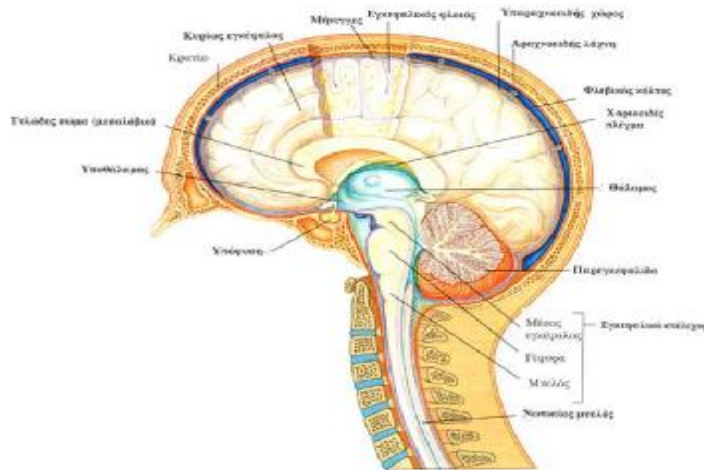
Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης στον εγκέφαλο μπορούν να διακριθούν πέντε ξεχωριστά τμήματα: α) ο τελικός εγκέφαλος, ο οποίος αποτελείται από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, τους μεταξύ τους συνδέσμους, υπό-φλοιώδεις πυρήνες και τις πλάγιες κοιλίες, β) ο διάμεσος εγκέφαλος όπου αποτελείται από το θάλαμο, τον υποθάλαμο, γ) ο μεσεγκέφαλος, δ) ο μετεγκέφαλος (οπίσθιος) που αποτελείται από τη γέφυρα και την παρεγκεφαλίδα και ε) ο έσχατος εγκέφαλος που αποτελείται από τον προμήκη μυελό (Paraskevas, 2008; Vasilopoulos et al, 2008). Ο εγκέφαλος διαχωρίζεται λειτουργικά από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, την παρεγκεφαλίδα και το εγκεφαλικό στέλεχος (Drake et al, 2007; Paraskevas, 2008). Τις επιφάνειες των εγκεφαλικών ημισφαιρίων διαπερνούν οι αύλακες, οι οποίες σχηματίζουν τις έλικες. Συγκεκριμένες αύλακες που μπορούν να χρησιμεύσουν ως ανατομικά οδηγία σημεία είναι η Πλάγια σχισμή (Sylvius) και η κεντρική αύλακα (Rolando) και χρησιμεύουν για τη διάκριση τεσσάρων λοβών (Εικ 1.1): α) του μετωπιαίου, β) του βρεγματικού, γ) του ινιακού, δ) του κροταφικού λοβού (FitzGerald et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008).



Εικόνα 1.1 Οι λοβοί του εγκεφάλου (<http://www.willamette.edu/~gorr/classes/cs449/brain.html>)

Ο μετωπιαίος λοβός είναι υπεύθυνος για τις εντολές που δίνονται για τις εκούσιες κινήσεις (κινητικός φλοιός) και για την αφαιρετική σκέψη, τη σχεδίαση μελλοντικών γεγονότων, τον έλεγχο της συμπεριφοράς και την προσωπικότητα του ατόμου (προκινητικός φλοιός). Ο βρεγματικός λοβός είναι υπεύθυνος για αισθήσεις όπως αφή, πίεση, πόνος, θερμοκρασία και γεύση. Στον ινιακό λοβό βρίσκεται το κέντρο της όρασης. Τέλος στον κροταφικό λοβό βρίσκεται το κέντρο της ακοής (Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008).

Εξωτερικά των ημισφαιρίων υπάρχει η φαιά ουσία, που αποτελείται από έναν αριθμό κυτταρικών σωμάτων, και εσωτερικά η λευκή ουσία που αποτελείται από νευρικές ίνες (Paraskevas et al, 2008). Επιπλέον στη λευκή ουσία υπάρχουν μερικά νευρικά κύτταρα που αποτελούν τους πυρήνες των ημισφαιρίων. Τα βασικά γάγγλια που είναι μέρος των πυρήνων των ημισφαιρίων αποτελούνται από το κέλυφος του κερκοφόρου πυρήνα, το φακοειδή πυρήνα, τον υποθαλάμιο πυρήνα, την ωχρά σφαίρα και τη μέλαινα ουσία (Εικ 1.2). Ο φακοειδής πυρήνας χωρίζεται από τον θάλαμο με την έσω κάψα, η οποία περιέχει ίνες που συνδέουν το φλοιό με το θάλαμο, το εγκεφαλικό στέλεχος και το νωτιαίο μυελό. Οι ίνες αυτές μπορεί να είναι είτε ανιούσες είτε κατιούσες (FitzGerald et al, 2007; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008).



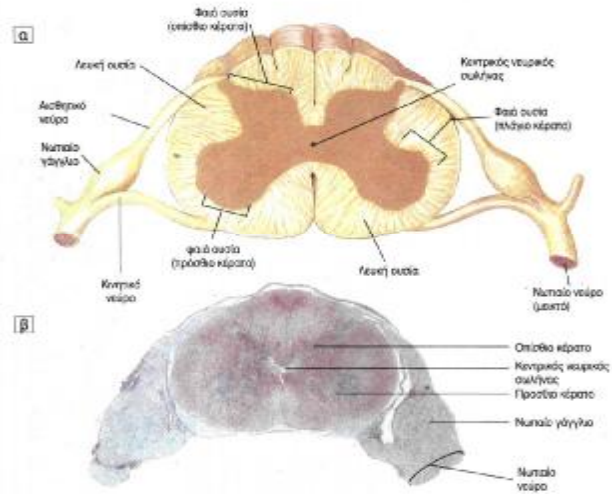
Εικόνα 1.2 Τα τμήματα που αποτελούν τον εγκέφαλο (<http://www.rhodes.aegean.gr>)

Η παρεγκεφαλίδα αποτελείται μορφολογικά από τα δύο ημισφαίρια και το σκώληκα που βρίσκεται μεταξύ τους. Εξωτερικά αποτελείται από τη φαιά ουσία και εσωτερικά από τη λευκή ουσία. Επίσης βρίσκεται πίσω από το εγκεφαλικό στέλεχος και με τρία σκέλη από κάθε πλευρά της συνδέεται με το μέσο εγκέφαλο, τη γέφυρα και τον προμήκη μυελό (Drake et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008).

Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελείται από κάτω προς τα πάνω από τον προμήκη μυελό, τη γέφυρα και το μεσεγκέφαλο (Vasilopoulos, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

Νωτιαίος μυελός

Ο Νωτιαίος μυελός έχει κυλινδρικό σχήμα και στο κέντρο του έχει τον κεντρικό μυελικό σωλήνα (Εικ 1.3). Στους ενήλικες εκτείνεται μέχρι τους πρώτους οσφυϊκούς σπονδύλους. Ο κεντρικός μυελικός σωλήνας περιβάλλεται από φαιά ουσία, η οποία περιέχει σώματα νευρικών κυττάρων που έχουν ένα χαρακτηριστικό σχήμα Η ή σχήμα πεταλούδας και διακρίνονται τέσσερις προεκτάσεις της, τα πρόσθια και τα οπίσθια κέρατα (Paraskevas, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012). Η λευκή ουσία περιβάλλει τη φαιά ουσία και διαθέτει πολλούς νευράξονες οι οποίοι σχηματίζουν ανιούσες και κατιούσες οδούς που μεταφέρουν κεντρομόλα ή φυγόκεντρα σήματα από και προς τον εγκέφαλο (Drake et al, 2007; FitzGerald et al, 2007; Vasilopoulos, 2008).



Εικόνα 1.3 Εγκάρσια διατομή του Νωτιαίου Μυελού στην οποία διακρίνονται τα πρόσθια και οπίσθια κέρατα και οι στιβάδες της φαιάς ουσίας (<http://ebooks.edu.gr>)

Οι κυριότερες οδοί του νευρικού συστήματος

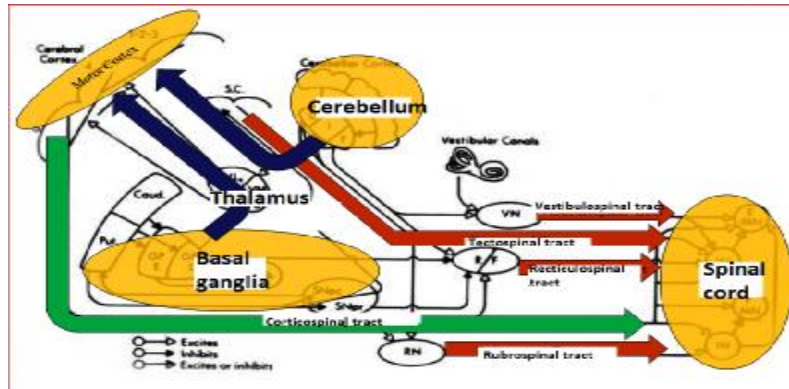
Ο Φλοιός του εγκεφάλου επικοινωνεί με την περιφέρεια (πχ μυς, δέρμα) μέσω της κινητικής ή φυγόκεντρης οδού. Αντίθετα δέχεται ερεθίσματα από το περιβάλλον μέσω της αισθητικής ή κεντρομόλας οδού.

Οι κύριες αισθητικές οδοί είναι το δεμάτιο οπίσθιας στήλης ή έσω λημνίσκου και το προσθιοπλάγιο δεμάτιο.

A) Το δεμάτιο οπίσθιας στήλης ή έσω λημνίσκου περιέχει πληροφορίες σχετικά με την πίεση, την αφή, τη δόνηση, τη διακριτική και λεπτή αφή και το αίσθημα θέσης των μελών στο χώρο (Victor & Ropper, 2003; Guyton, 2004; FitzGerald et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

B) Το προσθιοπλάγιο σύστημα περιέχει πληροφορίες από την περιφέρεια για την αδρή αφή και πίεση, την αίσθηση του θερμού - ψυχρού, του πόνου και την ιδιοδεκτικότητα των άκρων (Victor & Ropper, 2003; Guyton, 2004; FitzGerald et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

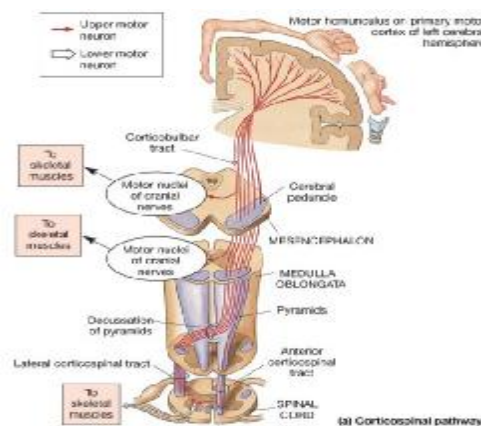
Οι κύριες κινητικές οδοί ή κατιόντα κινητικά δεμάτια (Εικ 1.4) είναι: α) το αυτόνομο δεμάτιο, β) το αμινεργικό δεμάτιο, γ) το ραφονωτιαίο δεμάτιο, το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο, δ) το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο, ε) το δικτυονωτιαίο δεμάτιο (ή εξωπυραμυδικό) και στ) το φλοιονωτιαίο δεμάτιο (ή πυραμιδικό) που θα συζητηθεί εκτενέστερα στη συγκεκριμένη εργασία (Victor & Ropper, 2003; Guyton, 2004; FitzGerald et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).



Εικόνα 1.4 Οι κυριότερες οδοί του νευρικού συστήματος (motor cortex:κινητικός φλοιός, thalamus:θάλαμος, Basal Ganglia:Βασικά Γάγγλια, cerebellum:παρεγκεφαλίδα, Spinal cord:Νωτιαίος μυελός, vestibulospinal tract:αιθουσονωτιαία οδός, Reticulospinal tract:δικτυωνωτιαία οδός, Corticospinal tract: φλοιονωτιαία οδός), <http://www.studyblue.com>

1.2 Φλοιονωτιαίο ή πυραμιδικό δεμάτιο

Η πυραμιδική οδός ξεκινάει από τον κινητικό φλοιό (πρωτεύων κινητικός φλοιός, προκινητικός, συμπληρωματική κινητική περιοχή). Οι ίνες στην αρχή συγκλίνουν σχηματίζοντας τον ακτινωτό στέφανο προτού διέλθουν από την έσω κάψα, στη συνέχεια οι ίνες κατέρχονται και διασχίζουν το στέλεχος και στο ύψος του προμήκη μυελού, στις πυραμίδες, χιάζεται και συνεχίζει προς τα κάτω την πορεία του και καταλήγει στην πλάγια δέσμη του ΝΜ αντίπλευρα της μεριάς του εγκεφάλου από την οποία ξεκίνησε (Εικ 1.5). Τέλος καταλήγει στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού (νωτιαίοι κινητικοί νευρώνες) (Victor & Ropper, 2003; Guyton, 2004; FitzGerald et al, 2007; Paraskevas, 2008; Vasilopoulos, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).



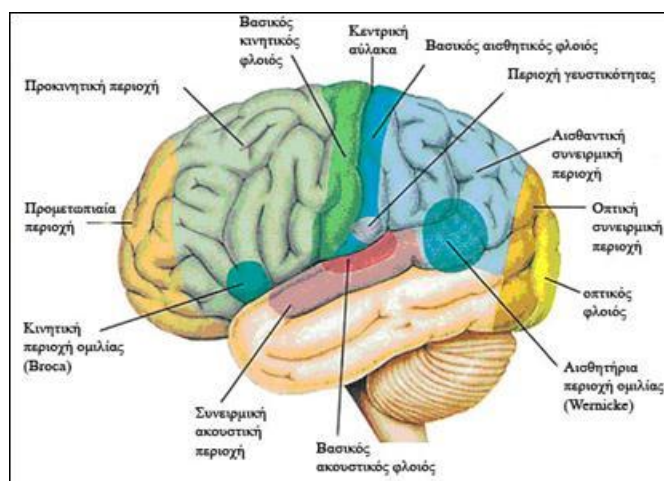
Εικόνα 1.5 Πορεία φλοιονωτιαίας οδού (Primary motor cortex: Πρωτεύων κινητικός φλοιός, mesencephalon: Μεσεγκέφαλος, Medulla Oblongata: Προμήκης μυελός, Pyramids: Πυραμίδες, Lateral corticospinal tract: πλάγια φλοιονωτιαία οδός, Spinal Cord: Νωτιαίος μυελός), από <http://brainmind.com>

Κεφάλαιο 2ο

2.1 Σύστημα κινητικού ελέγχου

Αυτό το σύστημα έχει τα παρακάτω μέρη (Εικ 2.1.1):

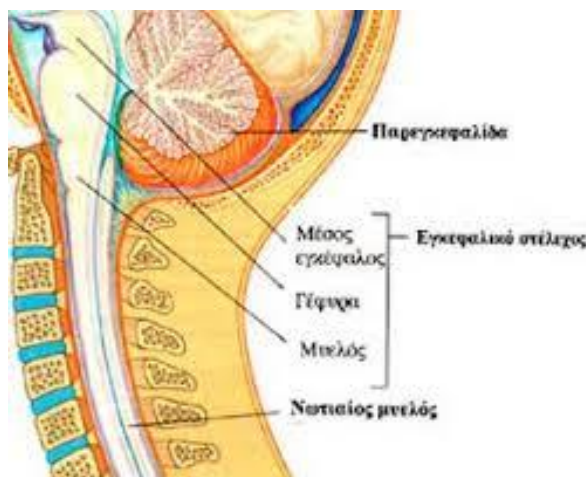
1. Ο εγκεφαλικός φλοιός σαν ένα σύνολο είναι ουσιώδης για να στέλνει αναλυτικά και να δίνει εντολές για την εκτέλεση κινήσεων μέσω α) της πρόσθιας κινητικής περιοχής που διαμορφώνει τις φλοιονωτιαίες (πυραμιδικές) οδούς, β) τον προκινητικό και συμπληρωματικό κινητικό φλοιό που είναι σημαντικοί στον προγραμματισμό των εκούσιων κινήσεων, γ) τον προμετωπιαίο φλοιό που σχεδιάζει στις προκινητικές και συμπληρωματικές κινητικές περιοχές και βοηθάει στο σχεδιασμό και τη διαχείριση της εκούσιας δραστηριότητας, δ) οι βρεγματικές φλοιώδεις περιοχές (5,7 κατά Brodmann) οι οποίες είναι σημαντικές στην καθοδήγηση της κίνησης, ε) τις συνειρμικές περιοχές που ενεργούν μέσω συνειδητών ή μη συνειδητών πληροφοριών και επίσης καθοδηγούν το κινητικό σύστημα (Victor & Ropper, 2003; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).



Εικόνα 2.1.1 Τα μέρη του κινητικού και αισθητικού φλοιού (<https://www.intensivecare.com.cy>)

2. Υποφλοιώδη κύτταρα–Βασικά γάγγλια (ραβδωτό σώμα, ωχρά σφαίρα, μέλαινα ουσία και υποθαλαμικός πυρήνας) και η παρεγκεφαλίδα είναι σημαντικά για τη διαχείριση του τόνου, της στάσης και τη συνεργασία της κίνησης.

3. Το εγκεφαλικό στέλεχος (Εικ 2.1.2) είναι ο μέγιστος σταθμός αναμετάδοσης ο οποίος είναι ενεργός μέσω των πυρήνων του, ειδικά τους γεφυρικούς και προμηκικούς δικτυονωτιαίους, τους προθλαμικούς και ερυθρούς πυρήνες στα αντανακλαστικά διάτασης του μυός, της στάσης και τις επαναλαμβανόμενες κινήσεις (Shumway-Cook & Woollacott, 2012).



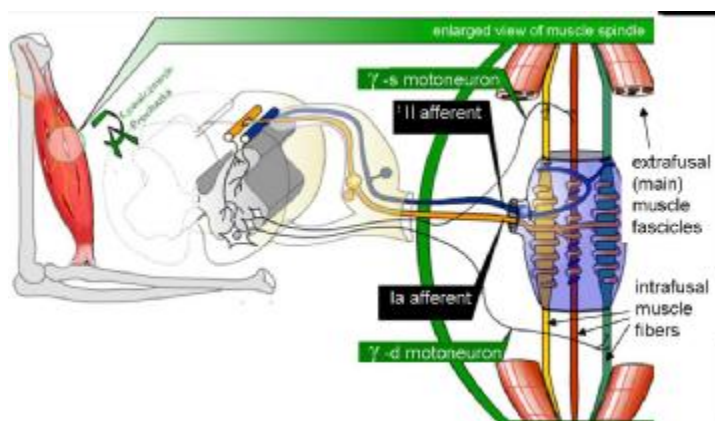
Εικόνα 2.1.2 Τα μέρη του εγκεφαλικού στελέχους: Μεσεγκέφαλος, Γέφυρα και προμήκης μυελός (<http://kyprianosev.blogspot.gr>)

4. Νωτιαίος μυελός: περιέχει τα τελικά κοινά μονοπάτια για την εκτέλεση της κίνησης και δρώντας μέσω ειδικών νευρωνικών κυκλωμάτων και κινητικών υποσυστημάτων. Περιλαμβάνει Α) την κινητική μονάδα, που αποτελείται από έναν κινητικό νευρώνα και όλους τους μύες που νευρώνει, η οποία είναι η λειτουργική μονάδα του ελέγχου του κινητικού συστήματος. Οι α κινητικοί νευρώνες είναι το τελικό κοινό μονοπάτι για τη δράση των σκελετικών μυών. Β) τα νωτιαία αντανακλαστικά: ενισχύουν την ικανότητα του ελέγχου του κινητικού συστήματος για τη συνεργαζόμενη κινητική δραστηριότητα (Vasilopoulos, 2008). Αυτά περιλαμβάνουν: το δερματικό αντανακλαστικό \Rightarrow όπως το αντανακλαστικό απόσυρσης, και το μυοτατικό αντανακλαστικό ή αντανακλαστικό διάτασης (Mukherjee & Chakravarty, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

2.2 Κινητικές λειτουργίες Νωτιαίου Μυελού

Οι κινητικές λειτουργίες εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Οι μυϊκοί υποδοχείς και τα μυϊκά αντανακλαστικά διάτασης: Η μυϊκή λειτουργία εξαρτάται από τη διέγερση των κινητικών νευρώνων των πρόσθιων κεράτων και από τη συνεχόμενη αισθητική ανατροφοδότηση από κάθε μυ στο νωτιαίο μυελό σχετικά με το μήκος και την ένταση του (Vasilopoulos, 2008). Οι μυϊκές άτρακτοι αποτελούνται από εξειδικευμένες ενδοκαψικές μυϊκές ίνες που δρουν ως υποδοχείς για να στείλουν την πληροφορία του μήκους του μυός ή την τιμή της αλλαγής του μήκους (Εικ 2.2.1). Τα τενόντια όργανα Golgi μεταβιβάζουν πληροφορίες σχετικά με την τάση του τένοντα ή την τιμή της αλλαγής της τάσης. Δυο τύποι αισθητικών απολήξεων υπάρχουν στην υποδεκτική περιοχή της μυϊκής ατράκτου (Mukherjee & Chakravarty, 2010). Ο πρωτεύων (ομάδα Ια εισαγόμενες ίνες) και ο δευτερεύων (ομάδα ΙΙ εισαγόμενες ίνες). Οι μεγάλες α εξερχόμενες ίνες νευρώνουν τις εξωκαψικές μωσσκελετικές ίνες και οι μικρές γ εξερχόμενες ίνες νευρώνουν τις ενδοκαψικές (ατρακτικές) ίνες (FitzGerald et al, 2007; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).



Εικόνα 2.2.1 Το μοντέλο της μυϊκής ατράκτου (extrafusal muscle fascicles: εξωκαψικές μυϊκές ίνες, γ motoneurons: γ- κινητικοί νευρώνες, II afferent: ΙΙ προσαγωγές ίνες, Ia afferent: Ια προσαγωγές ίνες, γ motoneurons: γ- κινητικοί νευρώνες, intrafusal muscle fibers: ενδοκαψικές ίνες), <http://en.wikipedia.org>

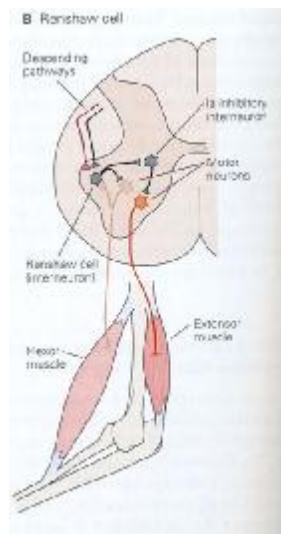
2. Το μυοτατικό αντανακλαστικό είναι λειτουργία της μυϊκής ατράκτου. Όποτε ένας μυς διαταθεί, οι διεγερμένες άτρακτοι προκαλούν αντανακλαστική σύσπαση του ίδιου του μυός και επίσης των συνεργών του (Vasilopoulos, 2008). Το δυναμικό μυοτατικό αντανακλαστικό προκαλείται από μια βίαιη διάταση του μυός και παράγεται από έναν ισχυρό ερεθισμό από τις Ια εισερχόμενες ίνες από τον πυρηνικό σάκο στην άτρακτο μέσω μονοσυναπτικού μονοπατιού (Mukherjee & Chakravarty, 2010). Το στατικό αντανακλαστικό μεσολαβεί από πυρηνικές αλυσιδωτές εκρήξεις (κυρίως της ομάδας ΙΙ εισαγόμενων ινών και επίσης μερικών ομάδων Ια εισαγόμενων ινών) δρώντας μέσω ενδιάμεσων νευρώνων στο ΝΜ, πχ. Πολυσυναπτικά (Nance, 2003; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

Ο μυϊκός τόνος παράγεται από τις μυϊκές ατράκτους δρώντας μέσω του μυοτατικού αντανακλαστικού. Ο μυϊκός τόνος είναι μία διαρκής μυϊκή δραστηριότητα που είναι απαραίτητη ως υπόβαθρο στην ενεργητική κίνηση προκειμένου να διατηρήσει τη βασική στάση του σώματος ιδιαίτερα ενάντια στις δυνάμεις της βαρύτητας. Όσο ο τόνος εναντιώνεται στην κίνηση και τείνει να διατηρήσει τους μύες στο μήκος ηρεμίας τους, τόσο χρειάζεται να αλλάξει στα στάδια κατά τη διάρκεια της κίνησης. Οι γ ίνες είναι ιδανικά κατάλληλες για αυτό και όταν μια εντολή στέλνεται στους α κινητικούς νευρώνες, οι γ επίσης διεγείρονται. Τότε συμβαίνει συν-ενεργοποίηση α και γ για να παραχθεί συστολή και των ενδοκαψικών και των εξωκαψικών ινών σύμφωνα με τις εντολές θέσης και δύναμης από τον εγκέφαλο στο ΝΜ.

Η κλινική εξαγωγή του μυοτατικού αντανακλαστικού γίνεται σε δυο τύπους: α) στατικά: από παθητική διάταση, β) δυναμικά: από συσπάσεις του μυός ή του τένοντα (Nance, 2003; FitzGerald et al, 2007; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2012).

3. Ενδιάμεσοι νευρώνες: Οι περισσότερες ενοποιητικές λειτουργίες του ΝΜ γίνονται μέσω των ενδιάμεσων νευρώνων. Οι ενδιάμεσοι νευρώνες που περιλαμβάνονται σε κάθε αντανακλαστικό μονοπάτιο διάτασης ή τμηματικά είναι διεγερτικά ή ανασταλτικά από κάποια περιφερικά ή κατιόντα συστήματα ινών. Τα συστήματα των ενδιάμεσων νευρώνων συμπεριλαμβάνονται σε ένα αντανακλαστικό τόξο διάτασης και στην παθοφυσιολογία της σπαστικότητας που θα συζητηθεί παρακάτω (Nance, 2003; Mukherjee & Chakravarty, 2010).

4. Κύτταρα Renshaw και επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση: Τα κύτταρα Renshaw βρίσκονται στη στιβάδα 7, η οποία είναι ανάμεσα στα πρόσθια και οπίσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού. Παράπλευρα ένας άξονας α κινητικού νευρώνα διεγείρει το κύτταρο Renshaw (Εικ 2.2.2). Αυτό με τη σειρά του αναχαιτίζει τον ίδιο και επίσης άλλους κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τους συνεργούς μύες (FitzGerald et al, 2007). Αυτό το μονοπάτι αναχαίτισης του «α κινητικός νευρώνας - κύτταρο Renshaw - α κινητικός νευρώνας» διαχειρίζεται ένα αρνητικό ανατροφοδοτικό κύκλωμα για να ελέγξει τη διέγερση του α κινητικού νευρώνα και λέγεται επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση (Mukherjee & Chakravarty, 2010). Επί πρόσθετα τα κύτταρα Renshaw αναχαιτίζουν τους γ κινητικούς νευρώνες και τους Ια αναχαιτιστικούς ενδιάμεσους νευρώνες (Nance, 2003; Venugopal, et al, 2011).



Εικόνα 2.2.2 Η αναχαιτιστική δράση των κυττάρων Renshaw στους α κιν. Νευρώνες (Descending pathways: Κατιόντα μονοπάτια, Ia inhibitory interneuron: Ια αναχαιτιστικός ενδιάμεσος νευρώνας, Motor neurons: Κινητικοί νευρώνες, Renshaw cell: Κύτταρο Renshaw, Flexor muscle: Καμπτήρας μυς, Extensor Muscle: Εκτείνων μυς), <http://www.studyblue.com>

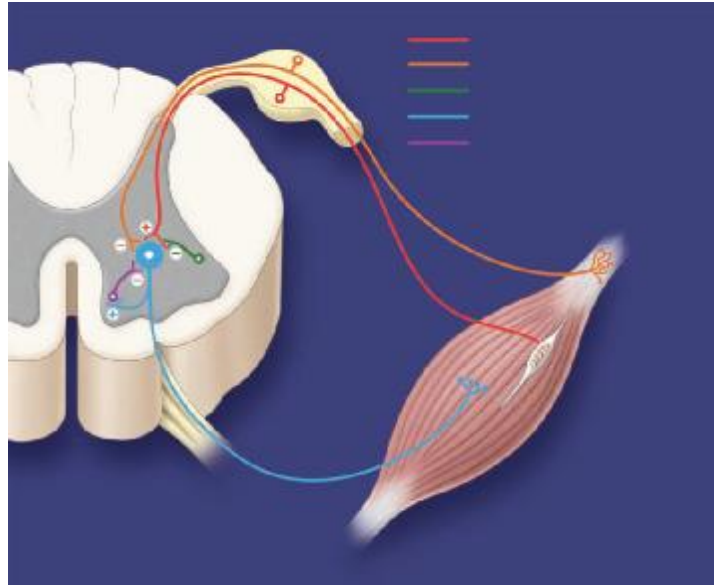
5.Αμοιβαία Ια αναχαίτιση: Η διάταξη ενός μύος δραστηριοποιεί Ια εισαγόμενα ερεθίσματα για να παράγει μονοσυναπτική διέγερση των ομόνυμων α κινητικών νευρώνων. Τότε συμβαίνει επιπλέον μια δυσυναπτική αναχαίτιση των α κινητικών νευρώνων που νευρώνουν τους ανταγωνιστές μύες (αμοιβαία αναχαίτιση). Είναι τώρα καθιερωμένο ότι οι Ια ενδιάμεσοι νευρώνες παράγουν ποικίλα αναχαιτιστικές και ευοδωτικές εισαγωγές από τμηματικά εισαγόμενα σήματα (πχ. Αισθητικές ώσεις από

τους καμπτήρες μύες) και υπερνωτιαίες κατιούσες οδούς, προερχόμενες από τον εγκέφαλο, όπως λαμβάνονται από τους α κινητικούς νευρώνες (Εικ 2.2.3). Αυτές οι εισαγωγές διεγείρουν τους α κινητικούς νευρώνες να συσπάσουν τους συνεργούς μύες και επίσης διεγείρουν τους αναχαιτιστικούς Ια ενδιάμεσους νευρώνες να αναστείλουν με τη σειρά τους α κινητικούς νευρώνες στους ανταγωνιστές μύες κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας του αντανακλαστικού διάτασης (Nance, 2003; FitzGerald et al, 2007; Mukherjee & Chakravarty, 2010).

6. Αναχαίτιση των εισαγόμενων ΙΙ ινών: Επιπρόσθετα με το ρόλο της ομάδας ΙΙ ινών στο αντανακλαστικό τόξο διάτασης, αυτές οι ίνες από τις δευτερεύουσες ατρακτικές απολήξεις είναι γνωστό ότι παράγουν αντανακλαστικό κάμψης ερεθίζοντας τους α κινητικούς νευρώνες κάμψης και αναχαιτίζοντας τους εκτεινόντες κινητικούς νευρώνες (Nance, 2003; Mukherjee & Chakravarty, 2010).

7. Μη αμοιβαία Ιβ αναχαίτιση: Οι Ιβ εισαγόμενες ίνες από τα τενόντια όργανα Golgi τελειώνουν στους Ιβ αναχαιτιστικούς ενδιάμεσους νευρώνες που συνάπτονται με τους α κινητικούς νευρώνες και στους αγωνιστές και τους ανταγωνιστές μύες (Εικ 2.2.3). Όπως τα κύτταρα Renshaw και τους ενδιάμεσους Ια αναχαιτιστικούς νευρώνες, οι Ιβ ενδιάμεσοι νευρώνες επίσης λαμβάνουν διάφορες τμηματικές και υπερνωτιαίες εισαγωγές. Η Ιβ αναχαίτιση είναι ένα κομμάτι από ένα πολύπλοκο σύστημα ρύθμισης της μυϊκής τάσης, για να ελέγξει τη στάση και την κίνηση (Nance, 2003; FitzGerald et al, 2007; Mukherjee & Chakravarty, 2010).

8. Προσυναπτική αναχαίτιση: Το εύρος που δημιουργείται σε έναν κινητικό νευρώνα σε απάντηση στον Ια εισαγόμενο ερεθισμό μειώνεται εάν εμφανιστεί πρόωμη εκπόλωση από αυτή την Ια εισαγόμενη ίνα μέσω σύναψης αξόνων με έναν εξειδικευμένο ενδιάμεσο νευρώνα. Οι εξειδικευμένοι ενδιάμεσοι νευρώνες που περιλαμβάνονται σε αυτήν την πορεία της προσυναπτικής αναχαίτισης, είναι επίσης ελεγχόμενοι από κατιόντα μονοπάτια (Εικ 2.2.3). Αυτό επιτρέπει αυτόματη διακοπή μη ασήμαντων εισαγόμενων πληροφοριών στο NM (Nance, 2003; FitzGerald et al, 2007; Mukherjee & Chakravarty, 2010).



Εικόνα 2.2.3 Οι ωτιαίοι μηχανισμοί αναχαίτισης, Κόκκινη γραμμή: Η προσυναπτική αναχαίτιση Ia και η αναχαίτιση των εισαγόμενων ινών II, Πορτοκαλί γραμμή: Η μη αμοιβαία Ib αναχαίτιση με τους Ib ενδιάμεσους νευρώνες, Πράσινη γραμμή: Η αμοιβαία Ia αναχαίτιση των ενδιάμεσων νευρώνων (αναχαίτιση των ανταγωνιστών μυών), Μωβ γραμμή: Η επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση με τα κύτταρα Renshaw (Το αναχαιτιστικό κύκλωμα α κιν. Νευρώνας- Κύτταρο Renshaw- α κιν. Νευρώνας) Τροποποίηση από Lalith, 2003)

Κεφάλαιο 3^ο

Σπαστικότητα - Παθοφυσιολογία και παθήσεις

3.1 Σπαστικότητα

Η σπαστικότητα είναι ένα νευρολογικό σύμπτωμα λόγω της διακοπής των κινητικών μονοπατιών που κατεβαίνουν από τον εγκέφαλο στο εγκεφαλικό στέλεχος και το Νωτιαίο Μυελό (Yates et al, 2011; Gaverth et al, 2013). Η σπαστικότητα χαρακτηρίζεται από μία ταχοεξαρτώμενη αύξηση στην αντίσταση όταν οι μύες είναι παθητικά διατεταμένοι (Wu et al, 2005; Biering-Sorensen et al, 2006; Yates et al, 2011; Tseng & Shields, 2012).

Ο βαθμός της σπαστικότητας μάλλον ποικίλλει από ήπια σκληρότητα των μυών μέχρι σοβαρή, επώδυνη και με μη ελεγχόμενους μυϊκούς σπασμούς (Biering-Sorensen et al, 2006; Patel, 2011). Η σπαστικότητα μπορεί να συνδυαστεί με πόνο που καθιστά ανικανότητα και μπορεί μερικές φορές να οδηγήσει σε μόνιμες συσπάσεις και ίσως τελικά επίπτωση στη στάση και παραμορφώσεις των αρθρώσεων (Patel, 2011).

3.2 Παθοφυσιολογία της σπαστικότητας

Τα αίτια ύπαρξης της σπαστικότητας οφείλονται σε πολλούς διαφορετικούς μηχανισμούς. Μία αλλαγή στη διεγερσιμότητα σε κάποιο υπερνωτιαίο αναχαιτιστικό νευρικό μονοπάτι ή στις προσαρμογές του Νωτιαίου Μυελού που προκύπτουν λόγω των μεταβολών από τη βλάβη θεωρείται ως η κύρια εξήγηση (Rekand et al, 2012; Bakir et al, 2013; Gaverth et al, 2013). Υπάρχουν τρία σημεία που εφόσον υποστούν βλάβη, τα οποία έχει αποδειχτεί ότι επιφέρουν σπαστικότητα: 1) το εγκεφαλικό στέλεχος, 2) ο εγκεφαλικός φλοιός (πρωτεύων, δευτερεύουσα και συμπληρωματική κινητική περιοχή) και 3) Νωτιαίος Μυελός - πυραμιδική οδός (Latash et al, 2010; Yelnik et al, 2010; Venugopal et al, 2011; Thibaut et al, 2012).

Παραδείγματα μηχανισμών στους οποίους μπορεί να οφείλεται η σπαστικότητα είναι οι υπερνωτιαίοι μηχανισμοί και οι νωτιαίοι αναχαιτιστικοί μηχανισμοί (Rekand et al, 2012; Bakir et al, 2013; Gaverth et al, 2013).

Οι υπερνωτιαίοι μηχανισμοί είναι οι κατιούσες οδοί οι οποίες ελέγχουν τα νωτιαία αντανακλαστικά συγκλίνοντας μαζί με πρωτεύουσες περιφερικές προσαγωγές ίνες σε κοινή πηγή ενδιάμεσων νευρώνων προβάλλοντας στους κινητικούς νευρώνες (Tseng & Shields, 2012). Ανισορροπία της κατιούσας αναχαιτίσεως στα μυοτατικά αντανακλαστικά είναι η αιτία της σπαστικότητας (Nance et al, 2003; Wu et al, 2005). Υπάρχουν πέντε κατιούσες οδοί, από αυτές η φλοιονωτιαία οδός πηγάζει από τον εγκεφαλικό φλοιό. Οι άλλες τέσσερις προέρχονται από στενά γειτονικά σημεία του εγκεφαλικού στελέχους και αυτά είναι τα: Δικτυονωτιαία, αιθουσονωτιαία, ερυθρονωτιαία, τετραδυμονωτιαία. Σε σπαστικό παρετικό σύνδρομο τα τρία σημαντικά μονοπάτια είναι: το φλοιονωτιαίο, το δικτυονωτιαίο και το αιθουσονωτιαίο (Mukherjee & Chakravarty, 2010; Gaverth et al, 2013).

1. Το φλοιονωτιαίο μονοπάτι: Όταν η βλάβη που υπάρχει αφορά τις προκινητικές και συμπληρωματικές κινητικές περιοχές αλλά και τον κινητικό φλοιό μπορεί να προκληθεί σπαστικότητα (Biering-Sorensen et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010). Οι ίνες είναι υπεύθυνες για τη σπαστικότητα της πυραμιδικής οδού στο

δικτυωτό σχηματισμό του εγκεφαλικού στελέχους - φλοιοδικτυωτό μονοπάτι (Wu et al, 2005). Βλάβες στο πρόσθιο άκρο της έσω κάψας προκαλούν σπαστικότητα, καθώς οι ίνες διέρχονται από τη συμπληρωματική κινητική περιοχή μέσω του πρόσθιου άκρου της (Nance et al, 2003; Tseng & Shields, 2012; Gaverth et al, 2013).

2. Φλοιοδικτυωτό μονοπάτι και ραχιαία δικτυονωτιαία οδός: Ο δικτυωτός σχηματισμός του εγκεφαλικού στελέχους είναι ενεργός ως ένα ισχυρό αναχαιτιστικό κέντρο για να ρυθμίσει το μυϊκό τόνο και τον ελεγκτικό τόνο των φλοιοκινητικών περιοχών μέσω αυτού του κέντρου (Wu et al, 2005; Biering-Sorensen et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010). Βλάβες στην προκινητική περιοχή (μετωπιαίος λοβός) ή έσω κάψας μειώνουν τον έλεγχο πάνω από το προμηκικό κέντρο παράγοντας υπερτονικότητα (Tseng & Shields, 2012; Gaverth et al, 2013).

Η ραχιαία δικτυονωτιαία οδός βρίσκεται στο κοιλιακό τμήμα της πλευρικής γραμμής του νωτιαίου μυελού και μεταφέρει την αναχαιτιστική επίδραση από το προμηκικό κέντρο (Biering-Sorensen et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Tseng & Shields, 2012). Όταν καταστρέφεται το ραχιαίο δικτυονωτιαίο μονοπάτι, απελευθερώνεται το φαινόμενο των καμπτικών αντανακλαστικών και παρουσιάζονται καμπτικοί σπασμοί (Nance et al, 2003; Wu et al, 2005; Gaverth et al, 2013). Οι σπασμοί μπορούν να παραχθούν από ευοδωτικά πολυσυναπτικά αντανακλαστικά όπως το καμπτικό αντανακλαστικό απόσυρσης, ή μπορεί να αντανακλούν μη φυσιολογική δραστηριότητα μέσα στα κυκλώματα του NM, που έχουν ένα αποτέλεσμα συγχρονισμού της ενεργοποίησης των κινητικών νευρώνων που αφορούν πολλαπλούς μυς (Thompson et al, 2005).

3. Αιθουσονωτιαίο μονοπάτι: Η αιθουσονωτιαία οδός είναι μία κατιούσα κινητική οδός που πηγάζει από σύστοιχους αιθουσονωτιαίους πυρήνες και είναι αχίαστη. Η οδός καταλήγει κυρίως σε ενδιάμεσους νευρώνες αλλά επίσης διεγείρει και κινητικούς νευρώνες μονοσυναπτικά (Gaverth et al, 2013). Αυτό το ευοδωτικό μονοπάτι βοηθάει να διατηρηθεί η στάση και η στήριξη ενάντια στη βαρύτητα και έτσι ελέγχει τους εκτεινόντες πιο πολύ από τους καμπτήρες (Tseng & Shields, 2012; Wu et al, 2005). Σε βλάβη του μονοπατιού αυτού η εμφάνιση σπαστικότητας είναι λιγότερο συχνή (Nance et al, 2003; Biering-Sorensen et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010).

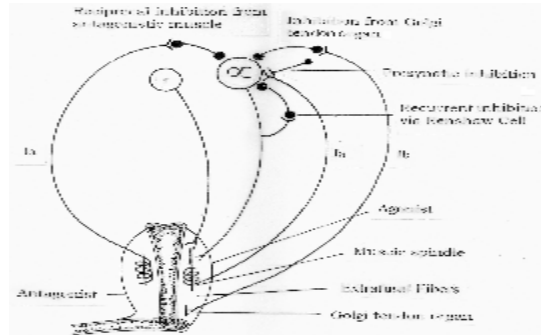
4. Μέση δικτυονωτιαία οδός: Μέσω αυτής της οδού ο δικτυωτός σχηματισμός ασκεί

ενισχυτική επίδραση στη σπαστικότητα. Αντίθετα με τη ραχιαία δικτυονωτιαία οδό, δεν επηρεάζεται από τον ερεθισμό του κινητικού φλοιού ή της έσω κάψας (Mukherjee & Chakravarty, 2010; Tseng & Shields, 2012; Gaverth et al, 2013). Αυτό το μονοπάτι είναι πιο σημαντικό από το αιθουσονωτιαίο μονοπάτι για τη διατήρηση του σπαστικού εκτατικού τόνου διότι ρυθμίζει τον τόνο των αντιβαρικών μυών και σε βλάβη της μπορεί να προκαλέσει διαταραχή στους αναχαιτιστικούς μηχανισμούς των ανταγωνιστών (Nance et al, 2003; Wu et al, 2005; Biering-Sorensen et al, 2006; Baker, 2011).

Οι νωτιαίοι αναχαιτιστικοί μηχανισμοί οι οποίοι συντελούν στο να εμφανισθεί σπαστικότητα εάν υποστούν βλάβη είναι:

1. Αμοιβαία Ια αναχαίτιση: Η αμοιβαία Ια αναχαίτιση εμποδίζει τον ερεθισμό των ανταγωνιστών κατά τη διάρκεια του μυοτατικού αντανακλαστικού ή κατά τη διάρκεια της εκούσιας κίνησης, ενισχύεται η δράση των αγωνιστών και παρεμποδίζεται η πιθανότητα συ-σύσπασης. Μία δυσλειτουργία στο μηχανισμό αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μία αυξημένη συ-σύσπαση και αδυναμία της εκούσιας κίνησης (Nance et al, 2003; Crone et al, 2004; Thompson et al, 2005; Lorentzen, 2010; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Yates et al, 2011; Bhagchandani & Schindler-Ivens, 2012; Thibaut et al, 2012; Gaverth et al, 2013).

2. Επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση κυττάρων Renshaw: Όταν οι α-κινητικοί νευρώνες ερεθίζονται τότε ερεθίζεται και ένα κύτταρο Renshaw το οποίο με τη σειρά του αναχαιτίζει το διεγερμένο κινητικό νευρώνα (Εικ 3.2.1). Επειδή το κύτταρο Renshaw αναχαιτίζει τους Ια αναχαιτιστικούς ενδιάμεσους νευρώνες αλλά και τους α-κινητικούς νευρώνες των αγωνιστών μυών, η αυξημένη δραστηριότητα του κυττάρου Renshaw μπορεί να συμβάλλει στη σπαστικότητα λόγω μείωσης της αναχαιτιστικής δράσης στους Ια ενδιάμεσους νευρώνες (Nance et al, 2003; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Venugopal et al, 2011; Yates et al, 2011; Tseng & Shields, 2012). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη αντανακλαστική διεγερσιμότητα (Adams & Hicks, 2005).



Εικόνα 3.2.1 Τα νωτιαία μονοπάτια τα οποία είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη σπαστικότητας (Τροποποίηση από Mukherjee & Chakravarty, 2010)

3. **Μη-αμοιβαία Ιβ αναχαίτιση:** Ο ερεθισμός των Ιβ προσαγωγών ιών που προκύπτει από τον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων οδηγεί σε μία αναχαίτιση του σύστοιχου κινητικού νεύρου και των συνεργών του και στην ευόδωση των ανταγωνιστικών κινητικών νευρώνων (Crone et al, 2004). Έχει βρεθεί ότι άτομα με βλάβη στον ανώτερο κινητικό νευρώνα έχουν μειωμένη έως και καθόλου μη αμοιβαία Ιβ αναχαίτιση λόγω της αυξημένης ευόδωσης (Nance et al, 2003; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Bhagchandani & Schindler-Ivens, 2012; Thibaut et al, 2012).

4.**Προσυναπτική αναχαίτιση:** Η προσυναπτική Ια αναχαίτιση μεσολαβεί δια μέσου ενός μηχανισμού που δρα με νευροδιαβιβαστική ουσία το γ-αμινοβουτυρικό οξύ, ο οποίος μειώνει την επίδραση της απελευθέρωσης του Ια διαβιβαστή από τις Ια απολήξεις στον κινητικό νευρώνα (Εικ 3.2.1). Η έλλειψη της προσυναπτικής αναχαίτισης απολήγει σε μειωμένη παραγωγή και μεταφορά του γ αμινοβουτυρικού οξέος στο πρόσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού (Adams & Hicks, 2005; Damiano et al, 2009). Η έλλειψη αυτή οδηγεί σε μεταβολή των συναπτικών εισροών και των ιδιοτήτων της μεμβράνης του μετασυναπτικού νευρώνα (Damiano et al, 2009).

Εάν υπάρξει μείωση του φυσιολογικού τονικού επιπέδου της προσυναπτικής αναχαίτισης τότε θα είναι αυξημένη η απάντηση στους α-κινητικούς νευρώνες και θα προκληθεί σπαστικότητα (Nance et al, 2003; Biering-Sorensen et al, 2006; Lorentzen, 2010; Yates et al, 2011; Bhagchandani & Schindler-Ivens, 2012).

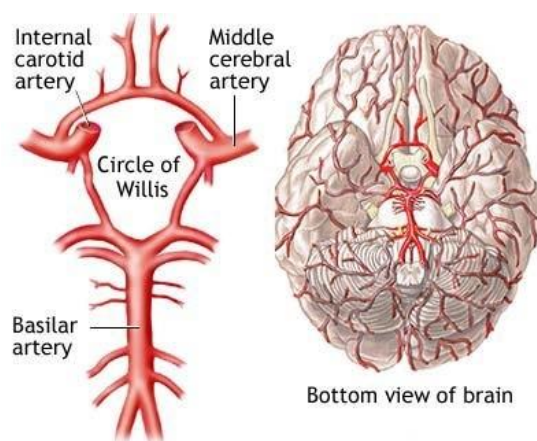
5.Αναχαίτιση προσαγωγών ιών II: Μια ισχυρή ευόδωση από τις ίνες II προς τους κινητικούς νευρώνες μπορεί να συμβάλλει στη σπαστικότητα, λόγω της μειωμένης αναχαίτισης του μονοπατιού της ομάδας II ιών που μπορεί να οδηγήσει σε υπερδιεγερσιμότητα στα νωτιαία και υπερνωτιαία κέντρα (Dietz & Sinkjaer, 2007). Επιπλέον η συν-ενεργοποίηση ιών Ia και II που προκαλείται από μία αλλαγή του κατιόντος ελέγχου επιφέρουν υπερδραστηριότητα στο μυοτατικό αντανακλαστικό που οδηγεί σε σπαστικότητα (Marque et al, 2004; Mukherjee & Chakravarty, 2010). Μετά από μία επαναλαμβανόμενη διάταση, και ο τύπος Ia και ο II προσαγωγών ιών συνάπτεται με τους ενδιάμεσους νευρώνες μέσα στο πρόσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού. Οι συνάψεις των ενδιάμεσων νευρώνων με τους α κινητικούς νευρώνες ευοδώνουν τη σύσπαση στο μυ που διατείνεται (Adams & Hicks, 2005).

3.3 Παθήσεις που εμφανίζεται σπαστικότητα

Η σπαστικότητα ως σύμπτωμα μιας πυραμιδικής βλάβης συναντάται σε συγκεκριμένες παθήσεις. Αυτές είναι χαρακτηριστικά οι εξής: 1) Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο(ΑΕΕ), 2) Σκλήρυνση κατά πλάκας ή Πολλαπλή Σκλήρυνση (ΣΚΠ), 3) Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις (ΚΕΚ), 4) Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού, 5) Εγκεφαλική Παράλυση (ΕΠ).

1.Αγγειακό Εγκεφαλικό επεισόδιο

Το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο είναι βλάβη λόγω της διαταραγμένης κυκλοφορικής λειτουργίας στον εγκέφαλο και διαχωρίζεται σε ισχαιμικού τύπου (όταν ένας θρόμβος ή έμβολο διακόψει την κυκλοφορία του αίματος στο αγγείο προκαλώντας ισχαιμία στην περιοχή που αδρεύει το αγγείο) και αιμορραγικού τύπου (όταν ένα αγγείο ρυγνύεται και το αίμα από το αγγείο συσσωρευτεί) με βάση τον τρόπο εμφάνισής τους (Vasilopoulos & Kalfakis, 2008). Το ισχαιμικό ΑΕΕ διαχωρίζεται σε καρωτιδικού και σπονδυλοβασικού συστήματος (Εικ 3.3.1). Το ισχαιμικό ΑΕΕ καρωτιδικού συστήματος μπορεί να οφείλεται 1) σε απόφραξη της πρόσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας, 2) Απόφραξη της μέσης αρτηρίας (Vasilopoulos & Kalfakis, 2008; Carr & Shepherd, 2004), 3) Απόφραξη της έσω καρωτίδας (Carr & Shepherd, 2004; Vasilopoulos & Kalfakis, 2008).

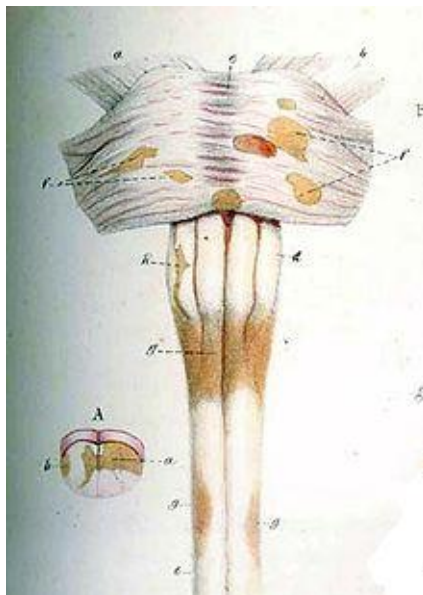


Εικόνα 3.3.1Απεικόνιση έσω καρωτίδας αρτηρίας, μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας και Βασικής αρτηρίας (<http://www.nlm.nih.gov>)

Τα κύρια συμπτώματα σε ισχαιμικό ΑΕΕ είναι: Τετραπληγία, κώμα, μύση στη κόρες των ματιών, έλλειψη κινητικότητας στον κορμό, τα άκρα και την κεφαλή (Vasilopoulos & Kalfakis, 2008; FitzGerald et al, 2009). Τα κύρια συμπτώματα που εμφανίζονται σε αιμορραγικό ΑΕΕ είναι: Κεφαλαλγία, έμετοι, διαταραχή συνείδησης, αυχενική δυσκαμψία τύπου μηνιγγισμού, ημιπάρεση και κωματώδης κατάσταση (FitzGerald et al, 2007; Vasilopoulos & Kalfakis, 2008).

2.Σκλήρυνση Κατά Πλάκας ή Πολλαπλή Σκλήρυνση

Η Σκλήρυνση κατά Πλάκας είναι μια απομυελινωτική πάθηση του Κεντρικού νευρικού συστήματος με σοβαρά νευρολογικά ελλείμματα και επηρεάζει άτομα νεαρής ηλικίας. Εμφανίζεται κυρίως στο γυναικείο πληθυσμό με μια σχέση 2:1 σε σχέση με τους άνδρες. Η Σκλήρυνση κατά Πλάκας οφείλεται σε έναν άγνωστο παράγοντα που σε γενετικά προδιαθεσικούς ασθενείς προκαλεί στο κεντρικό νευρικό σύστημα αυτοάνοση αντίδραση. Αρχικά δημιουργούνται απομυελινωτικές πλάκες στη λευκή ουσία. Η πορεία της νευρικής ώσης αναστέλλεται λόγω της φλεγμονής που έχει δημιουργηθεί (Εικ 3.3.2). Μετά από μερικό χρονικό διάστημα οι απομυελινωτικές πλάκες αντικαθίστανται από ουλώδη ιστό νευρογλοίας.

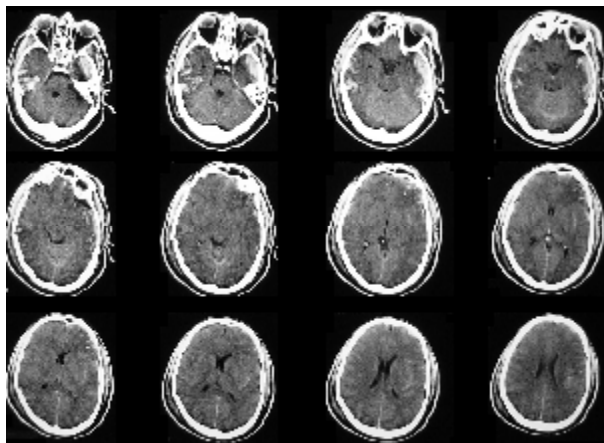


Εικόνα 3.3.2 Σχηματισμός απομυελινωτικών πλακών στο στέλεχος (<http://en.wikipedia.org>)

Εάν η βλάβη εντοπιστεί στον ανώτερο κινητικό νευρώνα τότε θα εμφανιστεί αδυναμία (πάρεση, πληγία) και σπαστικότητα (Vasilopoulos & Tsakanikas, 2008). Συνήθως, σε βλάβη της πυραμιδικής οδού παρατηρείται πάρεση στο ένα ή και τα δύο κάτω άκρα (FitzGerald et al, 2009). Η σπαστικότητα είναι δύσκολο να διαφοροδιαγνωσθεί από την αντανακλαστική υπερδραστηριοποίηση και την αντίσταση από τους ίδιους τους μύες (Carr & Shepherd, 2004). Όταν επηρεάζεται ο Νωτιαίος Μυελός προκαλείται αδυναμία και στα δύο κάτω άκρα (Carr & Shepherd, 2004).

3.Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις

Οι Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις συνήθως οφείλονται στην εφαρμογή άμεσων ή έμμεσων δυνάμεων που ασκούνται κατά τη διάρκεια μιας πλήξης της κεφαλής (Carr & Shepherd, 2004; Vasilopoulos & Triantafyllou, 2008). Οι μηχανισμοί της εγκεφαλικής βλάβης μπορούν να διαχωριστούν σε ενδοκρανιακούς και εξωκρανιακούς. Οι ενδοκρανιακοί μηχανισμοί της εγκεφαλικής βλάβης διαχωρίζονται σε πρωτογενή και δευτερογενή βλάβη. Οι τύποι στους οποίους μπορούμε να διαχωρίσουμε τις Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις είναι: το κάταγμα κρανίου, η εγκεφαλική διάσειση, η εγκεφαλική θλάση και η εγκεφαλική ρήξη (Εικ 3.3.3).



Εικόνα 3.3.3 Εικόνα εγκεφαλικής ρήξης (<http://www.eleftheria.gr>)

Τα προβλήματα στην κινητικότητα μετά από μία Κρανιοεγκεφαλική Κάκωση μπορούν να σχετιστούν με παράλυση, αδυναμία, σπαστικότητα. Μία κάκωση στο κρανίο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον εγκέφαλο λόγω της πίεσης που του ασκείται με αποτέλεσμα τη μη σωστή λειτουργία του. Σε περίπτωση βλάβης των σημείων που είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της κίνησης πχ. Κινητικός φλοιός, εγκεφαλικό στέλεχος δημιουργείται διαταραχή στον έλεγχο της εκούσιας κίνησης, άρα και ύπαρξη

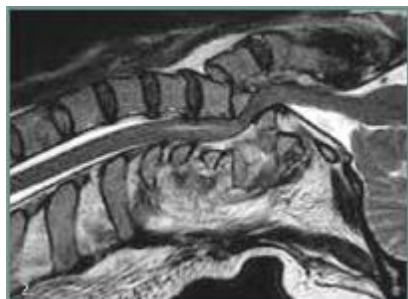
σπαστικότητα. Ο συνδυασμός όλων αυτών με το κώμα είναι κάτι που αναγκάζει τον ασθενή να παραμείνει κλινήρης, άρα να ακινητοποιηθεί με αποτέλεσμα οι προσαρμογές που θα προκύψουν όπως μυϊκές ατροφίες και συγκάμψεις να είναι πολύ σοβαρές (Carr & Shepherd, 2004).

4.Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού

Οι τραυματισμοί στο Νωτιαίο Μυελό συνήθως είναι αποτέλεσμα ατυχημάτων και συχνά συνυπάρχει με κακώσεις στη σπονδυλική στήλη (Victor & Ropper, 2003; FitzGerald et al, 2007). Μια κάκωση στη σπονδυλική στήλη θα μπορούσε να συμβεί από κατακόρυφη συμπίεση της σπονδυλικής στήλης με ταυτόχρονη κάμψη ή υπερέκταση. Επίσης μπορούν να συνυπάρχουν με κρανιοεγκεφαλική κάκωση. Ο Νωτιαίος Μυελός μπορεί εύκολα να τραυματισθεί εάν σε μια σοβαρή σπονδυλική κάκωση με ταυτόχρονο μηχανισμό κάμψης το ανώτερο σπονδυλικό σώμα πλήττει το κατώτερο και προκύπτει τραυματισμός του και ταυτόχρονη ρήξη των παρακείμενων συνδέσμων (Εικ 3.3.4). Επίσης σε κακώσεις με μηχανισμό υπερέκτασης προκαλείται εξάρθρωμα διότι η μεγαλύτερη πίεση ασκείται στις οπίσθιες δομές των σπονδυλικών σωμάτων οι οποίες μπορεί να υποστούν κάταγμα. Ταυτόχρονα μεγάλη ένταση ασκείται και στους πρόσθιους συνδέσμους (Victor & Ropper, 2003).

Ένας τραυματισμός στο νωτιαίο μυελό επιφέρει καταστροφή μερική ή πιο εκτεταμένη στη φαιά και τη λευκή ουσία του νωτιαίου μυελού και ποικίλου βαθμού αιμορραγία (Victor & Ropper, 2003). Έτσι ο τραυματισμός προκαλεί μείωση των αναχαιτιστικών μηχανισμών στα ερεθίσματα που προέρχονται από τον εγκέφαλο και υπερευαισθησία των αισθητικών υποδοχέων η οποία προκαλεί αύξηση των αισθητικών ερεθισμάτων. Ο συνδυασμός και των δύο μηχανισμών προκαλεί υπερδιεγερσιμότητα των κινητικών νευρώνων, επομένως σπαστικότητα (Elbasiouny et al, 2010). Η εικόνα ενός ατόμου που έχει υποστεί κάκωση στο νωτιαίο μυελό ποικίλλει ανάλογα το βαθμό και το σημείο της βλάβης που έχει υποστεί. Όταν προκαλείται μία πλήρης διατομή στο νωτιαίο μυελό επέρχονται κάποιες λειτουργικές διαταραχές οι οποίες είναι: η πλήρης χαλαρότητα και απώλεια εκούσιου ελέγχου κάτω από το σημείο της βλάβης, παντελής έλλειψη αισθητικότητας, απώλεια έκλυσης αντανακλαστικών. Σε διατομή νωτιαίου μυελού διαχωρίζουμε δύο στάδια: το στάδιο του νωτιαίου σοκ, και το στάδιο της έντονης αντανακλαστικής δραστηριότητας. Μελέτες αναφέρουν ότι η εμφάνιση

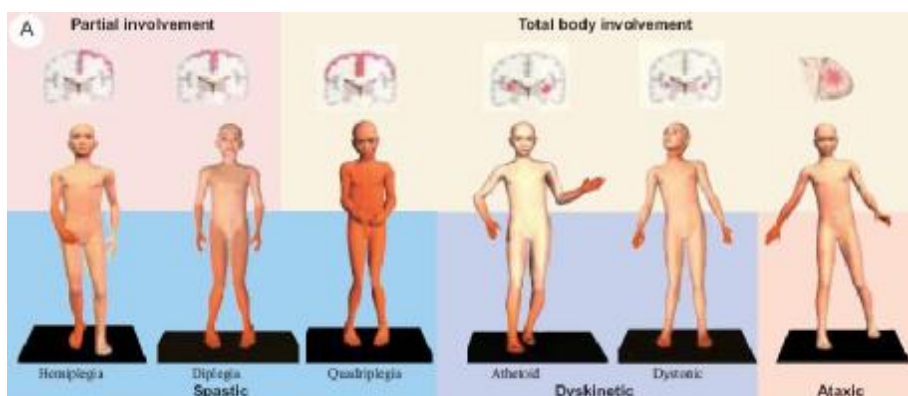
σπαστικότητα σε κάκωση νωτιαίου μυελού οφείλεται στη μείωση των νωτιαίων αναχαιτιστικών μονάδων και σε αύξηση της δραστηριότητας των γ κινητικών νευρώνων, που ελέγχουν την ευαισθησία των μυϊκών ατράκτων και που προκαλούν αυξημένη υπεραντακλασιμότητα (Victor & Ropper, 2003; Elbasiouny et al, 2010).



Εικόνα 3.3.4 Κάκωση Νωτιαίου μυελού (<http://www.hygeia.gr>)

5.Εγκεφαλική παράλυση

Με τον όρο εγκεφαλική παράλυση εννοούμε ένα σύνολο αναπτυσσόμενων κινητικών και στασικών δυσλειτουργιών που περιορίζουν τη δραστηριότητα, οι οποίες εμφανίζονται λόγω μη-προοδευτικών διαταραχών στον μη ανεπτυγμένο ακόμη εγκέφαλο του παιδιού ή του νεογνού (Tilton et al, 2006; Ranatuga, 2011; Colovic et al, 2012). Οι τύποι της εγκεφαλικής παράλυσης ανάλογα την έκταση που καταλαμβάνει η βλάβη στον εγκέφαλο μπορούν να διαχωριστούν ως: τετραπληγία, παραπληγία, διπληγία, μονοπληγία και τριπληγία δηλαδή (Εικ 3.3.5). Οι δομές στις οποίες δημιουργείται βλάβη και έχει ως συνέπεια τη σπαστικότητα είναι: Ο κινητικός φλοιός, το εγκεφαλικό στέλεχος και ο νωτιαίος μυελός (Behzadi et al, 2014).



Εικόνα 3.3.5 Κλινική εικόνα Εγκεφαλικής Παράλυσης ανάλογα με την έκταση και την περιοχή της βλάβης (<http://www.medicalindiatourism.com>)

Στη σπαστική εγκεφαλική παράλυση παρουσιάζονται κάποια κλινικά χαρακτηριστικά όπως κλόνος, σπασμοί υπερτονία τύπου στιλέτου, ανώμαλα στασικά πρότυπα (προσβάλλονται κυρίως οι αντιβαρικοί μύες όπως οι καμπτήρες των άνω άκρων και οι εκτείνοντες των κάτω άκρων) και παραμορφώσεις οι οποίες δημιουργούνται λόγω: 1) των αδύναμων ανταγωνιστών των σπαστικών μυών. Αυτό συμβαίνει διότι οι αδύναμοι ανταγωνιστές μύες δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τη δράση των σπαστικών μυών. 2) Επίσης παρατηρούνται παραμορφώσεις λόγω του ότι οι υπερτονικοί μύες έχουν την τάση να αναγκάζουν τις αρθρώσεις να διατηρούν θέσεις οι οποίες αποκλίνουν του φυσιολογικού. 3) Άλλη μια αιτία για παραμορφώσεις είναι η υπεραντανακλαστικότητα, κατά την οποία εκλύονται πολλές διεγερτικές ώσεις λόγω της αυξημένων από το περιβάλλον ερεθισμάτων. 4) Λόγω της μη φυσιολογικής συ-σύσπασης οι σπαστικοί πρωταγωνιστές μύες δεν επιτρέπουν στους ανταγωνιστές μύες να δράσουν ικανοποιητικά για να εκτελεστούν αρμονικές κινήσεις και έτσι προκαλούνται παραμορφώσεις. 5) Μόλις ελαττωθεί η σπαστικότητα μπορεί να αποκαλυφθεί μεγάλη αδυναμία από τους σπαστικούς μυς οι οποίοι δεν θα λειτουργούν ικανοποιητικά σε όλο το εύρος τροχιάς (Levitt, 2001).

Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της βράχυνσης ή της αδυναμίας τους και αυτό είναι που μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία παραμόρφωσης. Παράγοντες που επηρεάζουν τη σπαστικότητα μπορεί να είναι αλλαγές θέσεων, επώδυνα ερεθίσματα, φόβος κλπ (Levitt, 2001).

Κεφάλαιο 4^ο

Ιατροφαρμακευτική Αγωγή

Μεγάλο κεφάλαιο στην αποκατάσταση της σπαστικότητας αποτελεί η ιατρική αντιμετώπιση, είτε αυτή είναι συντηρητική είτε επεμβατική. Στη συντηρητική ιατρική αντιμετώπιση συγκαταλέγεται η φαρμακευτική εκ του στόματος αγωγή και η ενέσιμη φαρμακευτική αγωγή, ενώ στην επεμβατική περιλαμβάνεται η ενδονωτιαία χορήγηση της βακλοφένης και η χειρουργική επέμβαση.

Η κινητική υπερδιέγερση είναι η μόνη κινητική διαταραχή που μπορεί να ωφεληθεί από τη θεραπεία με φάρμακα.

Η εκ του στόματος αγωγή αποτελείται από τη βακλοφένη, την τιζανιδίνη, τη δανδρολένη, τις βενζοδιαζεπίνες κ.α. (Tilton et al, 2006; Fransisco & McGuire, 2012), σε ενέσιμη μορφή όπως οι ενέσεις με botulinum, αλκοόλη και φαινόλη και η ενδονωτιαία χορήγηση της Βακλοφένης είτε εν τέλει να γίνει χειρουργική επέμβαση.

4.1 Εκ του στόματος αγωγή

Οι πιο κοινές αντισπαστικές εκ του στόματος αγωγές είναι η Διαζεπαμίνη, Δανδρολένη, Τιζανιδίνη, Κλονιδίνη, Γκαμπαπεδίνη κ.α. (Tilton et al, 2006; Francisco & McGuire, 2012; Yazdzi et al, 2013).

Η Βακλοφένη είναι ένας αγωνιστής γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη εκ του στόματος και η μόνη αγνή σπασμολυτική αγωγή κατά της σπαστικότητας (Rekand et al, 2012; Thibaut et al, 2012). Η Βακλοφένη περνάει τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και προσδένεται στους υποδοχείς GABA που συνδέονται στα κανάλια K^+ , Ca^{2+} το ίδιο προ και μετασυναπτικά και αναχαιτίζει μονοσυναπτικά και πολυσυναπτικά αντανακλαστικά (Mukherjee & Chakravarty, 2010; Rekand et al, 2012; Thibaut et al, 2012).

Η Τιζανιδίνη είναι ένα παράγωγο Ημιδαζόλης με αγωνιστική δράση στους α_2 αδρενεργικούς υποδοχείς στο ΚΝΣ, η οποία αναχαιτίζει την απελευθέρωση των ευοδωτικών αμινοξέων στους νωτιαίους ενδιάμεσους νευρώνες και επομένως αυξάνει την προσυναπτική αναχαιτίση των κινητικών νευρώνων (Tilton et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Rekan et al, 2012; Thibaut et al, 2012).

Η Δαντρολένη είναι ένα μυοχαλαρωτικό που επηρεάζει την απελευθέρωση ασβεστίου, ειδικά στο σκελετικό μυ για να αναχαιτίσει τη σύζευξη ευόδωσης/σύσπασης, με αποτέλεσμα τη μείωση της σπαστικότητας (Tilton et al, 2006; Mukherjee & Chakravarty, 2010; Thibaut et al, 2012).

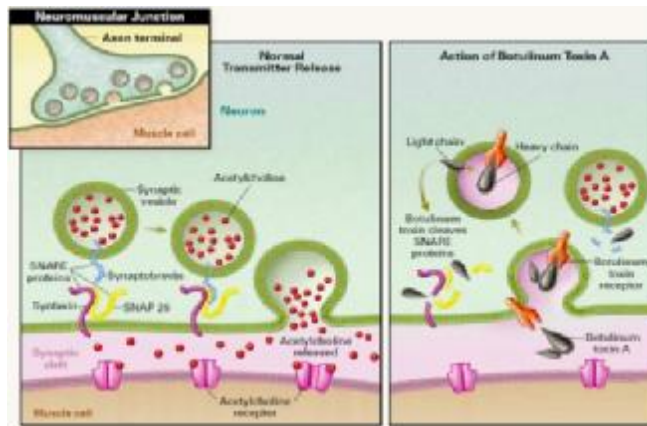
Οι Βενζοδιαζεπίνες (Διαζεπαμίνη, Κλοναζεπάμη) αυξάνουν τη σχέση του γ-αμινοβουτυρικού οξέος με το σύμπλεγμα των υποδοχέων του.

Η Γκαμπαπεντίνη είναι ένα αντισπασμωδικό δομικά όμοιο της GABA. Αν και ο μηχανισμός δράσης της δεν είναι πλήρως κατανοητός, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει αποτελεσματικά τη σπαστικότητα (Thibaut et al, 2012).

4.2 Ενέσιμες αγωγές

1) Botulinum toxin

Η πιο συνηθισμένη φαρμακευτική αγωγή για την καταπολέμηση της σπαστικότητας είναι η ενέσιμη botulinum. Όταν λοιπόν η ενέσιμη botulinum εισέλθει σε ένα σπαστικό μυ τότε μπλοκάρει την απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης στη νευρομυϊκή σύνδεση (Εικ 4.2.1). Το αποτέλεσμα είναι να αναχαιτίζει τη μυϊκή σύσπαση χωρίς να επηρεάσει τους ανταγωνιστές μυς διότι δρα τοπικά (Olsson et al, 2006; Patel, 2011; Villafane et al, 2012; Yazdchi et al, 2013).



Εικόνα 4.2.1 Η δράση της ενέσιμης ουσίας BOTOX (<http://samvednacerebralpalsy.blogspot.gr>)

Αυτό που κάνει δηλαδή ουσιαστικά η botulinum είναι να παραλύει το σπαστικό μυ για να απελευθερώσει την κίνηση στις αρθρώσεις (Yazdchi et al, 2013).

Μελέτες ανέφεραν ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η νευρομυϊκή διάδοση είναι ανακτημένη στο τέλος του τρίτου ή τέταρτου μήνα και ότι οι περισσότερες επηρεασμένες μυϊκές ίνες παρουσιάζονται δομικά φυσιολογικές σε 10 με 36 εβδομάδες. Έχει αναφερθεί ότι σε έρευνα με παιδιά με εγκεφαλική παράλυση έχει αναφερθεί ότι δρα στη μείωση των τιμών της αντίστασης στην παθητική κίνηση και είναι αποτελεσματική για τη σπαστικότητα στα κάτω άκρα (Colovic et al, 2012). Σε άλλη μελέτη με διπληγικά παιδιά με εγκεφαλική παράλυση αναφέρθηκε ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στην αδρή κινητική λειτουργία και στην παθητική ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής μετά την τελευταία ένεση με botulinum (Hawamdeh et al, 2007). Σε μία τρίτη μελέτη ασθενών με εγκεφαλικό αναφέρθηκε ότι οι επαναλαμβανόμενες ενέσεις προκάλεσαν παρατεταμένη μείωση της σπαστικής υπερτονίας. Επίσης βρέθηκε ότι με τη χρήση των ενέσεων βελτιώθηκε ο μυϊκός τόνος και μειώθηκε η μυϊκή βλάβη (Francisco & McGuire, 2012). Αυτό που δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί στη δράση της ένεσης με botulinum είναι η δράση της όσον αφορά τη βελτίωση της λειτουργικότητας. Υπάρχουν αναφορές οι οποίες υποστηρίζουν ότι η δράση των ενέσεων με botulinum είναι αποτελεσματική (Hawamdeh et al, 2007; Yelnik et al, 2010; Colovic et al, 2012) και άλλες πως δεν είναι (Francisco & McGuire, 2012; Yazdchi et al, 2013).

Η ένεση με botulinum μπορεί να εφαρμοστεί μόνη της για να βοηθήσει στη μείωση των επώδυνων τοπικών συσπάσεων (Villafane et al, 2012), το πιο σύνηθες όμως είναι να συνοδεύει τη φυσικοθεραπεία. Αυτές οι δύο μέθοδοι σε συνδυασμό αναφέρεται ότι μπορούν ακόμα πιο παρατεταμένα να μειώσουν τη σπαστικότητα (Hawamdeh et al, 2007). Συγκεκριμένη αναφορά για το συνδυασμό της ένεσης με botulinum και της νευροδυναμικής κινητοποίησης υποστηρίζει ότι έχουν ένα άμεσο αποτέλεσμα στη μηχανική αποκατάσταση της λειτουργικότητας, στη μείωση του πόνου, τη βελτίωση της γενικής ανακούφισης του ασθενή, τη μείωση της σπαστικότητας, την βελτίωση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων και της ποιότητας της ζωής των ασθενών (Villafane et al, 2012)

2) Νευρόλυση

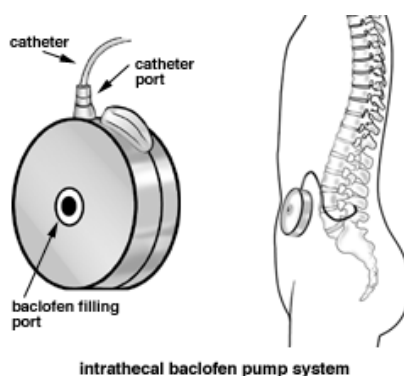
Η νευρόλυση αποτελείται από τη δράση δύο παραγόντων (Αλκοόλης και Φαινόλης), οι οποίοι μετουσιώνουν τις πρωτεΐνες στους άξονες και στις μεμβράνες στις εισαγόμενες και εξαγόμενες νευρικές ίνες, οδηγώντας σε απονεύρωση και αναγέννηση των μυϊκών ατράκτων (Fransisco & McGuire, 2012). Οι ενέσεις με Αλκοόλη και η Φαινόλη εφαρμόζονται συνήθως περινευρικά (αναισθησία του νεύρου). Αυτή η θεραπεία θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατά προτίμηση σε νεύρα με μικρή αισθητική δραστηριότητα και ένα κινητικό σημείο. Μπορούν να εφαρμοστούν για μακρείς μύες με χημικό μπλοκ από ένα ολόκληρο νευρικό πλέγμα σε αντίθεση με την ένεση botulinum που εφαρμόζεται σε μερικούς άλλους μυς λόγω των μέγιστων επιτρεπόμενων δόσεων της. Άλλος τρόπος εφαρμογής είναι νευρομυϊκά (ενέσεις κινητικού σημείου). Παρ' όλο που η μέθοδος αυτή είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη υπάρχουν σπάνια αποδείξεις για την αποτελεσματικότητά της και την ασφάλειά της εφαρμογής της (Fransisco & McGuire, 2012).

3) Μπακλοφένη με εμφυτευμένο καθετήρα

Μία άλλη, πιο επεμβατική προσέγγιση στην αντιμετώπιση της σπαστικότητας αποτελεί η μπακλοφένη με χρήση καθετήρα. Η μπακλοφένη είναι ένα δομικό στοιχείο του αναχαιτιστικού νευροδιαβιβαστή γ-αμινοβουτυρικό οξύ (GABA). Ενώ ο μηχανισμός δεν είναι πλήρως κατανοητός, η Μπακλοφένη αναχαιτίζει μονοσυναπτικά και πολυσυναπτικά αντανακλαστικά στο νωτιαίο επίπεδο (Harned et al, 2012). Η Μπακλοφένη με τον εμφυτευμένο καθετήρα είναι μια μακροχρόνια θεραπεία με

συνεχόμενη ενδονωτιαία διαχείριση διαμέσου μιας εμφυτευμένης αντλίας που μειώνει τη σπαστικότητα (Εικ 4.2.2).

Η εφαρμογή της μπακλοφένης με αντλία έχει δύο κύριους στόχους: Ο πρωτεύων στόχος της είναι η μείωση της σπαστικότητας στην τροποποιημένη κλίμακα Ashworth και ο δευτερεύων στόχος της είναι η διατήρηση της λειτουργίας και της δύναμης στο μη επηρεασμένο άκρο (Harned et al, 2012). Ο πιο ασφαλής τρόπος να κατατεθεί ενδονωτιαία η Μπακλοφένη για να υπάρξει αποτέλεσμα στα άνω άκρα είναι η τοποθέτηση ενός καθετήρα στο οσφυϊκό διάστημα που να προάγεται στο ανώτερο θωρακικό πλέγμα (Harned et al, 2012).



Εικόνα 4.2.2 Συσκευή Αντλίας Βακλοφένης και εφαρμογή της (<http://spinecenterindia.blogspot.gr>)

4.3 Χειρουργική παρέμβαση

Λόγω του ότι η σπαστικότητα δεν είναι το μοναδικό σύμπτωμα σε βλάβη του ανώτερου κινητικού νευρώνα, η αναχαίτισή της και μόνο δεν είναι σίγουρο ότι θα ανακουφίσει τον ασθενή λόγω των υπόλοιπων ελλειμμάτων που θα έχουν δημιουργηθεί (Shumway-Cook & Woollacott, 2012). Υπάρχουν δύο ειδών χειρουργικές επεμβάσεις.

Το ένα είδος είναι η περιφερική νευροτομή όπου στόχος της είναι να ισορροπήσει τους αγωνιστές με τους ανταγωνιστές χωρίς την κατάργηση χρήσιμου τόνου. Άλλα νευρολογικά χειρουργεία όπως οι ριζοτομίες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί αλλά έχουν ιδιαίτερες επιπλοκές (Tilton et al, 2006; Yelnik et al, 2010).

Η εκλεκτική ραχιαία ριζοτομή είναι μια γνωστή και συχνά χρησιμοποιούμενη θεραπευτική επιλογή που βοηθάει στη μείωση της σπαστικότητας εξαλείφοντας υπερβολικά ή περιττά προσαγωγά ερεθίσματα, οδηγώντας έτσι σε πιο ισορροπημένες κεντρικές διεργασίες (Tilton et al, 2006; Thibaut et al, 2012; Bakir et al, 2013). Το δεύτερο είδος των χειρουργικών επεμβάσεων είναι τα μυοσκελετικά χειρουργεία όπου εφαρμόζονται πάνω στον μυ ή στον τένοντα (Tilton et al, 2006). Μεταφορές τενόντων ή επιμήκυνσή τους είναι συντηρητικές θεραπείες όμοια προτεινόμενες (Yelnik et al, 2010). Έχει αποδειχθεί παρόλα αυτά ότι η χειρουργική επέμβαση βελτιώνει την ικανότητα βάδισης, την ικανότητα χρήσης ορθωτικών και την αυτοεξυπηρέτηση (Santamato et al, 2010; Fransisco & McGuire, 2012). Οι οστεοτομίες είναι μερικές φορές προτεινόμενες για να διορθώσουν εκτοπίσματα του ισχίου και παραμορφώσεις του ποδιού. Η αρθρόδεση ίσως είναι η μόνη λύση για να σταθεροποιηθούν οι αρθρώσεις, ιδιαίτερα των ποδοκνημικών και των δακτύλων σε περίπτωση μερικής πάρεσης συνδυασμένη με ισχυρή μυϊκή υπερτονία και υπαισθησία (Yelnik et al, 2010).

Κεφάλαιο 5^ο

ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

5.1 Φυσικοθεραπευτική Αξιολόγηση

Είναι σημαντικό να υπάρξει αξιολόγηση στη σπαστικότητα προκειμένου να τεθούν φυσικοθεραπευτικοί στόχοι και να σχεδιαστούν πιθανές ιατρικές και χειρουργικές προσεγγίσεις για τη ρύθμιση του μυϊκού τόνου (Supraja & Singh, 2003; Scholtes et al, 2006; Mutlu et al, 2008; Leonard et al, 2010; Numanoglou & Gunel, 2012; Park et al, 2012).

5.1.1 Κλίμακες Αξιολόγησης

Όσον αφορά τις κλίμακες αξιολόγησης της σπαστικότητας η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη είναι η κλίμακα Ashworth και η τροποποιημένη μορφή της MAS (Damiano et al, 2002). Η **κλίμακα Ashworth** είναι μία κλίμακα πέντε βαθμών αξιολόγησης για τη μέτρηση του μυϊκού τόνου και κυμαίνεται από το 0 (όχι αύξηση στο μυϊκό τόνο) έως 4 (ακαμψία άκρου στην κίνηση). Έχει βρεθεί ότι ο βαθμός 0 της κλίμακας αυτής μπορεί να χαρακτηρίσει ασθενείς με ελαττωμένο μυϊκό τόνο αλλά και φυσιολογικό μυϊκό τόνο (Blackburn et al, 2002; Manella & Backus, 2011). Η MAS (**τροποποιημένη μορφή της Ashworth**) είναι μία εξαβάθμια κλίμακα η οποία βαθμολογεί την αντίσταση ενός άκρου στη βίαιη παθητική διάταση (Clopton et al, 2005; Gaverth et al, 2013). Η Ashworth και η MAS είναι γρήγορες, απλές και δεν προϋποθέτουν ειδικό εξοπλισμό για αυτό και είναι κοινά χρησιμοποιούμενες στην κλινική πράξη (Clopton et al, 2005; Hsieh et al, 2008; Mutlu et al, 2008; Leonard et al, 2010; Numanoglou & Gunel, 2012).

Η **κλίμακα Tardieu** και η τροποποιημένη μορφή της κατατάσσουν την αντίσταση των σπαστικών μυών στην παθητική διάταση σε τρεις διαφορετικές ταχύτητες, σε μία εξαβάθμια τακτική κλίμακα ταξινόμησης και μετρούν δύο γωνίες άρθρωσης με αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας γωνιόμετρο: η γωνία πιασίματος στην οποία μια μυϊκή απάντηση (αντανακλαστικό διάτασης) προκαλείται από μια γρήγορη διάταση με

ταχύτητα R1(πολύ αργή και απότομη διάταξη) και η γωνία του πλήρους παθητικού εύρους κίνησης λαμβάνεται με διάταξη χαμηλής ταχύτητας R2(γωνία γρήγορης ταχύτητας διάταξης). Η R2 πλην την R1 (R2- R1) αξία πιστεύεται ότι περιγράφει το επίπεδο της δυναμικής σύσπασης στην άρθρωση (Abolhasani et al, 2010; Flamand et al, 2013). Έχει βρεθεί ότι συγκριτικά με την Ashworth και τη MAS έχει μεγαλύτερη αξιοπιστία λόγω των γωνιομετρικών και αντικειμενικών τμημάτων που περιλαμβάνει και ειδικεύεται πιο πολύ σε παιδιά με ΕΠ παρά σε ενήλικες με ΑΕΕ (Peng et al, 2011; Numanoglu &Gunel, 2012; Thibaut et al, 2012).

Εργαλείο Αξιολόγησης Νωτιαίου Μυελού για τα αντανακλαστικά στη σπαστικότητα (Spinal Cord Assessment Tool for Spasticity Reflexes): Μελέτες προτείνουν ότι η χρήση του Spinal Cord Assessment Tool for Spasticity Reflexes (SCATS) μπορεί να προάγει μια πιο κατανοητή εκτίμηση της σπαστικότητας, ειδικά όταν συνδυάζεται με επιπλέον συμμετέχουσες και αντικειμενικές αξιολογήσεις. Η SCATS αναπτύχθηκε για να μετράει τους σπασμούς και τη σπαστική υπερτονία και είναι απλή στη διαχείριση καθώς αποτελείται από στοιχεία κοινά σε ένα πρότυπο νευρολογικής εξέτασης των κάτω άκρων. Παρ' όλη αυτή την απλότητα, η SCATS έχει ακόμα να ερευνηθεί εκτενώς. Η αρχική εγκυρότητα αυτού του νέου μέτρου της σπαστικότητας ολοκληρώθηκε μέσω συσχετίσεων με κινηματικές και ηλεκτρομυογραφικές καταγραφές.

Κλίμακα Αξιολόγησης Σπασμών Penn (Penn Spasm Frequency Scale): Οι Penn et al αρχικά όρισαν μία πενταβάθμια κλίμακα συχνότητας, που αργότερα τροποποιήθηκε από τους Priebe et al και αναφέρθηκε ως τροποποιημένη Penn Spasm Frequency Scale (PSFS). Η τροποποιημένη PSFS είναι μια κλίμακα αυτοαναφοράς δύο συστατικών για να αυξήσει τις κλινικές αξιολογήσεις της σπαστικότητας και να παρέχει μια πιο περιεκτική κατανόηση της ατομικής σπαστικής κατάστασης. Το πρώτο συστατικό είναι μία πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης της συχνότητας με την οποία συμβαίνουν οι σπασμοί μετρώντας από το 0 (όχι σπασμοί) έως το 4 (αυτόματοι σπασμοί που συμβαίνουν περισσότερο από 10 φορές ανά ώρα). Το δεύτερο συστατικό είναι μία τριών βαθμών κλίμακα που αξιολογεί τη σοβαρότητα των σπασμών μετρώντας από το 1 (ήπια) έως το 3 (σοβαρή). Το δεύτερο συστατικό συνίσταται αν το άτομο υποδεικνύει ότι δεν έχει σπασμούς στο πρώτο μέρος. (Biering-Sorensen et al, 2006; Hsieh et al, 2008).

Κλίμακα Αξιολόγησης Τόνου (Tone Assessment Scale): Η κλίμακα αξιολόγησης τόνου (TAS) προσδιορίζει ένα σφαιρικό αποτέλεσμα σπαστικότητας που ενσωματώνει τις απαντήσεις της παθητικής κίνησης, τη στάση ανάπαυσης και τις αντιδράσεις που συνδέονται με την εκτίμηση της σπαστικότητας σε διάφορες ομάδες μυών. Αυτή η κλίμακα ξεπερνάει μικρές ελλείψεις της MAS με τη θέσπιση πως οι διαταραχές τόνου μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία του άκρου, όπως κινήσεις απαραίτητες για τη σίτιση και τη βάδιση. Είναι, ωστόσο, αξιόπιστη μόνο για το τμήμα που σχετίζεται με την απάντηση στην παθητική κίνηση σε διάφορες αρθρώσεις, εκτός της ποδοκνημικής. Θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική για την αξιολόγηση της επικράτησης της σπαστικότητας μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και τη σχέση ανάμεσα στο μυϊκό τόνο και τη λειτουργία (Rekand et al, 2010; Thibaut et al, 2012; Gaverth, 2013).

Κλίμακα Fugl-Meyer: Η κλίμακα Fugl-Meyer, ένα κινητικό τεστ επίδοσης αποτελείται από τρεις σκοπούς που εφαρμόζονται από το επηρεασμένο άκρο, αξιολογεί την ικανότητα να κάνει κινήσεις έξω από το συνεργητικό πρότυπο κίνησης. Η επίδοση για κάθε σκοπό μετριέται 0,1,2... όπου 2 είναι η φυσιολογική αίσθηση και 0 είναι όχι αίσθηση. Οι υψηλότερες μετρήσεις αντιπροσωπεύουν την καλύτερη επίδοση (Blackburn et al, 2002; Boake et al, 2007; Yelnik et al, 2010; Gaverth, 2013).

5.1.2 Βιομηχανικές μέθοδοι

Τεστ αιώρησης ή Pendulum Test: Στην πιο απλή μορφή του Watenberg **pendulum test** ή **τεστ αιώρησης** ο ασθενής κάθεται ή κείται με το κάτω άκρο να κρέμεται στην άκρη ενός κρεβατιού. Ο εξεταστής έπειτα εκτείνει το πόδι του ασθενή σε οριζόντια θέση ενώ του έχει ζητηθεί να χαλαρώσει. Το πόδι μετά απελευθερώνεται και του επιτρέπεται να αιωρηθεί ελεύθερα κάτω από την επίδραση της βαρύτητας (Biering-Sorensen et al, 2006; Rekand et al, 2010; Flamand et al, 2013). Με τη χρήση των ηλεκτρογωνιόμετρων η αιώρηση του ποδιού για την άρθρωση του γόνατος μπορεί να εκτιμηθεί. Ένας τρόπος για να ποσοτικοποιηθεί αυτό είναι να υπολογισθεί η αναλογία μεταξύ της αρχικής θέσης και της τελικής θέσης της άρθρωσης του γόνατος που μετριέται από τα γωνιόμετρα όταν το πόδι έρχεται σε ανάπαυση αυτή η αναλογία δείχνει μια καθαρή συσχέτιση με τη σοβαρότητα της σπαστικότητας (Hsieh et al,

2008; Bohannon et al, 2009; Rekan et al, 2010; Flamand et al, 2013).

Τριών-διαστάσεων τεστ αιώρησης ή 3D pendulum test :Με ένα 3D-κινητικό σύστημα ανάλυσης, περισσότερες μεταβλητές από το pendulum test μπορούν να συλλεχθούν όπως η συχνότητα ταλάντωσης (Thompson et al, 2005; Flamand et al, 2013).

Μέτρηση με ισοκινητικό δυναμόμετρο: Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα έχουν συχνά χρησιμοποιηθεί για αξιολόγηση και εκτίμηση της σπαστικότητας (Flamand et al, 2013). Το πλεονέκτημα τους είναι ότι δημιουργούν μια τυποποίηση της εφαρμοσμένης ταχύτητας και του πιθανού εύρους, και ως εκ τούτου είναι ικανά να ποσοτικοποιήσουν την ταχοεξαρτώμενη αντίσταση στο μυ με την παθητική διάταση. Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των ισοκινητικών δυναμόμετρων έχει εξετασθεί σε μερικές μελέτες, από τις οποίες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αξία των δυνάμεων αντίστασης είναι υψηλά αναπαραγώγιμη για χαμηλών και υψηλών γωνιών ταχύτητες (Biering-Sorensen et al, 2006).

Μυοτονόμετρα: Το μυοτονόμετρο είναι μία πρόσφατα αναπτυσσόμενη ηλεκτρονική φορητή συσκευή που επιτρέπει την ποσοτικοποίηση του μυϊκού τόνου ή της σκληρότητας (στην ανάπαυση) και της μυϊκής δύναμης (κατά τη διάρκεια μυϊκής σύσπασης) μετρώντας το ποσό του μυϊκού ιστού, το εκτόπισμα ανά μονάδα δύναμης που εφαρμόζεται από ένα χειροκίνητο καθετήρα που πιέζεται μέσα στο μυ. Αυτή η συσκευή επιτρέπει την ποσοτικοποίηση του επιπέδου σοβαρότητας της σπαστικής κατάστασης αναλύοντας ή συγκρίνοντας και τα δύο μέτρα (Leonard et al, 2010; Flamand et al, 2013).

Neuroflexor: Το Neuroflexor είναι ένα μηχανικό εργαλείο που εκτείνει το αντιβράχιο και διατείνει τους μύες σε δύο διαφορετικές σταθερές ταχύτητες. Η μέθοδος είναι βασισμένη σε ένα βιομηχανικό μοντέλο του χεριού και σε ένα μηχανικό όργανο που παθητικά εκτείνει το αντιβράχιο και διατείνει τους μύες σε σταθερή, αργή και γρήγορη ταχύτητα. Το μοντέλο μπορεί να διακρίνει το νευρολογικό τμήμα που παράγεται από το μυοτατικό αντανακλαστικό απ'την αντίσταση που προκαλείται από τις μεταβαλλόμενες μυϊκές ιδιότητες (Mutlu et al, 2008; Gaverth et al, 2013).

5.1.3 Ηλεκτροφυσιολογικές μέθοδοι

Το μέτρο του ηλεκτρομυογραφήματος από έναν χαλαρό μυ χωρίς κάποιο είδος κινητοποίησης δεν έχει κανένα νόημα, εάν ο σκοπός του είναι να εκτιμήσει τη σπαστικότητα. Εάν υπάρξει εκούσια ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα είναι ένα σημάδι δυστονίας ή μυϊκών σπασμών (Biering-Sorensen et al, 2006; Mutlu et al, 2008; Thibaut et al, 2012).

Οι τεχνικές που καταγράφουν τα συναπτικά αντανακλαστικά με ηλεκτρομυογράφημα μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ομάδες :

- Ηλεκτρομυογραφικές απαντήσεις στο ηλεκτρικό ερέθισμα όπως το αντανακλαστικό Hoffman (H αντανακλαστικό) και το κύμα F
- Ηλεκτρομυογραφικές απαντήσεις σε μηχανικό ερέθισμα όπως το τενόντιο αντανακλαστικό και οι πολυσυναπτικές απαντήσεις (Fransisco & McGuire, 2013).

Το H αντανακλαστικό επιτρέπει την αξιολόγηση της διέγερσης του α κινητικού νευρώνα (Bakheit et al, 2003; Abolhasani et al, 2010; Flamand et al, 2013). Το κύμα F είναι μία απάντηση του μικρού πλάτους που ακολουθεί την απάντηση M - άμεση κινητική απάντηση προκαλούμενη από ερεθισμό των α ινών (Flamand et al, 2013). Σε ασθενείς με σπαστικότητα η υπερδιέγερση του μυοτατικού αντανακλαστικού είναι νευροφυσιολογικά χαρακτηριζόμενη από μία αύξηση στην αναλογία H_{max}/M_{max} (Biering-Sorensen et al, 2006; Abolhasani et al, 2010). Αυτό θα μπορούσε να συμβαίνει λόγω μιας υπερβολικής ευόδωσης του αντανακλαστικού H στην εκούσια μυϊκή σύσπαση και/ ή στην έλλειψη της αναχαίτισης που σχετίζεται με τη μυϊκή χαλάρωση (Bakheit et al, 2003; Supraja & Singh, 2003; Leonard et al, 2010; Thibaut et al, 2012).

5.2 Τεχνικές - Μέθοδοι Αναχαίτισης σπαστικότητας

Ποικίλες φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις χρησιμοποιούνται για να μειώσουν τη σπαστικότητα των άκρων οι οποίες περιλαμβάνουν τις διατάσεις, τον ηλεκτρικό ερεθισμό, την υδροθεραπεία, την εφαρμογή κρύου-θερμού, τη νευροαναπτυσσόμενη θεραπεία, τη θεραπευτική μάλαξη, τον υπέρηχο (Farmer et al, 2005; Kim et al, 2013) Αυτές οι παρεμβάσεις μπορούν να εφαρμόζονται μόνες τους ή σε συνδυασμό με ορθωτικά μέσα και άλλο προσαρμοστικό εξοπλισμό (Fragala et al, 2003; Wu et al, 2006). Από αυτές τις τεχνικές, η παρούσα εργασία, αντλώντας πληροφορίες από πρόσφατη βιβλιογραφία και αρθρογραφία, θα τονίσει την εφαρμογή διατάσεων, γύψου, νάρθηκα και ορθώσεων, τη μέθοδο Bobath, την τεχνική PNF, τη μέθοδο Brunnstrom, και τέλος την εφαρμογή ηλεκτρικού και διακρανιακού μαγνητικού ερεθισμού.

5.2.1 Διάταση

Η διάταση είναι η πιο κοινή θεραπευτική επιλογή για την αποκατάσταση σπαστικών διαταραχών των κινήσεων. Περιλαμβάνει μερικούς τύπους μυϊκής επιμήκυνσης που εφαρμόζονται με τα χέρια ή με χρήση βοηθητικών μηχανημάτων (Εικ 5.2.1). Στόχος τους είναι να ομαλοποιήσουν το μυϊκό τόνο, να διατηρήσουν ή να αυξήσουν το εύρος τροχιάς, να μειώσουν τον πόνο και να βελτιώσουν την κινητική λειτουργία (Gracies et al, 2000; Bovend'Eerd et al, 2008; Katalinic et al, 2010; Ali & Shahzad, 2012).



Εικόνα 5.2.1 Εφαρμογή διάτασης με τα χέρια στο ισχίο (<http://painrehabilitation.blogspot.gr>)

Οι δομές που βρίσκονται υπό τάση κατά τη διάταση μπορούν να αποτελούνται από το μυ, τον τένοντα, το σύνδεσμο, το δερματικό και το νευρικό ιστό. Οι ασκήσεις διάτασης εκτελούνται σε έναν μεγάλο αριθμό τύπων που περιλαμβάνουν: 1) την παθητική διάταση, 2) την ισοτονική και ισοκινητική διάταση, 3) την ενεργητική διάταση, 4) την παρατεταμένη διάταση (Bovend'Eerd et al, 2008; Bavicatte & Gaber, 2009; Katalinic et al, 2010; Smania et al, 2010; Ali & Shahzad, 2012). Η ένταση, η ταχύτητα, οι επαναλήψεις, η διάρκεια και η συχνότητα της διάτασης είναι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί η μυϊκή διάταση για τη θεραπεία της σπαστικότητας και της σύσπασης (Khalili & Hajihassanie, 2008; Katalinic et al, 2011).

Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζεται η διάταση, μπορεί να διαχωριστεί σε δια χειρός διάταση και διάταση με χρήση μηχανικών μέσων όπως πχ νάρθηκας (Pin et al, 2006; Wu et al, 2006; Katalinic et al, 2010; Triandafilou et al, 2011; Maas et al, 2012; Kim et al, 2013).

A) Παθητική επαναλαμβανόμενη διάταση

Έχει αποδειχθεί ότι η επαναλαμβανόμενη παθητική διάταση μειώνει τη σπαστικότητα μέσω ενός συνδυασμού νευροφυσιολογικών και μηχανικών παραγόντων (Selles et al, 2005; Wu et al, 2006). Η νευροφυσιολογική δράση της παθητικής επαναλαμβανόμενης διάτασης επιτυγχάνεται με την εξοικείωση της αντανακλαστικής δραστηριότητας στην επαναλαμβανόμενη διάταση, η οποία μπορεί να προκληθεί από αδρανοποίηση στη συναπτική σύνδεση (μυοτατικό αντανακλαστικό) που προκαλείται από απενεργοποίηση των προσυναπτικών καναλιών ασβεστίου, άρα μειώνει και τη διέγερση του κινητικού νευρώνα (Nuyens et al, 2001; Adams & Hicks, 2005; Gao et al, 2010). Η παθητική επαναλαμβανόμενη διάταση μπορεί να επηρεάσει και τις βιομηχανικές ιδιότητες των μυών και των τενόντων. Η μείωση στην αντίσταση κατά τη διάρκεια επαναληπτικών παθητικών διατάσεων οφείλεται στα θιξοτροπικά χαρακτηριστικά των διατασσόμενων ιστών. Ο όρος “θιξοτροπία” αναφέρεται στην ιδιότητα των συγκεκριμένων συστημάτων που μειώνεται η γλοιότητα τους όταν μεταβάλλονται και επιστρέφοντας στην αρχική γλοιότητα μετά από μια περίοδο που δεν διαταράσσονται. Οι θιξοτροπικές αλλαγές μπορούν να συμβούν ως συνέπεια της κίνησης διαρρηγνύοντας τις εγκάρσιες γέφυρες ανάμεσα στην ακτίνη και τη μυοσίνη. Όταν η διέγερση σταματάει, οι γέφυρες αναμορφώνονται και οι μύες γίνονται σκληροί ξανά.

Αυτό οδηγεί σε μυοϊνιδιογένεση και έτσι οι μύες μπορούν να δρουν πιο αποτελεσματικά με παραγωγή υψηλότερης δύναμης μετά από τη διάταση (Nuyens et al, 2001; Adams & Hicks, 2005; Gao et al, 2011). Επιπλέον η παθητική διάταση μπορεί να επηρεάσει τις βιομηχανικές ιδιότητες του τένοντα και να αυξήσει έτσι τη σκληρότητα του (Gao et al, 2011; Zhao et al, 2011). Οι Schmitt et al το 2000 ανέφεραν τη χρήση της επαναλαμβανόμενης διάτασης σε ασθενείς με Κρανιοεγκεφαλικές Κακώσεις ηλικίας 26-60 με επηρεασμένο άνω άκρο. Η έρευνα αυτή εφαρμόστηκε σε μέτρια με σοβαρά επίπεδα σπαστικότητας. Στην έρευνα αυτή βρέθηκε ότι η επαναλαμβανόμενη διάταση μείωσε τη σπαστικότητα των καμπτήρων μυών του

αγκώνα και του καρπού. Επιπλέον ανέφεραν ότι η επαναλαμβανόμενη διάταση μειώνει αποτελεσματικά τη μυϊκή σκληρότητα παρ' όλο που λίγες αναφορές υπάρχουν για αυτό.

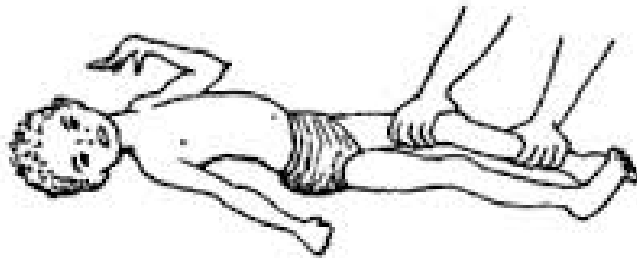
Οι Selles et al σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2005 σε ασθενείς με Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο με σπαστικότητα στις ποδοκνημικές αρθρώσεις εφάρμοσαν επαναλαμβανόμενες διατάσεις σε μια περίοδο 4 εβδομάδων σε τρεις συνεδρίες των 45 λεπτών. Η εφαρμογή της διάτασης έγινε με τη χρήση μιας αυτοσχέδιας μηχανής διάτασης με τους ασθενείς να κάθονται άνετα με το γόνατο σε 30° κάμψης για να διατείνεται και ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος μυς. Το πόδι δένεται με ένα λουράκι στον ποδομοχλό και ακολουθεί την κίνηση της συσκευής. Κάποιες από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν στην έρευνα έδειξαν θετικά αποτελέσματα, συγκεκριμένα όμως για την αντανακλαστική διεγερσιμότητα στα αποτελέσματα δε βρέθηκαν σημαντικές αλλαγές.

Η παθητική επαναλαμβανόμενη διάταση μπορεί να εκτελεστεί είτε δια χειρός είτε με χρήση ειδικών μηχανημάτων όπως το CPM, που είναι μηχανήματα συνεχούς παθητικής κίνησης (Selles et al, 2005; Wu et al, 2006; Hsieh et al, 2009; Triandafilou et al, 2011; Kim et al, 2013). Ο στόχος της παθητικής επαναλαμβανόμενης διάτασης είναι η μείωση της σπαστικότητας, η αύξηση του εύρους τροχιάς, η διατήρηση της αρθρικής κινητικότητας, και η ανάκτηση της λειτουργικότητας της κίνησης (Selles et al, 2005; Hsieh et al, 2009; Elbasiouny et al, 2010; Gao et al, 2011)

B) Δια χειρός επαναλαμβανόμενη παθητική διάταση

Η δια χειρός διάταση ορίζεται ως το κράτημα της άρθρωσης- στόχου σε ένα διαθέσιμο τελικό εύρος τροχιάς με τα χέρια και η απελευθέρωση της μετά για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που εκφράζεται σε δευτερόλεπτα (Maas et al, 2012). Η παθητική δια χειρός διάταση εφαρμόζεται από το θεραπευτή και ο ασθενής δεν συμμετέχει ενεργά (Εικ 5.2.2). Οι Bovend' Eerd't το 2009 εφάρμοσαν μια τεχνική δια χειρός διάτασης σε ενήλικες ασθενείς με νευρολογικές διαταραχές όπως το Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Η διαδικασία ξεκίνησε με τους ασθενείς πρώτα να έχουν χαλαρώσει. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε από το θεραπευτή να φανταστούν ότι κάνουν οι ίδιοι την κίνηση της διάτασης και ότι το διατηρούν σε εκείνη τη θέση. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε 4 στάδια: α) να ονομάσουν οι ασθενείς το μέρος του σώματος που θα διαταθεί, β) να δουν και να αισθανθούν το άκρο, γ) να χαλαρώσουν και φανταστούν ότι κινούν το άκρο και δ) εφαρμογή διάτασης. Η διάταση διατηρήθηκε για περίπου 10-30 δεύτερα με την εφαρμογή να επαναλαμβάνεται 3 φορές ανά συνεδρία. Αυτή η τεχνική απέδειξε ότι είναι αποτελεσματική στη διαχείριση του πόνου που προκαλεί η σπαστικότητα. Επομένως όσο λιγότερη είναι η δυσφορία που αισθάνεται ο ασθενής κατά τη διάρκεια των διατάσεων τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι η εφαρμογή της διάτασης για τη βελτίωση του εύρους τροχιάς και τη μείωση της σπαστικότητας. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή της παθητικής δια χειρός διάτασης σε ασθενείς με σπαστικότητα είναι στους καμπτήρες του ισχίου, τους απαγωγούς του ισχίου, τους καμπτήρες γόνατος και τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής (Wiaart et al, 2008; Gao et al, 2010). Η διάρκεια της εφαρμογής της παθητικής δια χειρός διάτασης κατά μέσο όρο είναι 10- 30 δευτερόλεπτα (Fragala et al, 2003; Wu et al, 2006; Wiaart et al, 2008). Οι επαναλήψεις τους είναι 1-10 και κατά μέσο όρο 5 (Fragala et al, 2003; Wiaart et al, 2008). Η παθητική δια χειρός διάταση εκτελείται συχνά λόγω εύκολης εκτέλεσης, χαμηλού κόστους και χαμηλότερου κινδύνου τραυματισμού σε σχέση με τη διάταση από τα μηχανήματα.

Παρ' όλα αυτά η διάταση δια χειρός απαιτεί έναν θεραπευτή να εκτελέσει επαναλαμβανόμενες κινήσεις και τα αποτελέσματα εξαρτώνται από την εμπειρία του και την ικανότητα του για υπολογίζει περιορισμούς του εύρους τροχιάς ή το end-feel (Wu et al, 2006; Zhao et al, 2011; Kim et al, 2013). Τέλος η παθητική διάταση δια χειρός θα μπορούσε να χρησιμοποιείται επιπρόσθετα σε άλλες θεραπευτικές τεχνικές (Pin et al, 2006; Yelnik et al, 2010).



Εικόνα 5.2.2 Διάταση δια χειρός σε παιδί με σπαστική ΕΠ (Τροποποίηση <http://www.dinf.ne.jp>)

Γ) Παρατεταμένη παθητική διάταση

Η παρατεταμένη μυϊκή διάταση ορίζεται ως το κράτημα μιας άρθρωσης στο διαθέσιμο τελικό εύρος τροχιάς από μηχανικά μέσα όπως ο ορθοστάτης, ή ο εξοπλισμός τοποθέτησης για μια εκτεταμένη περίοδο εκφραζόμενη σε λεπτά (Yeh et al, 2005; Maas et al, 2012). Οι κύριοι στόχοι της εφαρμογής της παρατεταμένης διάτασης είναι να μειωθεί η σπαστικότητα, να προληφθούν οι παραμορφώσεις, η αντιμετώπιση του πόνου και της δυσφορίας, η αύξηση της σταθερότητας των αρθρώσεων, η αύξηση του εύρους τροχιάς της κίνησης και η προαγωγή της λειτουργικότητας (Gracies et al, 2000; Booth et al, 2003; Lannin et al, 2003; Mortenson & Eng, 2003; Autti-Ramo et al, 2006; Kerem et al, 2007). Έχει βρεθεί ότι η παρατεταμένη μυϊκή διάταση έχει νευροφυσιολογικές και βιομηχανικές επιδράσεις στους ιστούς. Οι νευροφυσιολογικές επιδράσεις της παρατεταμένης διάτασης αφορούν τον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων Golgi και ακολούθως τις Ιβ προσαγωγές ίνες που δημιουργούν μία αναχαιτιστική απάντηση στους α κινητικούς νευρώνες. Επίσης ένας άλλος τρόπος είναι μέσω διέγερσης των μυϊκών ατράκτων όταν οι μύες διατείνονται, η ώση μέσω των ΙΙ προσαγωγών ινών θα μεταφερθεί στο νωτιαίο μυελό αναχαιτίζοντας έτσι τη διέγερση των α κινητικών νευρώνων (Tsai et al, 2001; Mortenson & Eng, 2003; Pizzi et al, 2005). Συγκεκριμένα οι νάρθηκες και οι γύψοι έχουν δύο παρόμοια χαρακτηριστικά δράσης: Τη θερμότητα και την εφαρμογή πίεσης. Έχει βρεθεί ότι οι ώσεις από τους δερματικούς υποδοχείς ευθέως επηρεάζουν τη διεγερσιμότητα του α κινητικού νευρώνα στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού. Οι φυσικές εφαρμογές θερμότητας και πίεσης μειώνουν τη διεγερσιμότητα των θερμοϋποδοχέων και απτικών υποδοχέων το οποίο δείχνει μια ταχεία προσαρμογή στο ερέθισμα. Έτσι, μειώνονται τα επίπεδα διεγερσιμότητας και των ενδιάμεσων νευρώνων και των κινητικών νευρώνων (Mortenson & Eng, 2003; Kerem et al, 2007).

Κατά την παρατεταμένη παθητική μυϊκή διάταση στους μύες που επιμηκύνονται προκαλείται προσθήκη των σαρκομερίων σε σειρά (μυοϊνιδιογένεση) ενώ δημιουργείται ένα έλλειμμα σαρκομερίων των αντίστοιχων παθητικά βραχυμένων

μυών. Μετά το χρόνο εφαρμογής της παρατεταμένης διάτασης οι αριθμοί σαρκομερίων επιστρέφουν στο φυσιολογικό (Blanton et al, 2002; Booth et al, 2003; Mortenson & Eng, 2003; Maas et al, 2012). Οι Yeh et al το 2005 ανέφεραν ότι η εφαρμογή της παρατεταμένης διάτασης σε ασθενείς με Χρόνιο Εγκεφαλικό ηλικίας 42-72 ετών με σπαστική ημιπληγία είχε θετικά αποτελέσματα ως προς τις γλοιιοελαστικές ιδιότητες των σπαστικών μυών με αποτέλεσμα τη μείωση της σπαστικότητας. Επιπλέον ένα χαρακτηριστικό εκείνης της έρευνας ήταν ότι η διάταση εφαρμοζόταν με σταθερή γωνία και ταχύτητα σε 3 διαφορετικές θέσεις και διάρρηξη 30 λεπτά ανά συνεδρία. Οι Gao et al το 2011 σε εφαρμογή παρατεταμένης διάτασης σε άτομα με χρόνια ΑΕΕ ηλικίας 45-65 ετών βρήκαν θετικά αποτελέσματα σχετικά με τη μυϊκή σκληρότητα των κάτω άκρων που προκύπτει από την επιμήκυνση των μυϊκών ινών και την προσθήκη των σαρκομερίων σε σειρά. Οι Kim et al το 2013 εφάρμοσαν παρατεταμένη διάταση σε ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ ηλικίας 29-72 ετών με σπαστικότητα στο άνω άκρο για 10 λεπτά, 2 φορές τη μέρα για 4 εβδομάδες. Η συσκευή περιλαμβάνει ένα μικρό νάρθηκα ο οποίος σταθεροποιεί τον καρπό και τα δάχτυλα με ιμάντες σε έκταση. Η τάση που ασκείται στους ιμάντες ρυθμίζεται από ένα μοχλό ο οποίος στρέφεται. Η επίδραση της διάτασης μέσω αυτής της συσκευής είναι θετική ως προς την αντιμετώπιση της σπαστικότητας. Οι Bressel & McNair το 2002 σε υποξύ στάδιο ΑΕΕ εφάρμοσαν παρατεταμένη διάταση μέσω μιας συσκευής με τον ασθενή σε ύπτια θέση και το πόδι να βρίσκεται δεμένο σε ένα ποδομοχλό που το κινεί παθητικά σε ραχιαία κάμψη. Ως αρνητικό της παρατεταμένης διάτασης οι ερευνητές αναφέρουν ότι δεν υπάρχει διαφορά στη σκληρότητα ανάμεσα στην ομάδα με σπαστικότητα και στην ομάδα ελέγχου. Επίσης ένα αρνητικό ακόμα είναι ότι η παρατεταμένη διάταση δεν ωφελεί τη βάδιση.

Δ) Μηχανήματα παρατεταμένης παθητικής διάτασης

Ορθοστάτης

Έχει αναφερθεί από σειρά μελετών ότι κατά τη διατήρηση παθητικής στάσης με χρήση ορθοστάτη, οι μύες διατείνονται για περίπου 30 λεπτά (Bressel & McNair, 2002; Feys & Asch, 2008). Ο ασθενής τοποθετείται είτε σε ύπτια θέση για να διαταθούν οι οπίσθιοι μηριαίοι και οι μύες της γαστροκνημίας, είτε σε πρηνή θέση για να διαταθούν οι καμπήρες μύες του ισχίου (Fragala et al, 2003; Feys & Asch, 2008).

Οι Wu et al ανέφεραν σε έρευνα τους το 2006 σε άτομα με ΑΕΕ ηλικίας 39-80 χρόνων με συσκευή όμοια του ορθοστάτη αλλά και για ορθοστάτη ότι μία μόνο συνεδρία διάρκειας 30' με τις ποδοκνημικές αρθρώσεις σε ραχιαία κάμψη έχει δείξει να αυξάνει το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης και να μειώνει τη διεγερσιμότητα των τρικεφάλων γαστροκνημίων (Εικ 5.2.3). Η παρατεταμένη παθητική διάταξη με έναν ορθοστάτη προκαλεί μείωση της σπαστικότητας όπως μετριέται με την κλίμακα Ashworth, μειώνει την αρθρική αντίσταση κατά την κίνηση, αυξάνει το εύρος τροχιάς και βοηθάει στην εκτέλεση της βάδισης.

Οι Tsai et al σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2001 για τη δράση του ορθοστάτη σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ηλικίας 33-79 χρόνων κατέληξαν στο γεγονός ότι η παρατεταμένη παθητική διάταξη με χρήση ορθοστάτη μπορεί να αυξήσει το εύρος τροχιάς της κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και τη διεγερσιμότητα του κινητικού νευρώνα. Παρόλα αυτά αυτή η θεραπεία προϋποθέτει στάση για πολύ χρόνο και ίσως δεν είναι κατάλληλη για όλους τους ασθενείς.



Εικόνα 5.2.3 Χρήση ορθοστάτη σε ασθενή με ημιπληγία (<https://www.albertaphysicianlink.ab.ca>)

Μηχάνημα συνεχόμενης παθητικής κίνησης (CPM)

Επιπρόσθετα στην παρατεταμένη στατική διάταση, το μηχάνημα συνεχόμενης παθητικής κίνησης, που κοινώς χρησιμοποιείται για ορθοπεδικά περιστατικά για να παρέχει μετεγχειρητική επούλωση, έχει εφαρμοστεί και σε νευρολογικά περιστατικά για τη μείωση της σπαστικότητας, την αύξηση του εύρους τροχιάς και τη μείωση της αρθρικής σκληρότητας (Zhang et al, 2001; Wu et al, 2006; Gao et al, 2010; Zhao et al, 2011). Οι Wu et al σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2006 σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ανέφεραν ότι το CPM, ως επιπρόσθετη θεραπεία χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο ως βολικό αλλά και ως οικονομικό και αποτελεσματικό ως προς τη σπαστικότητα με ποικίλη σοβαρότητα σε σχέση με μηχανήματα από άλλες μελέτες που ήταν ακριβά, πολύπλοκα και απαιτούσαν εξειδίκευση (Εικ 5.2.4).

Οι Zhang et al το 2001 σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε 5 ασθενείς αναφέρουν ότι το CPM κινεί το άκρο με συγκεκριμένη ταχύτητα μεταξύ δύο καθορισμένων θέσεων των αρθρώσεων. Όταν εφαρμόζεται μέσα στις καμπτικές μοίρες του εύρους τροχιάς δε διατείνει στις ακραίες θέσεις όπου η σύσπαση/σπαστικότητα είναι σημαντική. Από την άλλη μεριά το να ρυθμίσεις ένα CPM πολύ απότομα ίσως να ρισκάρει την ακεραιότητα της άρθρωσης.

Συμπερασματικά οι συσκευές παρατεταμένης παθητικής διάτασης βοηθούν στη βελτίωση του εύρους τροχιάς και μειώνουν τη σπαστικότητα. Ο ορθοστάτης βοηθάει στη μείωση της διεγερσιμότητας του κινητικού νευρώνα μέσω της διατήρησης της όρθιας στάσης για παρατεταμένο χρονικό διάστημα και βελτιώνει το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων. Παρ' όλα αυτά δεν είναι κατάλληλη η εφαρμογή του σε όλους τους ασθενείς ειδικά σε άτομα με προβλήματα υπότασης.

Το CPM βοηθάει σε λιγότερο βαθμό από τον ορθοστάτη τη μείωση της σπαστικότητας και τη διατήρηση του εύρους τροχιάς διότι δεν επιτρέπει την κίνηση στο ακραίο εύρος τροχιάς. Τέλος ένα ακόμη αρνητικό της συσκευής είναι ότι υπάρχει ρίσκο τραυματισμού εάν ρυθμιστεί ακατάλληλα.

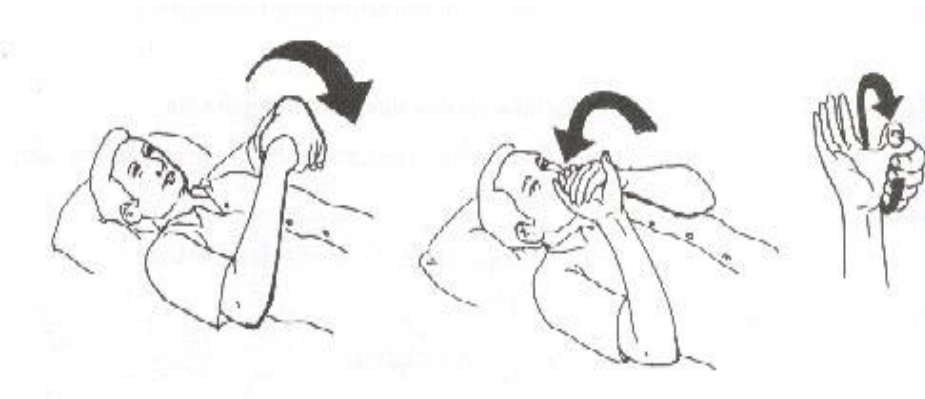


Εικόνα 5.2.4 Μηχάνημα επαναλαμβανόμενης παθητικής διάτασης (<http://www.superabile.it>)

5.2.2 Αυτο-διάταση

Ένα από τα πιο σημαντικά μέρη της θεραπείας της σπαστικότητας είναι η αυτό-αναχαίτιση με ενεργητικές διατάσεις (Yelnik et al, 2010). Ενεργητική διάταση ή αυτό-διάταση ορίζεται η διάταση κατά την οποία ο ασθενής κινεί ή και ακόμα διατηρεί το άκρο του σε επιμηκυμένη θέση (Wuart et al, 2008). Εφαρμόζεται κυρίως στους απαγωγούς μύες του ισχίου, στον τετρακέφαλο, τους οπίσθιους μηριαίους, και τους πελματιαίους καμπήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης (Feys & Van Asch, 2008; Wiart et al, 2008). Οι Feys & Ash σε αναφορά τους το 2008 εξηγούν για την αυτοδιάταση ή τη διάταση με βοήθεια ότι μπορεί να μειώσει τη σπαστικότητα με κινήσεις αναχαιτιστικές του τόνου (πχ μεταφορά βάρους). Διατηρώντας στάσεις αναχαιτιστικές του τόνου ίσως διατείνονται οι γαστροκνήμιοι και υποκνημίδιοι μύες ή ξαπλώνοντας σε πρηνή θέση για παρατεταμένη διάταση των καμπήρων μυών των ισχίων (Εικ 5.2.5). Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν βάρη για να ενισχύσουν το αποτέλεσμα.

Η αυτό-διάταση θα πρέπει να εφαρμόζεται δύο φορές τη βδομάδα, 3-10 επαναλήψεις (με μέσο όρο 5) διάρκειας 15-30 δευτερολέπτων ή ακόμα και μέχρι 90 δευτερόλεπτα μερικές φορές με έμφαση στην εκπνοή κατά τη διάταση. Τέλος η αυτό-διάταση μπορεί να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια θέση αναχαίτισης σπαστικότητας όπως η θέση οκλαδόν (Feys & Van Asch, 2008; Wiart et al, 2008).



Εικόνα 5.2.5 Αυτοδιάταση άκρας χείρας και δαχτύλων (<http://www.gccarehome.com>)

Οι Triantafilou et al το 2011 σε μελέτη τους σχετικά με τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας της επαναλαμβανόμενης και της παρατεταμένης διάτασης σε ασθενείς με ΑΕΕ σε χρόνιο στάδιο ηλικίας 40-69 χρόνων συμπέραναν ότι η επαναλαμβανόμενη διάταση είναι πιο αποτελεσματική από την παρατεταμένη. Συγκεκριμένα βρήκαν ότι η παρατεταμένη διάταση δεν παρουσίασε ωφέλιμα αποτελέσματα.

Συμπερασματικά σχετικά με την αποτελεσματικότητα των τεχνικών διάτασης από έρευνες απεδείχθη ότι η επαναλαμβανόμενη διάταση είναι αποτελεσματικότερη στη μείωση της σπαστικότητας.

Συνοπτικά για τις διατάσεις

Οι διατάσεις θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και με άλλα μέσα. Ο γύψος μπορεί να βοηθήσει ως επιπρόσθετη θεραπεία. Είναι αποτελεσματικός στη μείωση της σπαστικότητας των άνω και κάτω άκρων διότι ασκεί παρατεταμένη διάταση (Pohl et al, 2002). Μέσω της εφαρμογής των ναρθήκων ασκούνται σιγανές και συχνές διατάσεις στις αρθρώσεις και αυτό βοηθάει να διατηρηθεί ή να αυξηθεί το εύρος τροχιάς, να μειωθεί ο μυϊκός τόνος και να βελτιωθούν οι παραμορφώσεις (Yasukawa et al, 2008). Οι ορθώσεις παίζουν παρόμοιο ρόλο με τους νάρθηκες ,συγκεκριμένα οι ορθώσεις AFO βοηθούν στη διατήρηση του εύρους τροχιάς, ενώ οι KAFO το αυξάνουν (Lundequam & Willis, 2009). Η χρήση ορθοστάτη βοηθάει στη διατήρηση

των μυών σε διατεταμένη θέση, συνεπώς και στη μείωση της σπαστικότητας και τη διατήρηση του εύρους τροχιάς (Feys & Asch, 2008). Τέλος, το CPM επιτυγχάνει διάταση κινώντας το άκρο μεταξύ δύο καθορισμένων θέσεων.

5.2.3 ΓΥΨΟΣ

Ο γύψος θεωρείται ότι είναι μια σημαντική παρέμβαση για τον έλεγχο των συσπάσεων και της υπερτονίας σε ασθενείς με εγκεφαλικές βλάβες (Mortenson & Eng, 2003). Προσφέρει μια προσωρινή, ειδική, μη επεμβατική παρέμβαση και χρησιμοποιείται ως μία εναλλακτική παρέμβαση ή συμπληρωματικά σε άλλες παρεμβάσεις, πχ φυσικοθεραπεία. Είναι φτιαγμένος από πλαστικό ή fiberglass και είναι πιο συχνά εφαρμοζόμενος στις αρθρώσεις ποδοκνημικής ή αγκώνα. Συνήθως χρησιμοποιείται διαδοχικά, παραμένει για 5-7 ημέρες και αντικαθίσταται για να επιτευχθεί το επιθυμητό εύρος τροχιάς της κίνησης. Οι Pohl et al το 2002 σε έρευνα που πραγματοποίησαν όσον αφορά τη χρήση γύψου σε 105 ενήλικους ασθενείς με σπαστικότητα κατέληξαν στο γεγονός ότι η χρήση γύψου με υλικό από fiberglass είναι αποτελεσματική ως επιπρόσθετη θεραπεία για τη σπαστικότητα των άνω και κάτω άκρων. Πιστεύεται ότι τα μικρότερα διαστήματα αλλαγής μειώνουν τη θεραπευτική διάρκεια και επομένως επιτρέπουν στον ασθενή να ξεκινάει την αποκατάσταση γρηγορότερα (Mortenson & Eng, 2003).



Εικόνα 5.2.6 Εφαρμογή γύψου σε παιδί με σπαστική ΕΠ (<http://www.lovethatmax.com>)

Οι γύψοι μπορεί να είναι άνω και κάτω άκρου. Οι Autti- Ramo et al το 2006 έχουν αναφέρει ότι ο γύψος άνω άκρου σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση ίσως έχει ένα βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα στην ποιότητα και το εύρος τροχιάς της κίνησης, όμως

είναι ασαφές πόσο είναι αυτό σημαντικό (Εικ 5.2.6). Για τη χρήση γύψου στο κάτω άκρο έχουν αναφέρει ότι υπάρχει αύξηση στο εύρος της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής αλλά δεν είναι γνωστό πόσο σημαντική είναι. Οι McNee et al το 2006 πραγματοποίησαν έρευνα προκειμένου να εξακριβώσουν τη χρησιμότητα της εφαρμογής γύψου σε παιδιά με σπαστική εγκεφαλική παράλυση ηλικιών πάνω από 5 χρονών με μέτρια σπαστικότητα στους πελματιαίους καμπήρες της ποδοκνημικής. Όταν τα παιδιά βρίσκονταν σε 90 μοίρες ραχιαίας κάμψης είχαν την ποδοκνημική με το γόνατο κεκαμμένο προκειμένου να εφαρμοστεί ο γύψος. Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι μικρές αλλά σημαντικές αλλαγές στο παθητικό και δυναμικό εύρος τροχιάς προέκυψαν στη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής.

Ένα αρνητικό που αναφέρθηκε μέσα στην έρευνα είναι ότι σε μακροπρόθεσμη εφαρμογή γύψου μπορεί να προκύψει έλλειμμα στην τάση της μυοτενόντιας μονάδας καθώς και να επέλθει ατροφία. Επίσης είναι πιθανό ότι η βραχυπρόθεσμη εφαρμογή γύψου καθυστερεί την ανάπτυξη των παραμορφώσεων σε κάποια παιδιά. Η συνολική διάρκεια εφαρμογής του διαδοχικού γύψου είναι 2-8 εβδομάδες (Bressel & McNair, 2002; Pizzi et al, 2005; Katalinic et al, 2010).

Η παρατεταμένη μυϊκή διάταση με γύψο είναι χρονοβόρα και ακριβή μορφή θεραπείας και μπορεί να αντενδείκνυται σε ασθενείς με Κάκωση νωτιαίου μυελού λόγω της ευαισθησίας τους στις κατακλίσεις. Επίσης μπορεί να παρουσιασθούν κυκλοφορικά προβλήματα, απαιτεί εξειδίκευση των θεραπειών για χρήση τους και λόγω της ακινητοποίησης που επιφέρουν εμποδίζουν τις καθημερινές δραστηριότητες. Τέλος, τα αποτελέσματα των γύψων είναι βραχυπρόθεσμα (Harvey et al, 2000; Mortenson & Eng, 2003; Yasukawa et al, 2008; Lundequam & Willis, 2009).

Τέλος, οι Glanzman et al σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2004 σε 55 παιδιά με σπαστική εγκεφαλική παράλυση ανέφεραν ότι η χρήση γύψου μπορεί να είναι αποτελεσματική θεραπεία για τη σπαστικότητα με ή χωρίς τη χρήση ένεσης Botox.

Συμπερασματικά, η χρήση γύψου αν και έχει θετική επίδραση στη σπαστικότητα, είναι χρονοβόρα, ακριβή, μπορεί να οδηγήσει σε ατροφίες της μυοτενόντιας μονάδας και αντενδείκνυται σε περιπτώσεις ατόμων με κάκωση Νωτιαίου Μυελού διότι προκαλούνται εύκολα κατακλίσεις.

5.2.4 Νάρθηκας- Ορθώσεις

Μια όρθωση ή νάρθηκας είναι μια εξωτερική συσκευή σχεδιασμένη να εφαρμόζει, να μοιράζει και να απομακρύνει δυνάμεις προς ή από το σώμα σε έναν ελεγχόμενο τρόπο για να ελέγξουμε τις κινήσεις του σώματος και/ ή να μεταβάλλουμε το σχήμα των ιστών του σώματος (Bavicatte & Gaber, 2009). Ο νάρθηκας είναι ένα μέσο που βοηθάει στη μείωση του αυξημένου μυϊκού τόνου και τη διαχείριση του τόνου μέσω χαμηλού φορτίου παρατεταμένης διάρκειας διάταξη (Lundequam & Willis, 2009). Οι νάρθηκες είναι άνετοι και αποδεκτοί όταν φοριούνται για κάποιες ώρες. Από την χαλάρωση των ενάντια στους σπαστικούς μύες, οι νάρθηκες βελτιώνουν το ενεργητικό εύρος τροχιάς των ανταγωνιστών (Gracies et al, 2000; Lannin et al, 2003; Yasukawa et al, 2008). Οι στόχοι της εφαρμογής των νάρθηκων είναι η μείωση της σπαστικότητας, αύξηση στο εύρος τροχιάς κίνησης, αύξηση της λειτουργικότητας, μείωση στον πόνο και την πρόληψη των παραμορφώσεων (Tsai et al, 2001; Lannin et al, 2003; Lai et al, 2008; Yasukawa et al, 2008). Οι νάρθηκες διακρίνονται σε όρθωση ποδός, έσω υποδήματος, σε υποστηρικτές πέλματος, νάρθηκες αντιβραχίου/χεριού/αγκώνα, στον σπονδυλικό νάρθηκα, σε νάρθηκες γόνατος, κηδεμόνα ισχίου κ.α. (Bavicatte & Gaber, 2009). Τα υλικά των νάρθηκων και ορθώσεων ποικίλλουν από δυναμικά σε σταθερά, μπορούν να καλύψουν έναν αριθμό αρθρώσεων και μπορούν να περιλαμβάνουν μηχανισμό (Autti- Ramo et al, 2006).

Υπάρχουν θερμοπλαστικοί νάρθηκες που υποστηρίζουν το άνω άκρο, και αντίθετα οι άκαμπτοι ή πολυπροπυλενικοί νάρθηκες που υποστηρίζουν το κάτω άκρο. Επίσης τα ορθωτικά lycra προσφέρουν μια εναλλακτική λύση στους θερμοπλαστικούς

νάρθηκες για τη διαχείριση της στάσης του άνω άκρου (Bhakta, 2000). Οι Gracies et al το 2000 ερευνήσαν τη χρήση των δυναμικών νάρθκων Lycra σε ασθενείς 36-85 ετών με ημιπληγία από ΑΕΕ και σπαστικότητα άνω άκρου. Το συμπέρασμα που έβγαλαν ήταν ότι οι ασθενείς που φόρεσαν το νάρθηκα είχαν μια μικρή αλλά σημαντική μείωση στο οίδημα των δαχτύλων και του αντιβραχίου, βελτίωσαν τη στάση του καρπού και μειώθηκε η σπαστικότητα των καμπτήρων καρπού και δαχτύλων. Παρ' όλα αυτά παρατήρησαν ότι κανένα σημαντικό αποτέλεσμα δε διατηρήθηκε για πάνω από τρεις ώρες.

Ένα αρνητικό των νάρθκων είναι ότι συμβάλλουν στην αύξηση της κάμψης του καρπού όταν εφαρμόζονται στο αντιβράχιο. Οι Kerem et al το 2007 ανέφεραν την αποτελεσματικότητα στην αναχαίτιση της σπαστικότητας και των ανώμαλων προτύπων κίνησης της εφαρμογής νάρθκων σε παιδιά με Εγκεφαλική παράλυση σε ηλικίες 36-82 μηνών σε άνω και κάτω άκρο για 20 λεπτά, 5 μέρες την εβδομάδα για 3 μήνες. Οι Lai et al το 2008 εφάρμοσαν δυναμικό νάρθηκα σε χρόνιους ασθενείς με ΑΕΕ και κάκωση νωτιαίου μυελού για τη σπαστικότητα στο κάτω άκρο. Ο νάρθηκας εφαρμόστηκε στην άρθρωση της ποδοκνημικής παράγοντας παρατεταμένη διάταση σε θέση ραχιαίας κάμψης κατά τη διάρκεια ανάπαυσης ή ύπνου για 6-8 ώρες. Από την εφαρμογή αυτή συμπέραναν ότι η χρήση του δυναμικού νάρθηκα είναι ωφέλιμη στη μείωση της σπαστικότητας και στη βελτίωση του εύρους τροχιάς χωρίς να αναφερθούν αρνητικά αποτελέσματα.

Οι Lundequam & Willis σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2009 σε ένα μικρό κοριτσάκι 5 χρόνων με Εγκεφαλική Παράλυση εφάρμοσαν έναν δυναμικό νάρθηκα στην ποδοκνημική άρθρωση σε συνεδρίες μαζί με manual therapy και ενεργητική άσκηση. Η εφαρμογή του νάρθηκα διατηρούσε το άκρο σε θέση ραχιαίας κάμψης προκαλώντας διάταση στο γαστροκνήμιο μυ. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα αυτή ήταν ότι μπορούσε να ωφεληθεί χωρίς να προκαλεί προβλήματα στο δέρμα και οδήγησε σε βελτιωμένο εύρος τροχιάς στην ποδοκνημική άρθρωση κατά την περίοδο 4 μηνών εφαρμογής σε συνδυασμό και με κλασική φυσικοθεραπεία.

Οι Pizzi et al το 2005 σε άτομα με υποξύ ΑΕΕ ηλικίας 18-80 ετών εφάρμοσαν νάρθηκες στο άνω άκρο και κυρίως στην άκρα χείρα διατηρώντας τη σε θέση ανάπαυσης, τον καρπό σε 30° έκταση, τον αντίχειρα σε απαγωγή, και τις μεσοφαλαγγικές και μετακαρποφαλαγγικές αρθρώσεις των 4 δαχτύλων σε κάμψη. Η διάρκεια εφαρμογής του συγκεκριμένου νάρθηκα ήταν 90 λεπτά ανά συνεδρία. Τα αποτελέσματα της έρευνας σχετίστηκαν με τη μείωση της σπαστικότητας και του πόνου και την αύξηση του εύρους τροχιάς στην άρθρωση του καρπού. Επίσης οι ερευνητές πρότειναν τη χρήση του συγκεκριμένου νάρθηκα αντί της χρήσης των αντισπαστικών φαρμάκων στην περίπτωση αρνητικών αποτελεσμάτων ή κακής ανεκτικότητας στα φάρμακα.

Οι Lannin et al το 2007 χρησιμοποίησαν έναν νάρθηκα στην άκρα χείρα ενήλικων ατόμων με υποξύ προς χρόνιο ΑΕΕ διατηρώντας τον καρπό σε θέση διάτασης για 12 ώρες τη νύχτα για μια περίοδο 4 εβδομάδων. Από την έρευνα αυτή βρέθηκε ότι ο νάρθηκας δεν αύξησε την εκτασιμότητα των καμπτήρων μυών στην περίοδο που εφαρμόστηκε. Επίσης η εφαρμογή νάρθηκα δεν παράγαγε κλινικά χρήσιμα αποτελέσματα όπως τη μείωση στη σπαστικότητα που αναμενόταν ούτε πρόλαβε τη μείωση του εύρους τροχιάς. Επομένως συμπέραναν ότι δεν μειώθηκε σημαντικά η σπαστικότητα μετά τη χρήση 4 εβδομάδων νάρθηκα.

A) Κνημοποδοικοί νάρθηκες (KAFO)

Οι ορθώσεις KAFO είναι στατικές και δυναμικές (με γωνία ποδοκνημικής που ρυθμίζεται από ένα ελατήριο επιτρέποντας κίνηση). Αυτές οι ορθώσεις κρατούν την ποδοκνημική άρθρωση σε μέγιστη γωνία ραχιαίας κάμψης με το γόνατο πλήρως εκτεταμένο (Εικ 5.2.7). Η χρήση των ορθώσεων KAFO στην ανάπαυση είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με τη χρήση τους κατά τη διάρκεια της ημέρας (Maas et al, 2012).



Εικόνα 5.2.7 Μηροκνημοποδικός νάρθηκας (<http://megep.meb.gov.tr>)

Οι Maas et al το 2012 έκαναν μια έρευνα σχετικά με την εφαρμογή όρθωσης στη διόρθωση της ιπποποδίας σε παιδιά με Εγκεφαλική Παράλυση. Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέφεραν βελτίωση στο εύρος τροχιάς στο γόνατο και την ποδοκνημική άρθρωση αλλά οι ερευνητές υπέδειξαν ότι δεν είναι γνωστό το πόσο επιδρά αυτή η θεραπεία.

B) Νάρθηκες έσω υποδήματος (AFO)

Συχνά μια όρθωση AFO χρησιμοποιείται για να διατηρήσει την κινητικότητα που έχει αποκτηθεί με προηγούμενες θεραπείες. Ενώ η όρθωση AFO είναι αποτελεσματική στη διατήρηση του εύρους τροχιάς, δε βοηθάει στην αύξηση του εύρους τροχιάς (Εικ 5.2.8). Η όρθωση έσω υποδήματος κρατάει το πόδι σε ουδέτερη θέση για βάδιση (Lundequam & Willis, 2009). Για την αποτελεσματικότητα των νάρθηκων έσω υποδήματος οι απόψεις διίστανται. Μερικές μελέτες αναφέρουν ότι δεν έχουν θετικά αποτελέσματα σε άτομα με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ άλλες μελέτες αναφέρουν ότι έχουν ωφέλιμα αποτελέσματα σε σπαστικούς ασθενείς εκτός των ατόμων με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Cakar et al, 2010).



Εικόνα 5.2.8 Νάρθηκας έσω υποδήματος (<http://www.ourhealthnetwork.com>)

Περιβάλλοντας το πόδι ολοκληρωτικά και σφιχτά οι ορθώσεις AFOs μειώνουν το μυϊκό τόνο, προλαμβάνουν τις παραμορφώσεις, διορθώνουν την ιπποποδία και την καμπύλη που προκαλεί στο πέλμα, διευκολύνουν τη δραστηριότητα του τετρακέφαλου μυός, μειώνουν τη πρόσθια κλίση της πυέλου και αυξάνουν την έκταση του ισχίου και συνεπώς επαναφέρουν την ισορροπία και τη βάδιση (Autti- Ramo et al, 2006; Cakar et al, 2010). Ένα θετικό του κνημοποδικού νάρθηκα ως προς τον νάρθηκα έσω υποδήματος είναι ότι επιβάλλει έκταση γόνατος και ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής ταυτόχρονα. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να οδηγήσει σε διάταση του γαστροκνημίου μυός (Maas et al, 2012). Οι Cakar et al το 2010 ανέφεραν τη χρήση όρθωσης έσω

υποδήματος (AFO) σε άτομα με ΑΕΕ ηλικίας 35-80 ετών και παρατήρησαν ότι οι ασθενείς βελτίωσαν την ισορροπία τους και την ποιότητα βάδισης, η σπαστικότητα στην ποδοκνημική άρθρωση μειώθηκε, διορθώθηκε η ιπποποδία και διορθώθηκε η πρόσθια προβολή της πύελου. Το συμπέρασμα που βγήκε από όλα αυτά ήταν ότι με τη χρήση των ορθώσεων έσω υποδήματος μπορεί να προληφθούν οι πτώσεις.

Οι Blanton et al το 2002 μελέτησαν στην περίπτωση ενός ατόμου με αιμορραγία στον εγκέφαλο τη χρήση της όρθωσης έσω υποδήματος και συμπέραναν ότι αποτελεσματικά μπορεί να ωφελήσει σε άτομα με μέτριο προς ήπιο τόνο, ενώ δεν χρησιμοποιείται σε άτομα με σοβαρή σπαστικότητα. Επιπλέον η χρήση της όρθωσης βοηθάει στη βελτίωση του εύρους τροχιάς και οι ερευνητές πρότειναν ότι μπορεί να χρησιμεύσει ως μια καλή εναλλακτική θεραπεία

· **Στατικοί νάρθηκες**

Μία εναλλακτική μέθοδος για τη μείωση των συσπάσεων μέσω μίας χαμηλού φορτίου παρατεταμένης διάτασης προϋποθέτει τη χρήση μιας όρθωσης για να διατηρήσει την άρθρωση σε μία θέση διάτασης (Εικ 5.2.9). Οι στατικές ρυθμιζόμενες ορθώσεις έχουν κάποια πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβάνοντας: 1) Βοηθούν να επιτευχθούν συχνές και σιγανές διατάσεις των αρθρώσεων προκειμένου να αυξηθεί το εύρος τροχιάς της άρθρωσης, 2) το μηχάνημα ρυθμίζεται εύκολα και γρήγορα, 3) βοηθούν στη λειτουργική αποκατάσταση, 4) μπορούν να ενταχθούν μόνιμα στο πρόγραμμα του ασθενή στο σπίτι για τη διατήρηση ή την περαιτέρω αύξηση του εύρους τροχιάς (Blanton et al, 2002; Lannin et al, 2007; Yasukawa et al, 2008).



Εικόνα 5.2.9 Στατικός νάρθηκας για την άκρα χείρα (<http://www.orthoconsult.be/>)

Ο νάρθηκας αντανακλαστικής αναχαίτισης (RIS) είναι κοινά χρησιμοποιούμενος από φυσικοθεραπευτές για την πρόληψη των αρθρικών παραμορφώσεων και για τη μείωση της υπερτονίας των ημιπληγικών άνω άκρων (Pizzi et al, 2005). Οι προσαρμοζόμενοι νάρθηκες και οι νάρθηκες γάντια, σχεδιάστηκαν για να πρηνίζουν και να εκτείνουν τον αγκώνα, να εκτείνουν τον πήχη και τα δάχτυλα, επίσης ο αντίχειρας είναι σε απαγωγή, και τα μετακάρπια και οι εγγύς μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις είναι σε κάμψη (Εικ 5.2.10). Αυτό βοηθάει στη βελτίωση της λειτουργικότητας του άνω άκρου (Gracies et al, 2000; Lannin et al, 2003; Pizzi et al, 2005; Andringa et al, 2013). Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της εφαρμογής του νάρθηκα αυτού υπάρχει φτωχή ανεκτικότητα σε παρατεταμένη περίοδο εφαρμογής και πιθανότητα πρόκλησης ανικανότητας από την ακινητοποίηση, έλλειμμα στο εύρος τροχιάς, εάν εφαρμοστεί στην παλαμιαία επιφάνεια του χεριού υπάρχει περίπτωση να αυξήσει τη σπαστικότητα, άρα να μειώσει και τη λειτουργικότητα (Gracies et al, 2000; Lannin et al, 2003; Pizzi et al, 2005; Andringa et al, 2013). Συνήθως εφαρμόζονται 2-3 ώρες τη μέρα για περίοδο 2-8 εβδομάδων (Lannin et al, 2003; Pizzi et al, 2005).

Οι Andringa et al το 2013 πραγματοποίησαν μελέτη σε έναν αριθμό ασθενών 23-80 χρόνων με χρόνιο ΑΕΕ προκειμένου να εξακριβώσουν την επίδραση των στατικών ορθώσεων σε ασθενείς με σπαστικότητα. Συμπερασματικά μία στατική όρθωση μπορεί να είναι χρήσιμη στην πρόληψη των συσπάσεων στους χρόνιους εγκεφαλικούς ασθενείς. Ένα αρνητικό που παρατηρήθηκε στη μελέτη αυτή είναι ότι ένας αριθμός ασθενών δεν μπορούσε να ανεχθεί το στατικό νάρθηκα για παραπάνω από 8 ώρες.

Τέλος οι νάρθηκες νυκτός χρησιμοποιούνται τη νύχτα ή σε περιόδους ανάπαυσης κατά τη διάρκεια της μέρας. Παρ' όλο που η χρήση αυτών των νάρθικών μπορεί να είναι αποτελεσματική, λόγω της ενόχλησης που μπορεί να προκαλέσει στον ύπνο και την ανεξάρτητη προσωπική υγιεινή είναι θέματα που τον καθιστούν ακατάλληλο για κάποιους ασθενείς (Farmer et al, 2005; Maas et al, 2012).



Εικόνα 5.2.10 Νάρθηκας αντανακλαστικής αναχαίτισης (τροποποίηση από Pizzi et al, 2005)

· **Δυναμικοί Νάρθηκες/ Δυναμικές ορθώσεις**

Οι δυναμικοί νάρθηκες βοηθούν στη μείωση της σύσπασης και του τόνου μέσω χαμηλού φορτίου, παρατεταμένης διάρκειας διάταξη (Εικ 5.2.11). Επιτρέπουν τη διατήρηση του τελικού εύρους τροχιάς του κάθε ασθενή για μεγαλύτερο χρόνο και έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικοί στη μείωση των συσπάσεων (Yasukawa et al, 2008; Lundequam & Willis, 2009). Χαρακτηριστικά παραδείγματα των δυναμικών νάρθικών-ορθώσεων είναι το dynasplint και το ultraflex (Farmer et al, 2005; Lai et al, 2008; Yasukawa et al, 2008).



Εικόνα 5.2.11 Εφαρμογή δυναμικού νάρθηκα στην ποδοκνημική άρθρωση (Lundequam & Willis, 2009)

Συμπερασματικά, η χρήση νάρθηκων είναι ωφέλιμη για τη διατήρηση ή αύξηση του εύρους τροχιάς, τη σταθεροποίηση των αρθρώσεων, τη μείωση του μυϊκού τόνου, τη βελτίωση της λειτουργικότητας και τη μείωση των παραμορφώσεων. Οι KAFO έχουν πλεονέκτημα στη χρήση τους σε σχέση με τους AFO διότι αυξάνουν το εύρος τροχιάς, ενώ οι AFO απλά το διατηρούν, σταθεροποιούν παραπάνω από μία αρθρώσεις και αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να βελτιώνουν περισσότερο τη λειτουργικότητα και να διατηρούν την ισορροπία. Ενώ οι νάρθηκες εφαρμόζονται για παρατεταμένη διάρκεια, δεν είναι εύκολα ανεκτοί από τους ασθενείς για παραπάνω από 8 ώρες, κάτι που αναφέρθηκε στις περισσότερες από τις έρευνες.

5.3 Τεχνικές Νευρομυϊκής διευκόλυνσης

Διάφορες φυσικοθεραπευτικές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για να βελτιώσουν τη λειτουργικότητα σε σπαστικούς ασθενείς περιλαμβάνοντας τεχνικές διευκόλυνσης όπως η PNF, η μέθοδος Brunnstrom, η μέθοδος Bobath, ο ηλεκτρικός ερεθισμός (Διαδερμικός ηλεκτρικός ερεθισμός, Λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός), η θεραπεία παραγόμενης κίνησης με περιορισμό (Constraint Induced Movement Therapy), ο διακρανιακός μαγνητικός ερεθισμός και η θερμική παρέμβαση για τη διευκόλυνση της αποθεραπείας αισθητικότητας και κινητικότητας (Hsieh et al, 2009; Kawahira et al, 2010; Akosile & Fabunmi, 2011; Khalili & Rasolzadeh, 2011). Οι στόχοι αυτών των παρεμβάσεων είναι α) να ελαχιστοποιήσουν την ανάπτυξη των δευτερευόντων προβλημάτων (συσπάσεις και παραμορφώσεις) μειώνοντας ή ομαλοποιώντας τον τόνο, διευκολύνοντας την επαρκή διάταση στους μύες και αυξάνοντας το ενεργητικό εύρος τροχιάς, β) να ενδυναμώσουν μύες με μειωμένη μυϊκή δύναμη γ) να βελτιώσουν την κινητικότητα και να αποκτήσουν λειτουργικές κινητικές δεξιότητες και δ) να προάγουν λειτουργική ανεξαρτησία (Papavasiliou, 2009; Khalili & Rasolzadeh, 2011). Ένα χαρακτηριστικό αυτών των τεχνικών είναι η διευκόλυνση κίνησης μέσω αισθητικών ερεθισμάτων ειδικά στους ιδιοδεκτικούς και απτικούς υποδοχείς των μυών και των αρθρώσεων (Kakebeeke et al, 2005; Carr & Shepherd, 2006).

Αυτό επιτυγχάνεται φέρνοντας το μυ σε μία κατάσταση φυσιολογικής διάτασης χωρίς να προκληθεί μη φυσιολογική αντίδραση του μυοτατικού αντανακλαστικού ή συ-σύσπαση των ανταγωνιστών μυών (Akosile & Fabunmi, 2011). Ο τύπος και ο ρυθμός της θεραπείας εξαρτάται από τα επίπεδα της έκτασης και τη δυσλειτουργία που προκαλείται από τη σπαστικότητα (Khalili & Rasolzadeh, 2011).

5.3.1 Θεραπεία Παραγωγής Κίνησης με Περιορισμό (CIMT)

Η θεραπεία παραγωγής κίνησης με περιορισμό (CIMT) είναι μια τεχνική αποκατάστασης κυρίως για ημιπάρεση που αποτελείται από την ακινητοποίηση του υγιούς άνω άκρου, ώστε να μη συμμετέχει στις κινητικές δραστηριότητες, ενώ εντατικά επανεκπαιδεύεται το επηρεασμένο άνω άκρο και η άκρα χείρα για να βελτιώσει την επίδοση των λειτουργικών κινητικών στόχων (Patel, 2005; Carr & Shepherd, 2006; Boake et al, 2007; Alexandru et al, 2011).



Εικόνα 5.3.1 Εφαρμογή Constraint Induced Movement Therapy σε ασθενή με ημιπληγία (<http://www.gardenstatept.com>)

Οι συνεδρίες θεραπείας περιλαμβάνουν σκοπούς επίδοσης μόνο για το επηρεασμένο άνω άκρο (Εικ 5.3.1). Οι κινήσεις στοχεύουν στο να διατηρείται η άκρα χείρα σε έκταση στις περισσότερες αρθρώσεις της, ενώ προάγουν τη σύλληψη, την άρση αντικειμένου και την τοποθέτηση. Οι στόχοι είναι ατομικά επιλεγμένοι σύμφωνα με τη λειτουργική ατέλεια, για να διασφαλίσει την επιτυχή εμπειρία και να προλάβει τη δυσλειτουργία που θα επιφέρει ανικανότητα (Atteya et al, 2004). Η δυσκολία είναι προοδευτικά αυξανόμενη χρησιμοποιώντας τεχνικές συμπεριφοράς σχηματισμού και επιτυχημένης προσέγγισης (Page et al, 2002; Boake et al, 2007). Επί πρόσθετα στις ατομικές θεραπευτικές συνεδρίες, οι ασθενείς φορούν έναν νάρθηκα γάντι στο υγιές άκρο κατά τη διάρκεια του 90% των πρωινών ωρών, εξαιρώντας δραστηριότητες όταν το ρίσκο τραυματισμού μπορεί να αυξηθεί (Page et al, 2004; Chen & Shaw, 2006; Sun

et al, 2006; Page et al, 2008; Lin et al, 2009). Ο νάρθηκας γάντι απελευθερώνει το υγιές άνω άκρο ώστε να βοηθάει στις μεταφορές και τη βάδιση, αλλά προλαβαίνει τη χρήση των μη επηρεασμένων δαχτύλων για να κινητοποιεί αντικείμενα και την αναγκαία χρήση του επηρεασμένου άκρου να εκτελεί καθημερινές δραστηριότητες.

Η κινητική βελτίωση σχετίζεται με τη μεγέθυνση της περιοχής της φλοιϊκής διέγερσης περιοχών που σχετίζονται με τον έλεγχο της κίνησης της περιοχής της άκρας χείρας. Από διάφορες έρευνες έχει αναφερθεί σημαντική βελτίωση στην ποιότητας της εκτέλεσης των καθημερινών δραστηριοτήτων χρησιμοποιώντας το επηρεασμένο άκρο (Page et al, 2002; Carr & Shepherd, 2006). Επι πρόσθετα έχει βρεθεί ότι σημαντικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στην περίοδο 2 εβδομάδων θεραπείας για πέντε μέρες την εβδομάδα, έξι ώρες τη μέρα (Atteya et al, 2004; Page et al, 2004; Chen & Shaw, 2006; Lin et al, 2009; Kawahira et al, 2010). Έχει αποδειχτεί ότι η εκτέλεση της τροποποιημένης διαχείρισης της θεραπείας CIMT κατά τη διάρκεια πρόωρης αποκατάστασης είναι ασφαλής και εφικτή. Ένα χαρακτηριστικό της εφαρμογής της CIMT είναι το πλεονέκτημα της να περιλαμβάνει το λιγότερο 20 μοίρες έκτασης του καρπού και 10 μοίρες σε κάθε μετακαρποφαλαγγική και μεσοφαλαγγική άρθρωση του επηρεασμένου άνω άκρου (Sun et al, 2006). Οι μοίρες αυτές βοηθούν το άκρο να είναι λειτουργικό και να μπορεί να εκτελεί καθημερινές δραστηριότητες. Σε έρευνα των Page et al το 2002 επιλέχθηκε μια 68χρονη ασθενής η οποία υπέστη 5 μήνες πριν ΑΕΕ. Μετά από την εφαρμογή CIMT 5 ημέρες τη βδομάδα, για 5 ώρες τη μέρα φάνηκαν βελτιώσεις στη λειτουργικότητα όπως παρατηρήθηκε από μετρήσεις με την κλίμακα Fugl-Meyer. Σε έρευνα τους το 2004 σε 17 ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ (>1χρόνο) με ημιπάρεση, ηλικίας 37-76 ετών παρατήρησαν βελτίωση 18,4 βαθμών στη κλίμακα Fugl-Meyer και 11,4 βαθμούς στην ARAT. Σε ακόμα πιο πρόσφατη έρευνα τους το 2008 σε 33 ασθενείς ηλικιών 47-76 με χρόνια ΑΕΕ βρήκαν παρόμοια αποτελέσματα με την προηγούμενη μελέτη τους. Παρ' όλα αυτά, ενώ τη χαρακτήρισαν πολλά υποσχόμενη τεχνική, τόνισαν ότι δεν είναι εύκολα εφαρμοζόμενη σε αρκετές κλινικές καταστάσεις.

Οι Boake et al το 2007 πραγματοποίησαν έρευνα σε ενήλικες ημιπληγικούς ασθενείς μετά από ΑΕΕ σε υποξύ στάδιο σχετικά με τη αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της τεχνικής CIMT σε σχέση με την κλασσική φυσικοθεραπεία. Οι θεραπευτικές συνεδρίες αποτελούνταν από εντολές λειτουργικών στόχων όπως σύλληψη, γροθιά, άρση αντικειμένων και τοποθέτηση. Χρησιμοποιήθηκε περιορισμός στο υγιές άκρο κατά τη διάρκεια του 90% των ωρών που ήταν ξύπνιοι οι ασθενείς. Οι συνεδρίες είχαν διάρκεια 3 ώρες τη μέρα, 6 μέρες την εβδομάδα και η θεραπεία διήρκησε για 14-15 μέρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή CIMT είχε καλά αποτελέσματα στην ποιότητα εκτέλεσης των καθημερινών δραστηριοτήτων χρησιμοποιώντας το επηρεασμένο άκρο, όπως παρατηρήθηκε από μετρήσεις της κλίμακας Fugl-Meyer. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αν και η CIMT είχε θετικά αποτελέσματα, δε διέφερε σημαντικά από τη συμβατική φυσικοθεραπεία. Επίσης συμπεράναν ότι η κινητική βελτίωση οφειλόταν στις πλαστικές αλλαγές που προκύπτουν στον εγκέφαλο. Επίσης η έρευνα αυτή συμφωνεί με το συμπέρασμα της έρευνας των Lin et al το 2009 οι οποίοι εφάρμοσαν επίσης CIMT με παρόμοιο πρωτόκολλο θεραπείας σε ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ και κατέληξαν στο γεγονός ότι η ηλικία του ασθενή και το στάδιο στο οποίο λαμβάνει τη θεραπεία είναι κρίσιμοι παράγοντες στην αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της θεραπείας. Οι Lin et al, παρ' όλα αυτά δεν βρήκαν αποδείξεις να υποστηρίξουν εάν και κατά πόσο η εφαρμογή CIMT επηρεάζει τη σπαστικότητα. Επίσης ο Atteya το 2004 πραγματοποίησε έρευνα για την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής CIMT σε 6 ασθενείς με υποξύ ΑΕΕ ηλικιών 45-67 ετών σε σχέση με τη συμβατική θεραπεία, παρατήρησαν διαφορά στις τιμές της Fugl-Meyer και της ARAT σε σύγκριση με τη συμβατική θεραπεία όπου οι τιμές έμειναν σταθερές ή μειώθηκαν. Παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή CIMT θα μπορούσε να επιφέρει κόπωση λόγω της έντασης της εφαρμογής και της διάρκειας του περιορισμού.

Μελέτες με παιδιά με σπαστικότητα (Εικ 5.3.2) έχουν αναφέρει σημαντικά αποτελέσματα, όχι μόνο για τα παιδιά με ημιπληγία αλλά επίσης και σε παιδιά με σπαστική διπληγία και ασύμμετρη τετραπληγία (Mayston et al, 2001).



Εικόνα 5.3.2 Εφαρμογή Constraint Induced Therapy σε παιδιά με σπαστική ΕΠ
(<http://therapyfunzone.net>)

Στην περίπτωση της ημιπληγίας τα αποτελέσματα είναι ξεκάθαρα, αλλά προσπάθειες προτείνουν ότι η καταναγκαστική χρήση των κάτω άκρων παιδιού με σπαστική διπληγία ενώ ταυτόχρονα περιορίζονται τα χέρια οδηγούν σε βελτιωμένη δραστηριότητα των κάτω άκρων για στάση και βάδιση (Mayston et al, 2001).

Καμία σημαντική παρενέργεια δεν επέρχεται κατά τη διάρκεια της θεραπευτικής περιόδου, και κανένα έλλειμμα κινητικής λειτουργίας συνήθως δεν προκαλείται από το νάρθηκα στο υγιές χέρι. Αντίθετα αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι δύσκολη στην εκτέλεση στην αρχική φάση της αποκατάστασης, ειδικά σε ασθενείς με χαλαρότητα ή μικρή εκούσια κίνηση στα άνω άκρα τους (Chen & Shaw, 2006). Επίσης μπορεί να επέλθει κόπωση στον ασθενή λόγω του πολύωρου περιορισμού του άκρου, με αποτέλεσμα ο ασθενής να προσπαθεί να κινήσει το αμέτοχο άκρο (Page et al, 2008).

Για λόγους όπως η φτώχη συμμόρφωση, οι τεχνικές δυσκολίες, και το πιθανό υψηλό κόστος, δεν ήταν πιθανό να ακολουθήσουν το αρχικό πρωτόκολλο και μια τροποποιημένη μορφή του CIMT παράχθηκε (Tariah et al, 2010).

Μια διαφορά της τροποποιημένης μορφής σε σχέση με την αρχική μορφή ήταν με βάση το χρόνο και τη διάρκεια της τροποποιημένης παρέμβασης, των 2 ωρών τη μέρα για 2 μήνες (Page et al, 2004; Tariah et al, 2010).

Σε έρευνα που διεξήχθη το 2010 από τους Sun et al σε ασθενείς με σπαστικότητα στο άνω άκρο μετά από χρόνια ΑΕΕ των οποίων οι ηλικίες κυμαίνονταν από 18 μέχρι 80, εφαρμόστηκε συνδυασμός CIMT με ένεση Botox. Το πρόγραμμα περιλάμβανε εντατική θεραπεία του επηρεασμένου άνω άκρου 2 ώρες τη μέρα, για 3 φορές την εβδομάδα, ενώ στο υγιές άνω άκρο είχε τοποθετηθεί νάρθηκας για τουλάχιστον 5 ώρες τη μέρα, για 3 συνεχόμενους μήνες. Η διαδικασία περιλάμβανε το «shaping» το οποίο περιλαμβάνει ατομική επιλογή στόχου, βαθμιαία δυσκολία στόχων, θετική λεκτική ανατροφοδότηση και βοήθεια με κινήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στη σπαστικότητα στις 4 εβδομάδες και 3 μήνες μετά την ένεση όπως καταγράφηκε με τη κλίμακα Ashworth στην οποία οι τιμές μειώθηκαν σημαντικά. Επίσης διαπιστώθηκε ότι ο συνδυασμός της CIMT με τη Botox ήταν πολύ ισχυρότερος από τη Botox με τη συμβατική θεραπεία καθώς υπήρξε βελτίωση στο μυϊκό τόνο και τη κινητική λειτουργία του άνω άκρου. Τέλος, αυτά τα αποτελέσματα κράτησαν τουλάχιστον για 6 μήνες μετά το τέλος της θεραπείας.

Συμπερασματικά, η χρήση της τεχνικής CIMT έχει αρκετά θετικά αποτελέσματα στη λειτουργικότητα και στη μείωση του αυξημένου μυϊκού τόνου και αυτό οφείλεται στις πλαστικές αλλαγές που συμβαίνουν στον εγκέφαλο κατά την εφαρμογή της. Είναι κατάλληλη για ασθενείς ενήλικες και παιδιά. Τα αποτελέσματα της διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα μετά το τέλος της θεραπείας, και εξαρτώνται από την ηλικία και το στάδιο στο οποίο εφαρμόζεται. Από έρευνες έχει προταθεί ότι όσο πιο πρόωρο είναι το στάδιο της αποκατάστασης, τόσο πιο άμεσο θα είναι το αποτέλεσμα. Παρ' όλα αυτά η θεραπεία με περιορισμό κοστίζει αρκετά, απαιτεί μεγάλη ένταση και διαρκεί πολύ, πράγμα που επιφέρει κόπωση σε έναν αριθμό ασθενών.

5.3.2 Τεχνική Bobath

Η πιο παραδοσιακή και συχνή θεραπεία για παιδιά με ΕΠ και ενήλικες είναι η Νεύρο-αναπτυσσόμενη θεραπεία Bobath (Behzadi et al, 2014). Οι θεραπευτές που χρησιμοποιούν τη Bobath πιστεύουν ότι η Νεύρο-αναπτυσσόμενη θεραπεία συμβάλλει σε αποτελεσματική αποθεραπεία της κίνησης της επηρεασμένης πλευράς και της λειτουργικής δραστηριότητας (Wang et al, 2005). Η μοναδικότητα της μεθόδου βρίσκεται στις προσπάθειες να ενσωματώσει και τις δυο πλευρές του σώματος και την προσβεβλημένη και την υγιή. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην άμεση θεραπεία, για να ερεθίσει τη χρήση της επηρεασμένης πλευράς (Mikolajewska, 2012).

Έμφαση δίνεται στην επανεκπαίδευση φυσιολογικής ευθυγράμμισης και των φυσιολογικών προτύπων κίνησης βασισμένη στις αρχές θεραπείας Bobath. Σε αυτή την τεχνική, ένας ασθενής τοποθετείται σε θέση αναχαίτισης για να μειωθεί η σπαστικότητα (Εικ 5.3.3). Έπειτα, τα αντανακλαστικά και οι αντιδράσεις εκλύονται μέσω αισθητικών ερεθισμών για να βελτιώσουν την αίσθηση της φυσιολογικής κίνησης (Schmit et al, 2000; Yalcinkaya et al, 2014). Αυτά τα πρότυπα διευκολύνονται μέσω άμεσης αισθητικής και ιδιοδεκτικής εισροής, άμεσης δια χειρός διευκόλυνσης, του ελέγχου βασικού σημείου, και προφορικής και οπτικής ανατροφοδότησης (Wang et al, 2005; Yalcinkaya et al, 2014).



Εικόνα 5.3.3 Εφαρμογές Bobath σε παιδί με ΕΠ (<http://www.tratwa.sos.pl>)

Αναφέρεται να χρησιμοποιείται αυτή η προσέγγιση μειώνοντας την τμηματική αντανακλαστική υπερδιεγερσιμότητα μέσω της αναχαίτισης των τμηματικών αντανακλαστικών διαμέσου των Ιβ ενδιάμεσων νευρώνων (Bhakta, 2000). Η μη αμοιβαία Ιβ αναχαίτιση είναι η διαδικασία κατά την οποία οι Ιβ ενδιάμεσοι νευρώνες που δέχονται ώσεις από τις Ιβ προσαγωγές ίνες των τενόντιων οργάνων Golgi και τον εγκέφαλο, αναχαιτίζουν τη δράση των α κινητικών νευρώνων στους αγωνιστές και ανταγωνιστές μύες. Η ομαλοποίηση του μυϊκού τόνου, η επανεκπαίδευση της στατικής αντίδρασης και η επανεκπαίδευση για τον έλεγχο του κορμού είναι κάποιες από τις βασικές αρχές της τεχνικής Bobath και εφαρμόζεται εκτενώς κατά τη διάρκεια θεραπευτικής συνεδρίας για να βελτιστοποιήσει τις ισορροπιστικές αντιδράσεις και την ποιότητα κίνησης (Kerem et al, 2007; Papavasiliou, 2009; Alexandru et al, 2011; Bezhadi et al, 2014).

Το πρόγραμμα θεραπείας που ακολουθείται διαρκεί 40 λεπτά ανά συνεδρία, 5 φορές τη βδομάδα για ένα σύνολο 20 συνεδριών (Patel, 2005; Wang et al, 2005). Στο πρόγραμμα αποκατάστασης Bobath συνήθως χρησιμοποιούνται απαραίτητα ως επιπρόσθετα διάφορες ορθώσεις, μπάλες (Patel, 2005).

Οι ασθενείς με σπαστικότητα στη Bobath συνήθως παρουσιάζουν σημαντικές βελτιώσεις στον κινητικό και τονικό έλεγχο των κάτω άκρων (Papavasiliou, 2009). Η προσέγγιση Bobath στο κινητικό έλλειμμα δεν στοχεύει μόνο στο σώμα ως ένα σύνολο, αλλά επίσης ενσωματώνει την ανάπτυξη αισθητικών, αντιληπτικών και γνωστικών ικανοτήτων του ασθενή μέσα στη διαδικασία της θεραπείας (Wang et al, 2005). Η τεχνική Bobath κατευθύνεται μέσω επανεκπαίδευσης φυσιολογικού κινητικού προτύπου και φυσιολογικού ελέγχου της στάσης χειρίζοντας τις μεγαλύτερες αρθρώσεις του σώματος όπως του αυχένα, του ώμου, του ισχίου, του γόνατος κ.α. Η λαβή και καθοδήγηση αυτών των μεγάλων αρθρώσεων του σώματος, είναι ωφέλιμες για το στατικό έλεγχο και το μυϊκό τόνο (Chen & Shaw, 2006). Οι στόχοι δεν περιορίζονται στην κινητική εκτέλεση αλλά επίσης εστιάζουν στη μείωση της σπαστικότητας και του πόνου, και στην επανεκπαίδευση της ισορροπίας, της αισθητικότητας και της αυτοπεποίθησης (Schmit et al, 2000; Wang et al, 2005; Natarajan et al, 2008). Επιπλέον, οι θεραπευτές που εφαρμόζουν τη τεχνική Bobath θα πρέπει να είναι πολύ καλοί στην ανάλυση της φυσιολογικής ανθρώπινης κίνησης, έτσι είναι απαραίτητο για αυτούς να έχουν εξειδικευμένη γνώση στις περιοχές ανατομίας, νευροφυσιολογίας, νευρολογίας και εμβιομηχανικής (Mikolajewska, 2012).

Οι Tsorlakis et al το 2004 σε έρευνα που πραγματοποίησαν για την αποτελεσματικότητα της Νευροαναπτυσσόμενης τεχνικής Bobath σε παιδιά με Εγκεφαλική Παράλυση ηλικίας 3-14 ετών με ήπια προς μέτρια σπαστικότητα συμπέραναν αρχικά ότι για την σωστή χρήση αυτής της τεχνικής ο θεραπευτής θα πρέπει να έχει την κατάλληλη εμπειρία. Επίσης ένα χαρακτηριστικό αυτής της έρευνας ήταν ότι δεν είχε ομάδα ελέγχου αλλά δύο ομάδες παιδιών με ΕΠ που η

διαφορά στη θεραπεία ήταν στη συχνότητα του προγράμματος θεραπείας. Από τα αποτελέσματα οι ερευνητές συμπέραναν ότι η παρέμβαση με την τεχνική Bobath είχε σημαντικό αποτέλεσμα στην αδρή κινητική λειτουργία και πως τα αποτελέσματα ήταν πιο σημαντικά στις πιο μικρές ηλικίες. Επίσης οι Yalcinkaya et al το 2014 σε έρευνα τους κι εκείνοι σε παιδιά με ΕΠ με παραπλήσιο αριθμό συμμετεχόντων και παρόμοιο πρόγραμμα αποκατάστασης βρήκαν βελτίωση σε λειτουργικές κινήσεις όπως το σύρσιμο και το γονάτισμα τον πρώτο μήνα αποκατάστασης και τη βάδιση με τα άλματα κατά τους 3 μήνες μετά το ξεκίνημα της θεραπείας. Παρ' όλα αυτά οι τιμές στην κλίμακα Gross Motor Function ανάμεσα στα διαστήματα αξιολόγησης δεν βρέθηκαν να έχουν σημαντικές διαφορές.

Αντίθετα οι Wang et al το 2005 σε έρευνα τους σχετικά με την εφαρμογή της τεχνικής Bobath αντί άλλων τεχνικών σε άτομα με οξεία κατάσταση Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου εστίασαν στην επανεκπαίδευση των φυσιολογικών προτύπων κίνησης, με στόχο την ομαλοποίηση του μυϊκού τόνου, τον έλεγχο του κορμού και την επανεκπαίδευση της στάσης. Κάθε ασθενής έλαβε 40 λεπτά θεραπεία, 5 φορές τη βδομάδα για ένα σύνολο 20 συνεδριών. Η ηλικία των ασθενών που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 50-70 ετών και είχαν και ισχαιμικό και αιμορραγικό ΑΕΕ. Το συμπέρασμα που έβγαλαν οι ερευνητές ήταν ότι η τεχνική Bobath δεν ήταν πιο αποτελεσματική από τις άλλες θεραπείες που εφαρμόστηκαν, όπως μεταφορά, κάθισμα, βάδιση. Παρ' όλα αυτά οι ασθενείς που δέχτηκαν την τεχνική Bobath είχαν μια βελτίωση στη λειτουργικότητα όπως μετρήθηκε με τη κλίμακα Ashworth και επίσης απεδείχθη χρήσιμη στη μείωση του μυϊκού τόνου στα κάτω άκρα σε σχέση με τις άλλες θεραπείες. Τέλος άλλο ένα πράγμα που τονίστηκε σε αυτή τη μελέτη είναι ότι η Bobath δεν γενικεύεται για χρόνιους ασθενείς με ΑΕΕ. Η Mikolajewska σε έρευνα που πραγματοποίησε το 2012 για την αποτελεσματικότητα της Νευροαναπτυσσόμενης τεχνικής σε άτομα με ΑΕΕ σε μεγαλύτερο αριθμό ενήλικων ασθενών με υποξύ προς χρόνιο ΑΕΕ απέδειξε σημαντικές αλλαγές στην αποθεραπεία των ασθενών. Οι αλλαγές που σχετίζονται με το μυϊκό τόνο βρέθηκαν αρκετά σημαντικές στην αξιολόγηση με την κλίμακα Ashworth. Το αρνητικό που αναφέρεται

σε αυτή την έρευνα είναι ότι δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες για να συγκρίνουν τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής.

Ένα αρνητικό της τεχνικής είναι ότι συχνά υπάρχει μια σταθεροποίηση ή οπισθοδρόμηση στην κινητική ανάπτυξη στα παιδιά με ΕΠ, ειδικά σε μεγαλύτερα με σοβαρή σπαστικότητα στην οποία τα πρότυπα κίνησης είναι σταθερά και καμία περαιτέρω βελτίωση δεν αναμένεται (Tsorlakis et al, 2004).

Συμπερασματικά, μετά την εφαρμογή Bobath διαπιστώνεται από τις μελέτες βελτίωση στη λειτουργικότητα και τη σπαστικότητα. Τα αποτελέσματα είναι εξίσου σημαντικά σε ενήλικες και παιδιά.

Ένας σημαντικός παράγοντας είναι το στάδιο στο οποίο εφαρμόζεται, έτσι όσο πιο οξύ είναι το στάδιο τόσο σημαντικά είναι τα αποτελέσματα. Παρ' όλα αυτά χρειάζονται επιπλέον μελέτες για να διαπιστωθεί η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων, χρειάζεται εξειδικευμένη γνώση για να εφαρμοστεί και σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει σταθεροποίηση ή κινητική οπισθοδρόμηση σε μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά με σοβαρή σπαστικότητα.

5.3.3 ΤΕΧΝΙΚΕΣ PNF

Ένας αριθμός πρωτοκόλλων διάτασης έχει χρησιμοποιηθεί κλινικά για τη μείωση της σπαστικής υπερτονίας, όπως η νεύρο-αναπτυσσόμενη τεχνική Bobath, και την πιο πρόσφατη PNF (Schmit et al, 2000). Η PNF τεχνική συνδυάζει και παθητική και ενεργητική διάταση και βελτιώνει σημαντικά τη μυϊκή δύναμη και συνεργασία και συνδυάζει σύσπαση είτε διατεταμένου ή ανταγωνιστή μυός, και συχνά χρησιμοποιείται για να βελτιώσει το εύρος τροχιάς (Schmit et al, 2000; Gao et al, 2010). Η τεχνική PNF χρησιμοποιεί τον ερεθισμό των ιδιοδεκτικών υποδοχέων του μυός ή της άρθρωσης και λεκτική ή οπτική ανατροφοδότηση για να διευκολύνει τη σύσπαση της μυϊκής ομάδας (Εικ 5.3.4). Οι θεραπευτές οδηγούν τους μύες σε μια διαγώνια ή σπειροειδή κατεύθυνση με στατικά ή δυναμικά πρότυπα κίνησης για να επανακτήσουν τον κινητικό έλεγχο και να αυξήσουν τη μυϊκή ισχύ (Chen & Shaw, 2006).

Επιπλέον οι τεχνικές PNF μπορούν σημαντικά να βελτιώσουν την ελαστικότητα, τη δύναμη και τη λειτουργικότητα (Kawahira et al, 2004; Gao et al, 2010). Ο βαθμός της αποθεραπείας της εκούσιας κίνησης των ημιπληγικών άκρων μπορεί να εξαρτάται από την επανάληψη της εκούσιας κίνησης που υποστηρίζεται από τις τεχνικές PNF. Η παράταση των τεχνικών διευκόλυνσης γίνεται για να ενδυναμωθούν τα νευρικά κυκλώματα και να διατηρηθεί η βελτίωση της κινητικής λειτουργίας (Kawahira et al, 2004; Kawahira et al, 2010). Οι Kumar et al το 2012 σε μελέτη που πραγματοποίησαν σχετικά με την αποτελεσματικότητα της τεχνικής PNF σε ασθενείς με ΑΕΕ ηλικίας 50-70 ανέφεραν ότι εφάρμοσαν την τεχνική αυτή 3 φορές τη βδομάδα για 4 εβδομάδες και κάθε τεχνική διήρκησε 10 λεπτά. Ενώ στην ομάδα ελέγχου εφαρμόστηκαν ασκήσεις διατάσεων. Από τη μελέτη απέδειξαν ότι οι τεχνικές PNF είχαν σημαντικά αποτελέσματα στη βάδιση υποστηρίζοντας ότι αυξάνει τη ταχύτητα βάδισης και πως βελτιώνει τη λειτουργία των μυών κατά τη βάδιση. Επίσης σε αναφορά τους σε άλλες μελέτες συμφωνούν ότι η τεχνικές PNF βοηθούν στη

λειτουργική ανεξαρτησία και υποστηρίζουν ότι μπορούν να χρησιμεύσουν ως πρόσθετη θεραπεία σε ασκήσεις ενδυνάμωσης για τη βελτίωση της βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ.

Οι Kawahira et al σε έρευνα που πραγματοποίησαν το 2010 εφάρμοσαν μία τροποποιημένη μορφή της PNF. Αυτή περιλάμβανε 5-8 διαφορετικά κινητικά πρότυπα. Αναφέρθηκε βελτίωση στη συνέργεια των κινήσεων άνω άκρου και άκρας χείρας και η λειτουργία μεταφοράς αντικειμένων, δεν αναφέρθηκε κάτι σχετικό με την επίδραση της τεχνικής στη σπαστικότητα. Σχεδόν τα ίδια συμπεράσματα προέκυψαν σε έρευνα των ίδιων το 2004 όπου εφάρμοσαν την τεχνική αυτή στο κάτω άκρο σε ασθενείς με ΑΕΕ και ασθενείς με όγκο μετά από εγχείριση ηλικίας 33-70. Πιο συγκεκριμένα ανέφεραν ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση στην κινητική λειτουργία όπως διαπιστώθηκε από την αξιολόγηση μέσω των σταδίων της Brunnstrom όπου αυξήθηκαν κατά δύο μονάδες. Παρ' όλα αυτά δεν υπήρχε αξιολογη απόδειξη σχετικά με την ανωτερότητα της τεχνικής αυτής σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνικές φυσικοθεραπείας.

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Seo et al το 2012 για εφαρμογή της τεχνικής PNF σε συνδυασμό με ασκήσεις βάδισης σε ασθενείς με ΑΕΕ ηλικίας 59-64 χρόνων βρήκαν ότι ο συνδυασμός μπορεί να ωφελήσει στη λειτουργία της βάδισης, μειώνοντας το χρόνο του κάθε βήματος όπως παρατηρήθηκε κατά την αξιολόγηση που έκαναν. Επίσης άλλο ένα θετικό ήταν ότι αυξήθηκε η απόσταση του βαδίσματος ανάμεσα στα δυο πόδια των ασθενών. Ένα πράγμα που τόνισαν από την τεχνική PNF είναι πως με τα πρότυπα στα κάτω άκρα διέγειραν τους μύες με αποτέλεσμα την ενεργητική σύσπαση και συνέργεια κίνησης σε άκρα και κορμό. Η εφαρμογή της τεχνικής διήρκησε και στις δύο ομάδες 30 λεπτά.

Οι Kim et al το 2011 που ασχολήθηκαν με την εφαρμογή της PNF σε άτομα με χρόνια ΑΕΕ ηλικίας 50-57 ετών και βαθμό σπαστικότητας στην Ashworth μικρότερο ή ίσο με 2 πραγματοποίησαν τη θεραπεία για 30 λεπτά, 5 φορές τη βδομάδα για ένα σύνολο 6

εβδομάδων. Στα χαρακτηριστικά που περιλάμβαναν οι τεχνικές ήταν το κράτα-χαλάρωσε δηλαδή ο ασθενής διατηρούσε το άκρο του σε μία από τις 3 θέσεις που είχε δώσει ο θεραπευτής και όταν ο ασθενής αντιδρούσε στην αντίσταση του θεραπευτή, ο θεραπευτής μετακινούσε το άκρο στην αντίθετη κατεύθυνση. Επίσης εφαρμόστηκε ρυθμική σταθεροποίηση, ή αλλιώς ισομετρική άσκηση. Κατά τη διάρκεια αυτής της τεχνικής ο θεραπευτής αύξανε την αντίσταση σταδιακά. Από την έρευνα αυτή οι ερευνητές συμπέραναν ότι υπήρξε σημαντική διαφορά στη λειτουργικότητα του γαστροκνημίου μυός, και στους οπίσθιους μηριαίους στην ομάδα που εφαρμόστηκε η PNF. Ένα αρνητικό ήταν ότι δεν παρατηρήθηκε διαφορά κατά την αξιολόγηση στον πρόσθιο κνημιαίο μυ.

Έχει τονιστεί ότι η PNF είναι αποτελεσματική στη βελτίωση του ελέγχου της κίνησης και του μυϊκού τόνου και κυρίως είναι χρήσιμη για την επίτευξη αρκετών στόχων της καθημερινότητας.

Τέλος, από μελέτες διακρανιακού μαγνητικού ερεθισμού έχει φανεί ότι η επαναλαμβανόμενη κινητική δραστηριότητα από PNF και CIMT αυξάνει τη διεγερσιμότητα στον κινητικό φλοιό (Kawahira et al, 2010).

Συμπερασματικά, από τις μελέτες φάνηκε ότι η τεχνική PNF προάγει τη λειτουργικότητα, τη συνέργεια και τον έλεγχο των κινήσεων, τη συνεργασία των άκρων με τον κορμό και βελτιώνει την ικανότητα βάδισης. Παρ' όλα αυτά δεν έχει διαπιστωθεί η επίδραση της στη σπαστικότητα συγκεκριμένα.



Εικόνα 5.3.4 Τεχνική PNF (<http://icanonlygiveyoueverything.blogspot.gr>)

5.3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ BRUNNSTROM

Η μέθοδος Brunnstrom ταυτοποιεί 6 διαφορετικά στάδια κινητικής αποθεραπείας μετά από βλάβη που προκαλεί σπαστικότητα. Κάθε στάδιο βασίζεται στο βαθμό κινητικής ικανότητας του κάθε άκρου (Chen & Shaw, 2006; Naghdi et al, 2010). Η τεχνική Brunnstrom αποτελείται από στάδια κατά την αποκατάσταση. Ξεκινάει με το χαλαρό στάδιο, στη συνέχεια με το στάδιο της σπαστικότητας εκλύοντας μη φυσιολογικές αντανακλαστικές αντιδράσεις και στο τέλος επέρχεται επανέλεγχος των φυσιολογικών κινήσεων (Naghdi et al, 2010). Αυτή η προσέγγιση προσπαθεί να ενισχύσει την αντανακλαστική ή την συνεργητική κίνηση με αισθητικό ερεθισμό για να διευκολύνει την εκούσια κίνηση και την κινητική αποθεραπεία στην αρχική φάση της βλάβης (Chen & Shaw, 2006). Αυτό πραγματοποιείται με την τεχνική να εστιάζει ατομικά στις μυϊκές ομάδες με το αισθητικό ερέθισμα του αδύναμου αγωνιστή μυ να απολήξει σε Ια μεσολαβούμενη αμοιβαία αναχαίτιση στο σπαστικό αγωνιστή μυ (Bhakta, 2000). Οι Naghdi et al το 2010 σε έρευνα τους σχετικά με τη μέθοδο Brunnstrom σε ασθενείς με οξύ και υποξύ ΑΕΕ ηλικίας 37-75 ετών τόνισαν ότι η σπαστικότητα μπορεί να ωφελήσει στην εκτέλεση ενεργητικής κίνησης και την εμφάνιση εκούσιου ελέγχου στις συνέργειες των άκρων. Κατά την αξιολόγηση της μεθόδου με τη κλίμακα Ashworth παρατήρησαν οι ερευνητές ότι η σπαστικότητα μειώθηκε όσο περνούσαν τα στάδια της Brunnstrom. Στο ξεκίνημα της θεραπείας πρέπει να τονιστεί ότι όλοι οι

ασθενείς είχαν σοβαρή σπαστικότητα όπως εκτιμήθηκε με τη κλίμακα Ashworth. Τέλος, το συμπέρασμα που βγήκε από τη μελέτη αυτή είναι ότι η μέθοδος Brunnstrom βοηθάει στη σωστή κινητική αποκατάσταση των ασθενών, αυξάνοντας τον κινητικό έλεγχο του ασθενή, μειώνοντας τη σπαστικότητα και πως τα στάδια της μεθόδου βοηθάνε στην καλύτερη αξιολόγηση της κατάστασης των ασθενών.

Όταν το συνεργητικό πρότυπο είναι αρκετά ισχυρό για να επηρεάζει τη φυσιολογική εκτέλεση της κίνησης, η κατάλληλη αναχαίτιση του προτύπου και η διευκόλυνση του αντι-συνεργητικού προτύπου απαιτείται για να διατηρήσει τον φυσιολογικό κινητικό έλεγχο (Chen & Shaw, 2006).

Εν ολίγοις, η μέθοδος Brunnstrom εκτός από τη χρησιμότητά της στην αξιολόγηση της κινητικής κατάστασης των ασθενών μέσω των σταδίων της, εκτιμά την εξέλιξη της αποκατάστασης του ασθενή, ενισχύοντας την αντανακλαστική ή συνεργητική κίνηση με αισθητικό ερεθισμό για να διευκολύνει την εκούσια κίνηση και την κινητική αποκατάσταση. Επίσης, τονίζει ότι η σπαστικότητα μπορεί να ωφελήσει στην αποκατάσταση χρησιμεύοντας στην παραγωγή ενεργητικής κίνησης.

5.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ

Ο ηλεκτρικός ερεθισμός έχει φανεί να είναι χρήσιμος στην αποκατάσταση νευρολογικών ασθενών (Nunes et al, 2008). Πηγές περιγράφουν ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την επίδραση του ηλεκτρικού ερεθισμού στη μείωση της σπαστικότητας (Van der Salm et al, 2006; Yeh et al, 2010; Yelnik et al, 2010). Ο ηλεκτρικός ερεθισμός περιλαμβάνει Διαδερμικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (TENS) στο περιφερικό νεύρο ή τα σημεία βελονισμού και το Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (FES) στα κινητικά σημεία (Adams & Hicks, 2005; Yan et al, 2009; Elbasiouny et al, 2010). Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για ερεθισμό διαφέρουν πολύ ως προς τον τρόπο επίδρασης. Κάποιες μελέτες περιγράφουν ερεθισμό του ανταγωνιστή μυ (Yeh et al, 2010; Yelnik et al, 2010). Η ανταγωνιστική σύσπαση είναι γνωστή να έχει ένα αναχαιτιστικό αποτέλεσμα στον αγωνιστή μυ, και κάποιες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι αυτή η αποκαλούμενη αμοιβαία αναχαίτιση μειώνεται σε ασθενείς με υπέρτονία (Khalili & Hajihassanie, 2008). Για να ενισχυθεί η αμοιβαία αναχαίτιση ο ερεθισμός του ανταγωνιστή μυ μπορεί να είναι ωφέλιμος μέσω της ενεργοποίησης του Ια-αμοιβαίου αναχαιτιστικού μονοπατιού, που μειώνει το πλάτος των επίμονων προσαγωγών ινών και το επίπεδο της διέγερσης του κινητικού νευρώνα (Elbasiouny et al, 2010). Σε άλλες μελέτες το δερμοτόμιο σχετικά με τον υπέρτονικό μυ ερεθίζεται, χρησιμοποιώντας ένα αναχαιτιστικό νευροφυσιολογικό μονοπάτι που ενεργοποιείται από αισθητικές ώσεις που προέρχονται από υποδοχείς στο δέρμα. Οι αισθητικές ώσεις έχουν ένα αναχαιτιστικό αποτέλεσμα στους αντίστοιχους μύες. Ο ερεθισμός του ίδιου του υπέρτονικού μύος, βασίζεται στην επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση όπου σε υπέρτονικούς ασθενείς είναι απύσα (Yeh et al, 2010). Αυτό πιστεύεται ότι προκαλείται από το κύτταρο Renshaw, το οποίο στέλνει αναχαιτιστικές ώσεις στον α κινητικό νευρώνα (Elbasiouny et al, 2010; Schuhfried et al, 2012). Ο ερεθισμός του αγωνιστή μύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει την επαναλαμβανόμενη αναχαίτιση ως ένα αναχαιτιστικό μονοπάτι για τον αγωνιστή μυ (Van der Salm et al, 2006).

Έχει αποδειχθεί ότι ο ερεθισμός του ανταγωνιστή είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τη μείωση της σπαστικότητας. Ο ερεθισμός αυτός εξαρτάται κυρίως από την ευαισθησία των αισθητικών υποδοχέων που ελέγχονται από τη δραστηριότητα των γ κινητικών νευρώνων, το μυϊκό τόνο και την τάση των τενόντων. Η μηχανική σκληρότητα ενός μυός μπορεί να εξαρτάται από τη ροή του αίματος στον ιστό. Εξαιτίας των μυϊκών συσπάσεων, η αιματική ροή θα αυξηθεί στην ερεθισμένη περιοχή, αγωνιστή και ανταγωνιστή, έτσι θα μειωθεί ο μυϊκός τόνος (Yeh et al, 2010). Σε μια έρευνα που πραγματοποίησαν οι Van der Salm το 2006 σχετικά με το ποιός τρόπος ερεθισμού είναι πιο αποτελεσματικός σε άτομα με Κάκωση Νωτιαίου Μυελού έκαναν μια σύγκριση τριών τεχνικών. Την τεχνική ερεθισμού του δέρματος (Δερμοτομίου), τη τεχνική ερεθισμού του ανταγωνιστή, και τη τεχνική ερεθισμού του αγωνιστή μυός. Οι συμμετέχοντες ήταν όλοι ενήλικες με τουλάχιστον 6 μήνες μετά τον τραυματισμό. Κάθε ασθενής έλαβε θεραπεία με μέσο εύρος διάρκειας τις 7 μέρες. Τα αποτελέσματα που βγήκαν έδειξαν ότι η εφαρμογή δεν είχε κανένα αρνητικό αποτέλεσμα στους ασθενείς, και βρέθηκε να μειώνει σημαντικά τη σπαστικότητα όπως καταγράφηκε από τη κλίμακα Ashworth. Τέλος σχετικά με τη πιο αποτελεσματική τεχνική βρέθηκε ότι ο ερεθισμός του ανταγωνιστή έχει πιο σημαντικά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας. Επίσης προτάθηκε ότι το αναχαιτιστικό αποτέλεσμα του ερεθισμού θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματικό σε συνδυασμό με δραστηριότητες παρέχοντας άμεση μείωση στην αντανακλαστική διέγερση. Αντίθετα, οι Yamaguchi et al το 2012 σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε άτομα με υποξύ ΑΕΕ που εστίασαν στα κάτω άκρα, παρατήρησαν μια μικρή βελτίωση στη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής σε εφαρμογή ηλεκτρικού ερεθισμού. Επίσης οι ερευνητές τόνισαν ότι ο ηλεκτρικός ερεθισμός είχε θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας με βάση τις μετρήσεις που έγιναν με τη κλίμακα Ashworth και στην ικανότητα βάδισης. Η διαδικασία της θεραπείας έγινε μέσω του μηχανισμού των κυττάρων Renshaw τα οποία δημιουργούσαν αναχαιτιστική δράση στους κινητικούς νευρώνες. Τέλος μια αναφορά τους τόνισε ότι ο ερεθισμός στον αγωνιστή μπορεί να ενισχύσει την αμοιβαία αναχαιτίση των κυττάρων Renshaw ως αναχαιτιστικό μονοπάτι στο σπαστικό μυ.

Η εφαρμογή γίνεται με ηλεκτρόδια, που τοποθετούνται στον μυ που ερεθίζεται όπου οι ηλεκτρικοί παλμοί δημιουργούν μυϊκή σύσπαση (Schuhfried et al, 2012). Η διάρκεια εφαρμογής του ηλεκτρικού ερεθισμού κυμαίνεται από 10 λεπτά έως 30 λεπτά ανά συνεδρία, 1-2 φορές την εβδομάδα για 3-6 μήνες (Adams & Hicks, 2005; Nunes et al, 2008). Οι Van der Salm στην έρευνά τους ανέφεραν ότι τα αποτελέσματα της εφαρμογής διήρκησαν έως και 72 ώρες μετά το τέλος της θεραπείας. Αντίθετα οι Lin & Yan το 2011 στην έρευνά τους σε άτομα με υποξύ ΑΕΕ με ηλικίες που κυμαίνονται από τα 44 έως τα 80 εφαρμόζοντας ηλεκτρικό ερεθισμό για 30 λεπτά 5 ημέρες την εβδομάδα για τρεις εβδομάδες, κατέληξαν ότι τα αποτελέσματα διατηρήθηκαν έως και 6 μήνες μετά τη θεραπεία.

5.4.1 ΔΙΑΔΕΡΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ (TENS)

Το TENS έχει χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τα χαρακτηριστικά του συνδρόμου του Ανώτερου Κινητικού Νευρώνα πχ. Σπαστικότητα, υπεραντανακλασιμότητα, κλώνος (Hardy et al, 2002). Το θεραπευτικό πλάνο εξαρτάται από την υπάρχουσα μυϊκή δύναμη, το επίπεδο σπαστικότητας, το εύρος τροχιάς κίνησης του επηρεασμένου άκρου και τη γενική φυσική και αντιληπτική κατάσταση του ασθενή (Schuhfried et al, 2012). Όσο πιο πρόωρο είναι το στάδιο στο οποίο γίνεται η εφαρμογή τόσο πιο άμεσα θα είναι τα αποτελέσματα (Hussain et al, 2013). Οι Yan et al το 2009 πραγματοποίησαν έρευνα σε 62 ασθενείς μετά από ΑΕΕ ηλικιών 45-85. Εφαρμόστηκε TENS στα σημεία βελονισμού του επηρεασμένου κάτω άκρου με διάρκεια παλμού 0.2 ms και συχνότητα 100 Hz. Η διάρκεια ήταν μία ώρα ανά συνεδρία, 5 μέρες την εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Από την έρευνα αυτή προέκυψε το συμπέρασμα ότι η εφαρμογή TENS σε ασθενείς σε οξύ στάδιο ΑΕΕ έχουν καλύτερα και πιο μακροπρόθεσμα αποτελέσματα από την εφαρμογή του σε ασθενείς σε χρόνια στάδιο ΑΕΕ.



Εικόνα 5.4.1 Συσκευή TENS (<http://physionewsongr.blogspot.gr>)

Οι πιθανοί μηχανισμοί μπορούν μερικώς να αποδοθούν σε μια ενίσχυση στην προσυναπτική αναχαίτιση των υπερδραστήριων μυοτατικών αντανεκλαστικών στους σπαστικούς μύες, και την ενίσχυση των κατιουσών εκούσιων εντολών στους κινητικούς νευρώνες των παρετικών μυών και τη μείωση στη συ-σύσπαση των ανταγωνιστών μυών (Yan et al, 2009; Martins et al, 2012). Ενεργοποιώντας τις μεγάλου διαμέτρου προσαγωγές νευρικές ίνες μέσω TENS, δραστηριοποιούνται οι ενδιάμεσοι νευρώνες στα νωτιαία τμήματα που μετά ενεργοποιούν τους μηχανισμούς αναχαίτισης του προσυναπτικού νευρώνα (Adams & Hicks, 2005; Kumar et al, 2013). Οι Martins et al το 2012 πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με την επίδραση του TENS και της κρυοθεραπείας σε 20 χρόνιας ημιπαρετικούς ασθενείς με βαθμό σπαστικότητας 1 και 3 στην κλίμακα Ashworth. Η ελάχιστη διάρκεια μετά την προσβολή ήταν 6 μήνες και οι ηλικίες κυμαίνονταν από 45-65. Η εφαρμογή του TENS είχε διάρκεια 30 λεπτά, συχνότητα παλμού 100 HZ, διάρκεια παλμού 6ms και χρησιμοποιήθηκαν δύο ζευγάρια ηλεκτροδίων (Εικ 5.4.1). Από τα αποτελέσματα της μελέτης καταγράφηκε ότι υπήρξε μία σημαντική μείωση στην αναλογία $H_{max}:M_{max}$ μετά την εφαρμογή του TENS και μείωση του λανθάνοντος Η αντανεκλαστικού στο επηρεασμένο άκρο. Η αναλογία H_{max}/M_{max} εκφράζει το πόσο της διέγερσης του α κινητικού νευρώνα ως προς το ποσό της κινητικής απάντησης. Η μειωμένη αναλογία $H_{max}:M_{max}$ δείχνει ότι αυτή η θεραπεία οδηγεί σε μείωση της διεγερσιμότητας του κινητικού νευρώνα. Αυτό οδηγεί σε δύο υποθέσεις. Η μία υπόθεση είναι ότι ενεργοποιώντας τις προσαγωγές ίνες με μεγάλη διάμετρο μέσω του TENS ίσως διαμορφωθούν οι δραστηριότητες των ενδιάμεσων κινητικών νευρώνων

κάποιων νωτιαίων τμημάτων οι οποίοι μετά ενεργοποιούν αναχαιτιστικούς μηχανισμούς του προσυναπτικού νεύρου. Η δεύτερη υπόθεση είναι ότι ο σωματοαισθητικός ερεθισμός με TENS λόγω της συνεχούς δραστηριοποίησης των περιφερικών νευρικών ινών προκαλεί υπερευαισθησία στην παρατεταμένη κεντρική διέγερση που συνοδεύεται από διεγερσιμότητα του κατώτερου φλοιονωτιαίου νευρώνα.

Η εφαρμογή του TENS, συμπεριλαμβάνει συνήθως δύο ζευγάρια αυτοκόλλητων ηλεκτροδίων που είναι κοινώς τοποθετημένα σε 4 ευρείες κατηγορίες ανατομικών περιοχών, πάνω από τις επώδυνες περιοχές, κατά μήκος των περιφερικών νεύρων, κατά μήκος των σπονδυλικών νευρωνικών μονοπατιών ή σε άλλα εξειδικευμένα σημεία όπως τα σημεία βελονισμού (Hussain et al, 2013; Kumar et al, 2013). Η συνήθης διάρκεια της εφαρμογής του TENS είναι 30 λεπτά περίπου για 3-4 εβδομάδες και τα αποτελέσματα διαρκούν 5 εβδομάδες μετά το τέλος της θεραπείας (Hardy et al, 2002; Yan et al, 2009; Martins et al, 2012; Kumar et al, 2013).

Το TENS εφαρμόζεται σε μια συχνότητα 100 Hz και διάρκεια παλμού 60μs (Martins et al, 2012). Εκπαιδεύεται εύκολα, αντιπροσωπεύει μία χαμηλού κόστους θεραπευτική προσέγγιση που μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί σε ασθενείς ειδικά στο οξύ στάδιο (Yan et al, 2009). Αναφέρεται ότι τα θεραπευτικά οφέλη του TENS όχι μόνο περιλαμβάνουν τη μείωση της σπαστικότητας, αλλά επίσης βελτιώνουν τον εκούσιο έλεγχο κατά τη διάρκεια κινήσεων (Martins et al, 2012). Οι Yan et al το 2009 πραγματοποίησαν έρευνα σε 62 ασθενείς μετά από ΑΕΕ ηλικιών 45-85. Εφαρμόστηκε TENS στα σημεία βελονισμού του επηρεασμένου κάτω άκρου με διάρκεια παλμού 0.2 μs και συχνότητα 100 Hz .Η διάρκεια ήταν μία ώρα ανά συνεδρία, 5 μέρες την εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Βρέθηκε ότι το εφαρμοζόμενο TENS σε διάστημα 3-4 εβδομάδων μπορεί να μειώσει τη σπαστικότητα και να βελτιώσει την κινητική λειτουργία. Οι Kumar et al το 2013 πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με την εφαρμογή TENS σε 30 ασθενείς μεταξύ 40-47 ετών μετά από ΑΕΕ με σκορ στην κλίμακα Ashworth μεταξύ 2 και 4. Η συνολική διάρκεια της θεραπείας

ήταν 5 φορές την εβδομάδα για 5 εβδομάδες. Οι ασθενείς έλαβαν 60 λεπτά TENS στα σημεία βελονισμού. Οι παράμετροι εφαρμογής ήταν 0.2 ms η διάρκεια παλμού και 100 HZ η συχνότητα. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε ότι η εφαρμογή TENS μείωσε σημαντικά τη σπαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής και επιπλέον βελτίωσε τη λειτουργική ικανότητα των ασθενών. Ακόμη, το TENS μπορεί να συνδυαστεί με άλλες μορφές θεραπείας, όπως πχ. Bobath για επιπλέον θετικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση των ασθενών με νευρολογικά προβλήματα (Hussain et al, 2013; Kumar et al, 2013).

Οι Hussain et al το 2013 πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με την επίδραση της εφαρμογής TENS σε συνδυασμό με Bobath σε ασθενείς μετά από ΑΕΕ (3-8 μήνες) σε σπαστικό στάδιο. Οι ασθενείς που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 30 με 15 να λαμβάνουν TENS στα σημεία βελονισμού και οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από τα 37 μέχρι τα 70. Η συχνότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 100 Hz και το πλάτος του παλμού 0.2 ms. Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση ήταν η κλίμακα Ashworth για τη σπαστικότητα, γωνιόμετρο για το παθητικό εύρος τροχιάς και τα 6 στάδια Brunnstrom για τη λειτουργικότητα. Όλα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός των δύο θεραπειών έχει πολύ σημαντικότερα αποτελέσματα σε σχέση με την εφαρμογή της τεχνικής Bobath μόνο. Τέλος ένα θετικό του TENS είναι ότι είναι ένα χαμηλού κόστους, εύκολα χρησιμοποιούμενο μέσο θεραπείας στους οξείς εγκεφαλικούς ασθενείς και η εκμάθηση της χρήσης του είναι εύκολη.

Συμπερασματικά, το TENS είναι οικονομικός και καλά ανεκτός τρόπος αποκατάστασης, έχει μακροπρόθεσμα αποτελέσματα, επιδρά στη μείωση της διέγερσης του α κινητικού νευρώνα, βελτιώνει την κινητική λειτουργία και μειώνει το μυϊκό τόνο. Από μελέτες έχει αναφερθεί ότι παράγοντας που είναι σημαντικός για τη θετική επίδραση του TENS είναι το στάδιο στο οποίο εφαρμόζεται, έτσι οι ασθενείς σε οξύ στάδιο επωφελούνται περισσότερο από τη θεραπεία. Τέλος, μπορεί να χρησιμεύσει σε συνδυασμό με άλλες μορφές θεραπείας όπως Bobath ενισχύοντας τη δράση τους.

5.4.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ (FES)

Κάποιες διαφορετικές τεχνικές είναι διαθέσιμες, μία από τις οποίες είναι ο Λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός ή FES (Krause et al, 2008; Yeh et al, 2010). Ο FES λειτουργεί με χρήση επιφανειακών αυτοκόλλητων ηλεκτροδίων που παράγουν λειτουργικά χρήσιμες κινήσεις στις μυϊκές ομάδες που ερεθίζονται (Εικ. 5.4.2).



Εικόνα 5.4.2 Συσκευή Λειτουργικού ηλεκτρικού ερεθισμού (<http://control.ee.ethz.ch>)

Τα οφέλη του Λειτουργικού ηλεκτρικού ερεθισμού περιλαμβάνουν την αύξηση της μυϊκής δύναμης, της αντοχής, τη βελτίωση της λειτουργίας της καρδιάς και ειδικότερα τη μείωση της σπαστικότητας (Rushton, 2003; Hsing- Chang, et al, 2009; Yeh et al, 2010; Ralston et al, 2013). Οι τρόποι θεραπείας ηλεκτρισμού για τη μείωση της σκληρότητας είναι ο ερεθισμός του ανταγωνιστή μυ, ο ερεθισμός του αγωνιστή (σπαστικού μυ), και ο αισθητικός ερεθισμός έσω δερμοτομίου.

Η δραστηριότητα του Λειτουργικού ερεθισμού των ανταγωνιστών μυών μειώνει την υπερδραστηριότητα των σπαστικών μυών μέσω της αμοιβαίας Ια αναχαίτισης (Mirbagheri et al, 2002; Adams & Hicks, 2005; Ralston et al, 2013). Η αμοιβαία Ια αναχαίτιση είναι η διαδικασία κατά την οποία όταν ένας μυς διατείνεται ενεργοποιούνται οι Ια προσαγωγές ίνες οι οποίες μονοσυναπτικά ευοδώνουν τους ακινητικούς νευρώνες του αγωνιστή μυ και ταυτόχρονα ερεθίζουν τους Ια ενδιάμεσους

νευρώνες που με τη σειρά τους αναχαιτίζουν τους α κινητικούς νευρώνες των ανταγωνιστών μυών. Είναι πιθανό ότι η μακροπρόθεσμη επανάληψη αυτής της αναχαίτισης μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμες μειώσεις στο αποκτημένο μυοτατικό αντανακλαστικό. Οι μειώσεις στο μυοτατικό αντανακλαστικό που παρατηρούνται μπορεί να είναι λόγω της κίνησης που παράγεται από το FES.

Η επακόλουθη μυϊκή δραστηριότητα και οι φυσιολογικές αρθρικές κινήσεις μπορούν μακροπρόθεσμα να φέρουν τις μηχανικές ιδιότητες των σπαστικών αρθρώσεων και μυών και τους αισθητικούς μηχανισμούς κοντά στο φυσιολογικό (Mirbagheri et al, 2002). Η διέγερση των δερματικών υποδοχέων μέσω των προσαγωγών ινών μειώνει τη διεγερσιμότητα των ενδο-νωτιαίων ενδιάμεσων και κινητικών νευρώνων (Ralston et al, 2013). Οι Ring & Rosenthal το 2005 σε μελέτη τους σχετικά με τη χρήση του FES σε άτομα με μέτρια προς σοβαρή κατάσταση με υποξύ AEE εφάρμοσαν ηλεκτρικό ερεθισμό με υποβοήθηση ενός νάρθηκα. Η εφαρμογή έγινε σε 5 διαφορετικούς μύες του πήχη και της άκρας χείρας για 10 λεπτά τη μέρα στην αρχή, και προοδευτικά για 50 λεπτά για το σύνολο των 6 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση στη σπαστικότητα όπως μετρήθηκε με τη κλίμακα Ashworth περίπου 2 μονάδες, βελτιώθηκε το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων, βελτιώθηκε η ικανότητα λαβής, ενώ σε ένα μικρό ποσοστό ασθενών μειώθηκε ο πόνος και το οίδημα. Τέλος δεν αναφέρθηκε κάποιο αρνητικό της εφαρμογής. Επίσης, οι Mirbagheri et al το 2002 σε μελέτη τους για τον λειτουργικό ηλεκτρικό ερεθισμό σε άτομα με κάκωση NM σε χρόνιο στάδιο, έκαναν εφαρμογή στον πρόσθιο κνημιαίο μυ. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε 3 φορές τη μέρα για 4 εβδομάδες. Τα συμπεράσματα που έβγαλαν ήταν ότι ο λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός ωφέλησε τη βάδιση, βελτίωσε τη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής και μείωσε την αντανακλαστική διεγερσιμότητα των κινητικών νευρώνων όπως μετρήθηκε από τη κλίμακα Ashworth. Μια εξήγηση για τη δράση ήταν η αναχαίτιση μέσω του ερεθισμού στον ανταγωνιστή μυ που προκαλεί αμοιβαία αναχαίτιση στους υπερτονικούς μύες. Αντίθετα στις έρευνες των Krause et al το 2008 και των Ralston et al το 2013 που χρησιμοποίησαν Λειτουργικό ερεθισμό σε Κάκωση NM στους τετρακέφαλους, γλουτιαίους και οπίσθιους μηριαίους

μυς, φάνηκε ότι οι τιμές της Ashworth μειώθηκαν, αλλά δεν μπόρεσαν να προσδιορίσουν τους μηχανισμούς με τους οποίους μειώθηκε η σπαστικότητα.

Ο φυσιολογικός μηχανισμός του FES μπορεί να ταξινομηθεί σε προσαγωγό και απαγωγό FES. Ο απαγωγός FES ερεθίζει το κινητικό νεύρο και προκαλεί ηλεκτρική διέγερση για παραγωγή νεύρο-διαβίβασης και συστολής του μυός. Ο προσαγωγός FES ερεθίζει το αισθητικό νεύρο για να αναπτύξει έμμεσο αποτέλεσμα στο μηχανισμό του νωτιαίου αντανακλαστικού, ερέθισμα προερχόμενο από τον εγκέφαλο (Ju et al, 2011). Ο πιθανός μηχανισμός της μείωσης της σπαστικότητας μπορεί να είναι ότι ο ηλεκτρικός ερεθισμός μπορεί να οδηγήσει σε γενική απευαισθητοποίηση των νωτιαίων μονοπατιών, μειώνοντας τη σπαστικότητα στους σπαστικούς μύες. Ο ηλεκτρικός ερεθισμός αναφέρεται να επιδρά στις νευρικές ίνες των μυών, αλλά μπορεί επίσης να φτάσει σε υψηλότερα εγκεφαλικά κέντρα, δυνητικά ερεθίζοντας για την επανοργάνωση της νεύρο-μυϊκής δραστηριότητας (Hsin- Chang et al, 2009). Ακόμη έχουν αναπτυχθεί εκτός από τους επιφανειακούς διεγέρτες και εμφυτευμένες συσκευές. Οι εμφυτευμένες συσκευές FES σχεδιάζονται για πιο επιλεκτικό έλεγχο για προκαλούμενες μυϊκές δραστηριότητες από ερεθισμό συγκεκριμένων ομάδων ινών από ένα κεντρικό νεύρο. Το σύστημα AntiGate βασίζεται σε ένα εμφυτευμένο ηλεκτρόδιο πλάκα με 4 κανάλια τοποθετημένο σε ενεργές διαφορετικές νευρικές ίνες μέσα στο κοινό περνιαίο νεύρο και μπορεί να εξάγει ραχιαία και πελματιαία κάμψη καθώς και υπτιασμό-πρητισμό. Το STIMuSTEP είναι ένας δικάναλος εμφυτευμένος νευρικός διεγέρτης. Ο συγκεκριμένος FES εξάγει στάση και βάρδια μικρής διάρκειας ερεθίζοντας τους τετρακέφαλους, μερικές φορές μαζί με τους γλουτιαίους για να παράγουν έκταση των κάτω άκρων κατά τις φάσεις στήριξης, και το περνιαίο νεύρο για να πραγματοποιηθεί η κίνηση της αιώρησης. Επιπλέον το Parastep είναι ένα εγκεκριμένο σύστημα FES 6 καναλιών ελεγχόμενου μικροδιαχειριζόμενου διεγέρτη, ηλεκτροδίων δέρματος και ένα πλαίσιο τροποποίησης βάρδιας (Εικ 5.4.3). Τέλος, Τα συστήματα βάρδιας FES μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με μηχανικά υποστηρίγματα για να μειωθεί σταδιακά ο αριθμός των μυών που ελέγχονται και να

παρέχει πρόσθετη αρθρική σταθερότητα (Minassian et al, 2012). Από τη μελέτη των Krause et al το 2008 προέκυψε ότι η δράση του Λειτουργικού Ηλεκτρικού Ερεθισμού διαρκούσε από 6 μέχρι 24 ώρες μετά το τέλος της εφαρμογής του.



Εικόνα 5.4.3 Ασθενής που χρησιμοποιεί Parastep σε συνδυασμό με περιπατούρα
<http://www.sigmedics.com>

Ο Συνδυασμός του FES με κυκλική κίνηση στο κύκλο-εργόμετρο για το επηρεασμένο πόδι μπορεί να είναι μια χρήσιμη προσέγγιση για τη μείωση της σπαστικότητας (Hsin-Chang et al, 2009). Είναι εύκολος στον χειρισμό και την εφαρμογή, αν και οι ηλεκτρικές συσκευές είναι λίγο πιο περίπλοκες από το εργόμετρο μόνο του (Krause et al, 2008). Η θεραπεία του FES με κύκλο-εργόμετρο εφαρμόζεται κυρίως για 6 λεπτά τη μέρα, 3 φορές την εβδομάδα για 2 εβδομάδες (Szesci et al, 2009). Οι Hsin-Chang et al το 2009 ερεύνησαν σχετικά με τη χρήση λειτουργικού ηλεκτρικού ερεθισμού σε συνδυασμό με κυκλική κίνηση των ποδιών σε καρτσάκι σε ασθενείς με ΑΕΕ ηλικίας 45-72. Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στους τετρακέφαλους και οπίσθιους μηριαίους των δύο κάτω άκρων. Η αξιολόγηση έγινε με την κλίμακα Ashworth και τη μέτρηση του Η αντανακλαστικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια μείωση στη σπαστικότητα όπως μετρήθηκε με την κλίμακα Ashworth και το αντανακλαστικό Η, αλλά δε μπόρεσαν να ξεχωρίσουν αν τα αποτελέσματα ήταν από τον ηλεκτρισμό ή από το συνδυασμό με την κυκλική κίνηση. Επίσης τονίστηκε ότι η δράση του ηλεκτρικού ερεθισμού γινόταν μέσω ενός μηχανισμού ερεθισμού των νωτιαίων μονοπατιών τα οποία μείωναν τον υψηλό μυϊκό τόνο στους υπερτονικούς μύες. Τα αρνητικά που προέκυψαν από αυτή την έρευνα ήταν ότι ο FES ήταν άβολος και προκαλούσε πόνο

στους ασθενείς και επιπλέον μόνο ένας περιορισμένος αριθμός νευρών μπορούσε να ερεθιστεί κάτι που μείωνε τη δράση του FES. Οι Szesci et al το 2009 σε έρευνα τους διαπίστωσαν ότι οι σοβαρά επηρεασμένοι ασθενείς επωφελούνται περισσότερο από τη FES θεραπεία σε σχέση με τους λιγότερο επηρεασμένους. Στην θεραπευτική αποκατάσταση νευρολογικών ασθενών η φυσικοθεραπεία βοηθάει για τη βελτίωση της κατάστασης του ασθενή, αλλά φαίνεται πως ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός μερικές φορές έχει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα επιπρόσθετα στη θεραπεία (Rushton, 2003). Τέλος, μελέτες αναφέρουν ότι χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό FES και ρομποτικών καθοδηγούμενα από την εκούσια προσπάθεια του ασθενή, η κίνηση, η ακρίβεια και η λειτουργία του χεριού βελτιώνεται, ιδιαίτερα σε ασθενείς με χρόνια ΑΕΕ (Schuhfried et al, 2012).

Από τις μελέτες προκύπτει το συμπέρασμα ότι ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός είτε μόνος του είτε σε συνδυασμό με κυκλική κίνηση έχουν ωφέλιμα αποτελέσματα ως προς τη μείωση της σπαστικότητας, τη βελτίωση της λειτουργικότητας και την αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων.

Ένας παράγοντας που σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα του Λειτουργικού Ηλεκτρικού Ερεθισμού είναι η σοβαρότητα της κατάστασης του ασθενή. Αρνητικά που προκύπτουν από τις έρευνες σχετικά με το Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό είναι ότι τα αποτελέσματα δεν είναι μακροπρόθεσμα και πως οι ασθενείς σε αρκετές περιπτώσεις το χαρακτήρισαν άβολο και επώδυνο, ιδιαίτερα όταν εφαρμοζόταν σε συνδυασμό με κυκλική κίνηση (Szesci et al, 2009).

5.5 ΔΙΑΚΡΑΝΙΑΚΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΕΡΕΘΙΣΜΟΣ

Ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός είναι μία μη επεμβατική, ασφαλής και καλά αποδεκτή τεχνική η οποία επιφέρει αλλαγές στη φλοιϊκή διεγερσιμότητα στην περιοχή του ερεθισμού και υπερσυναπτικά σε περιοχές εκτός από το σημείο της εφαρμογής (Valle et al, 2007; Lopez-Ibor et al, 2008; Kumru et al, 2010; Galvao et al, 2014). Ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός βασίζεται σε ένα μαγνητικό πεδίο ποικίλου χρόνου που δημιουργεί ένα ηλεκτρικό ρεύμα μέσα στο κρανίο όπου μπορεί να εστιάσει και να περιοριστεί σε μικρές περιοχές του εγκεφάλου που εξαρτάται από το σχήμα και τη γεωμετρία του πηνίου που τοποθετείται συνήθως σε απόσταση 0,5 με 1 εκατοστού για να ενεργοποιήσουν διαφορετικούς μύες (O'Shea & Walsh, 2007; Valle et al, 2007; Mori et al, 2009) . Το πιο κοινό πηνίο είναι μια μορφή σχήματος 8 (Εικ 5.5.1) στην οποία το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει σε αντίθετες κατευθύνσεις συγκλίνοντας στο σημείο του κέντρου όπου συγκεντρώνεται το ρεύμα (O'Shea & Walsh, 2007).

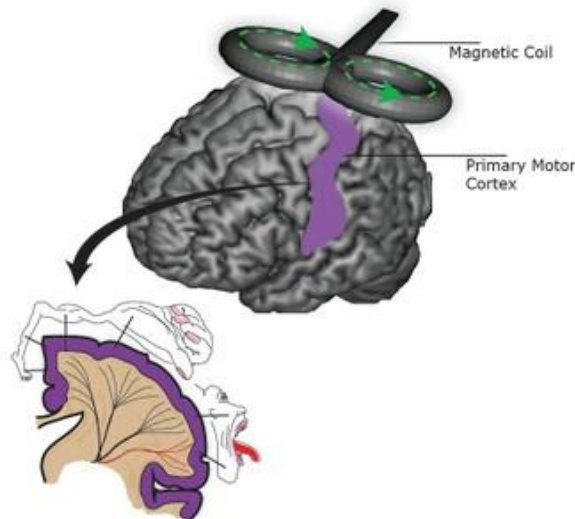


Εικόνα 5.5.1 Η συσκευή του Διακρανιακού Μαγνητικού Ερεθισμού με το χαρακτηριστικό σχήμα 8 (<http://www.npistanbul.com>)

Έχει αποδειχθεί ότι αυτό το ρεύμα εάν εφαρμοστεί επαναλαμβανόμενα παράγει μία φλοιϊκή διέγερση που διαρκεί κατά τη διάρκεια του ερεθισμού (Εικ 5.5.2). Η ενδοφλοιική αναχαίτιση προκαλείται αρκετά από νευρώνες που περιέχουν γ-αμινοβουτυρικό οξύ. Η σιωπηλή περίοδος είναι μία παύση στην εκούσια δραστηριότητα που παράγεται από την εφαρμογή του ερεθισμού. Το πρώτο μέρος της σιωπηλής περιόδου είναι εξαιτίας ενός μέρους της μη προσαρμογής του NM, το μετέπειτα κομμάτι είναι ολοκληρωτικά εξαιτίας της φλοιϊκής αναχαίτισης (Hallet et al, 2000). Τα φλοιονωτιαία κύτταρα διαχειρίζονται τη δραστηριότητα των α και γ κινητικών νευρώνων, των Ια προσαγωγών, και μιας μεγάλης ομάδας νωτιαίων ενδιάμεσων νευρώνων. Έτσι, δεν είναι περίεργο ότι η διαχείριση της διεγερσιμότητας του κινητικού φλοιού από το Διακρανιακό Μαγνητικό Ερεθισμό οδηγεί σε μια σημαντική διαχείριση στη διεγερσιμότητα του NM (Mori et al, 2009). Οι Valle et al το 2007 πραγματοποίησαν έρευνα σε 17 παιδιά με εγκεφαλική παράλυση ηλικίας 5-18 χρονών σχετικά με την επίδραση του διακρανιακού μαγνητικού ερεθισμού. Οι συχνότητες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 5 Hz και 1 Hz. Η αξιολόγηση έγινε χρησιμοποιώντας γωνιόμετρο και κλίμακα Ashworth. Από τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι στην άρθρωση του αγκώνα βελτιώθηκαν τα σκορ της Ashworth στην ομάδα συχνότητας 5 Hz σε 3 από τους 5 ασθενείς ενώ στην ομάδα του 1 Hz σε δύο από τους έξι ασθενείς, πράγμα που δείχνει ένα πλεονέκτημα της συχνότητας 5 HZ από τη συχνότητα 1Hz. Γενικότερα όμως, αυτές οι βελτιώσεις δεν ήταν σημαντικές.

Τα συμπεράσματα που βγαίνουν από την έρευνα αυτή είναι καταρχάς ότι ο διακρανιακός μαγνητικός ερεθισμός μπορεί να παίζει έναν ωφέλιμο ρόλο στη σπαστικότητα σε παιδιά με ΕΠ. Επίσης η συχνότητα των 5Hz δείχνει μία αύξηση στη φλοιονωτιαία και νωτιαία διεγερσιμότητα. Ένα θετικό συμπέρασμα που βγαίνει από αυτή τη μελέτη είναι ότι αυτή η θεραπεία είναι μη-επεμβατική, πρακτικά ανώδυνη και καλά ανεκτή από τα παιδιά. Το αρνητικό αυτού του είδους της θεραπείας είναι ότι σε αντίθεση με την εφαρμογή της σε ενήλικες, υπάρχει αμφιβολία για την ασφάλεια εφαρμογής της όσον αφορά τα παιδιά. Επίσης οι Galvao et al το 2014 πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με την επίδραση του διακρανιακού μαγνητικού

ερεθισμού σε 20 ασθενείς ηλικιών 30-75 μετά από ΑΕΕ με σπαστικότητα στα άνω άκρα. Οι ασθενείς δέχτηκαν τη θεραπεία σε καθιστή θέση. Η έρευνα συμπεραίνει ότι η φυσικοθεραπεία σε συνδυασμό με τον TMS στο μη επηρεασμένο ημισφαίριο είναι πολύ πιο αποτελεσματική από ότι η φυσικοθεραπεία μόνη της. Επίσης αναφέρεται ότι σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογής αναχαιτιστικού TMS στο μη επηρεασμένο ημισφαίριο μειώνει σημαντικά τη σπαστικότητα στο επηρεασμένο άκρο. Η μελέτη τονίζει και παρουσιάζει ως περιορισμό τη χρήση της MAS για την αξιολόγηση της δράσης του TMS στη σπαστικότητα τονίζοντας ότι δεν είναι το πιο αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης. Τέλος ένας άλλος περιορισμός της μελέτης αυτής αποτελεί ο περιορισμένος αριθμός των ασθενών. Ο διεγερτικός Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός που εφαρμόζεται στον κινητικό φλοιό μπορεί να αυξήσει τη δραστηριότητα του κινητικού φλοιού και να οδηγήσει σε αύξηση της αναχαιτιστικής δράσης μέσω της φλοιονωτιαίας οδού στο NM έτσι μειώνοντας την υπερδραστηριότητα των α κινητικών νευρώνων, μειώνοντας το μέγεθος του Η αντανακλαστικού και συνεπώς μειώνοντας τη σπαστικότητα (Valle et al, 2007; Kumru et al, 2010; Galvao et al, 2014).



Εικόνα 5.5.2 Δράση του Διακρανιακού Μαγνητικού Ερεθισμού στον κινητικό φλοιό

(<http://speech.psv.ox.ac.uk>)

Αν και τα αποτελέσματα του ερεθισμού είναι μέγιστα στη φλοιϊκή περιοχή αμέσως κάτω από το πηνίο ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός επίσης έχει δευτερεύοντα αποτελέσματα στις συνδετικές περιοχές του φλοιού. Εάν ερεθιστεί ο κινητικός φλοιός υπάρχουν 3 πιθανά αποτελέσματα του ερεθισμού: 1) μία αλλαγή στη δραστηριότητα της στοχευμένης περιοχής, 2) μία αλλαγή στη δραστηριότητα των αμέσως γύρω περιοχών του φλοιού, 3) μία αλλαγή στη δραστηριότητα των κινητικών φλοιών που συνδέονται αμέσως με την ερεθισμένη περιοχή (O'Shea & Walsh, 2007). Η επίδραση της διεγερσιμότητας σε ευθέως στοχευμένη εγκεφαλική περιοχή εξαρτάται από τις παραμέτρους του ερεθισμού και μπορεί να απολήξει είτε σε παροδική ευόδωση είτε σε αναχαίτιση (Hallet et al, 2000; Kumru et al, 2010; Galvao et al, 2014).

Οι παλμοί του TMS μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικές εντάσεις, σε απλούς παλμούς ή επαναλαμβανόμενες σειρές μικρής ή μεγάλης συχνότητας (O'Shea & Walsh, 2007).

Η επιλογή των παραμέτρων του ερεθισμού καθορίζει εάν τα αποτελέσματα του ερεθισμού είναι ευοδωτικά ή αναχαιτιστικά. Συγκεκριμένα για παράδειγμα, ο υψηλής συχνότητας Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός (5 Hz) διευκολύνει τη φλοιϊκή διεγερσιμότητα, ενώ ο χαμηλής συχνότητας Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός (1Hz) μειώνει τη φλοιϊκή διεγερσιμότητα (Hallet et al, 2000; Galvao et al, 2014). Οι Kumru et al το 2010 πραγματοποίησαν μελέτη σχετικά με τα αποτελέσματα της εφαρμογής του TMS σε 15 ασθενείς με KNM ηλικίας 15-68 ετών στο κάτω άκρο. Οι ασθενείς λάμβαναν 5 συνεχόμενες καθημερινές συνεδρίες TMS σε συνδυασμό με αντισπαστική αγωγή (τιζανιδίνη και βακλοφένη) που εφαρμόζονταν τα πρωινά με τον ασθενή σε ύπτια θέση. Από τα αποτελέσματα της μελέτης βρέθηκε ότι η σπαστικότητα μειώθηκε κατά πολύ μετά την πρώτη εβδομάδα σύμφωνα με τη MAS συγκριτικά με την πρώτη μέρα καθώς επίσης η συχνότητα και σοβαρότητα των σπασμών (MPSFS), τη SCAT και τη VAS. Το κυριότερο εύρημα αυτής της μελέτης είναι ότι η επίδραση του TMS διαρκεί τουλάχιστον για μία εβδομάδα μετά από 5 μέρες

συνεχόμενων συνεδριών θεραπείας. Παρ' όλο που οι ασθενείς έδειξαν μία σημαντική μείωση στη σπαστικότητα, η έρευνα απέτυχε να αποδείξει πως υπάρχουν νευροφυσιολογικές αλλαγές ακολουθώντας αυτή την παρέμβαση. Αυτό συμβαίνει ίσως λόγω του ότι στη συγκεκριμένη μελέτη η αιτία της σπαστικότητας ήταν διαφορετική σε αυτό το δείγμα ασθενών απ' ότι σε άλλους όπου υπήρχε μία σύνδεση μεταξύ των κλινικών και των νευροφυσιολογικών αποτελεσμάτων του TMS. Επίσης η ένταση του ερεθισμού ήταν χαμηλή και έτσι η επίδραση ήταν λίγη ή παροδική. Επιπρόσθετα, η αντισπαστική αγωγή που έλαβαν οι ασθενείς ίσως να είχε επηρεάσει τη δράση του TMS, το δείγμα όμως ήταν αναξιόπιστο αριθμολογικά για να εξετασθεί αυτό. Τέλος, ίσως να χάθηκε η ουσία της κλινικής επίδρασης του TMS λόγω της πολυπλοκότητας της νευροφυσιολογίας της σπαστικότητας.

Συνήθως εφαρμόζεται δύο φορές την ημέρα για 7 συνεχόμενες ημέρες και τα αποτελέσματα διαρκούν το λιγότερο 4 εβδομάδες μετά το τέλος της θεραπείας (Mori et al, 2009; Galvao et al, 2014). Τέλος, φαίνεται πως ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία έχει πιο σημαντική επίδραση στη μείωση της σπαστικότητας απ' ότι η συμβατική φυσικοθεραπεία από μόνη της (Galvao et al, 2014).

Συμπεραίνουμε από τις μελέτες ότι η εφαρμογή του Διακρανιακού Μαγνητικού Ερεθισμού έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας, όχι όμως ιδιαίτερα μακροπρόθεσμα. Γενικά, είναι ανώδυνη και καλά ανεκτή μορφή θεραπείας, τα αποτελέσματά της όμως είναι αμφίβολα όσον αφορά την εφαρμογή της σε παιδιά.

5.6 Σύγκριση Μεθόδων

Συμπερασματικά, η σπαστικότητα είναι ένα πολύπλοκο σύμπτωμα το οποίο διχάζει τις γνώμες ως προς την αντιμετώπιση του. Η κλίμακα Ashworth ακόμα διχάζει τους ερευνητές ως προς την εγκυρότητά της, παρ' όλο που είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη. Όλες ανεξαιρέτως οι μέθοδοι έχουν αποτελέσματα μικρά ή μεγάλα στην αντιμετώπιση της σπαστικότητας, οι έρευνες όμως δείχνουν ότι ο συνδυασμός μεταξύ τους έχει καλύτερα αποτελέσματα από ότι η κάθε μία ξεχωριστά. Πολύ σημαντική επίδραση έχει η αντισπαστική αγωγή στην αντιμετώπιση της σπαστικότητας. Μελέτες δείχνουν ότι σε συνδυασμό με τις μεθόδους αυτές μπορούν να προάγουν τα μέγιστα αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας. Οι μέθοδοι με βάση την αρθρογραφία οι οποίες φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματικές είναι η παραγωγή κίνησης με περιορισμό, ο ηλεκτρικός ερεθισμός και ο διακρανιακός μαγνητικός ερεθισμός. Δυστυχώς, αυτές οι μέθοδοι δεν είναι αρκετά διαδεδομένες και έτσι δεν υπάρχει ελληνική αρθρογραφία σχετικά με τη δράση τους. Για τα ελληνικά δεδομένα, οι εφαρμογή διατάσεων αποτελεί την πιο συχνά χρησιμοποιούμενη και οικονομική μέθοδο αντιμετώπισης της σπαστικότητας. Ο λόγος για τον οποίο οι νεότερες μέθοδοι όπως η CIMT και ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός δεν είναι τόσο διαδεδομένες στην Ελλάδα ίσως να είναι ότι δεν υπάρχει αρκετή εξειδίκευση γι' αυτές τις προσεγγίσεις και επειδή κοστίζουν αρκετά. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται να διεξαχθεί μεγαλύτερος αριθμός ερευνών στην Ελλάδα προκειμένου να διερευνηθεί η δράση των νεότερων μεθόδων αναχαίτισης της σπαστικότητας και για να υπάρξει περισσότερη ενημέρωση και εξειδίκευση σχετικά με τις μεθόδους αυτές. Η εφαρμογή διατάσεων σε σύγκριση με τις νεότερες τεχνικές έχει βρεθεί ότι έχει λιγότερο σημαντική επίδραση. Παρ' όλα αυτά είναι συχνότερα χρησιμοποιούμενη, διότι είναι απλή στη χρήση, οικονομική με περισσότερο βραχυπρόθεσμα αλλά μικρής διάρκειας αποτελέσματα. Η εφαρμογή παρατεταμένης διάρκειας διάτασης μέσω γύψου και νάρθηκα έχει φανεί ότι έχει πιο σημαντικά και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της σπαστικότητας σε σχέση με τις απλές διατάσεις. Τα μειονεκτήματα της εφαρμογής τους είναι πως δεν είναι εύκολα ανεκτή από τους ασθενείς και υπάρχει

κίνδυνος ανάπτυξης κατακλίσεων. Από μελέτες έχει βρεθεί ότι ο συνδυασμός της τεχνικής PNF με τη θεραπεία παραγωγής κίνησης με περιορισμό αυξάνει τη διεγερσιμότητα του κινητικού φλοιού, άρα μειώνεται η σπαστικότητα. Η CIMT και η νευροαναπτυσσόμενη τεχνική Bobath είναι αυτές που χρησιμοποιούνται και έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε παιδιά. Ο ηλεκτρικός ερεθισμός έχει βρεθεί ότι έχει αρκετά θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την αναχαίτιση της σπαστικότητας. Συγκεκριμένα, ο Διαδερμικός Μυϊκός Ηλεκτρικός Ερεθισμός έχει βρεθεί να έχει μακροπρόθεσμα αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας και μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές όπως η Bobath για να ενισχύσει τη δράση τους. Ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός έχει λιγότερο μακροπρόθεσμα αποτελέσματα σε σχέση με το TENS. Συνδυάζεται με παθητική κυκλική κίνηση κυρίως στα κάτω άκρα και βοηθάει στη μείωση της σπαστικότητας και βελτίωση της λειτουργικότητας. Τέλος, συνδυάζεται με ρομποτικά, όπου με εκούσιο έλεγχο του ασθενή βελτιώνεται η λειτουργία, η ακρίβεια και η κίνηση του άκρου. Ο Διακρανιακός Μαγνητικός Ερεθισμός είναι ίσως η τεχνική με τα καλύτερα αποτελέσματα παρ' όλο που δεν έχει αρκετά μακροπρόθεσμη επίδραση. Η αποτελεσματικότητα του οφείλεται στο ότι επιδρά απευθείας στο σημείο της βλάβης. Επίσης ο TMs σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία έχει πολύ μεγαλύτερα αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας από τη συμβατική φυσικοθεραπεία μόνη της.

Συμπεράσματα

Έχει βρεθεί ότι οι διατάσεις έχουν θετική επίδραση στη σπαστικότητα. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι η επαναλαμβανόμενη διάταση έχει καλύτερη επίδραση από ότι η παρατεταμένη. Τα θετικά της δια χειρός επαναλαμβανόμενης διάτασης είναι ότι είναι εύκολη στην εκτέλεση και επιπλέον έχει μικρότερη πιθανότητα τραυματισμού. Η παρατεταμένη παθητική διάταση με τη βοήθεια μηχανημάτων προυποθέτει αρκετό χρόνο εφαρμογής για να έχει αποτελέσματα. Ακόμη, έχει βρεθεί ότι με τη χρήση γύψου ασκείται παρατεταμένη διάταση στα άκρα με αποτέλεσμα τη μείωση του μυϊκού τόνου και τη βελτίωση των παραμορφώσεων. Οι ορθώσεις παίζουν παρόμοιο ρόλο με τους νάρθηκες και συγκεκριμένα οι ορθώσεις AFO βοηθούν στη διατήρηση του εύρους τροχιάς, ενώ οι KAFO βοηθούν επιπλέον στην αύξηση του εύρους τροχιάς. Το CPM επιτυγχάνει διάταση κινώντας το άκρο μεταξύ δυο καθορισμένων θέσεων, ενώ ο ορθοστάτης διατηρεί τους μύες σε διατεταμένη θέση και έτσι μειώνει τη σπαστικότητα και διατηρεί το εύρος τροχιάς. Η τεχνική CIMT έχει αρκετά θετικά αποτελέσματα στη μείωση του μυϊκού τόνου και στη λειτουργικότητα και αυτό οφείλεται στις αλλαγές στη πλαστικότητα του εγκεφάλου κατά την εφαρμογή. Η τεχνική Bobath έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας και την αύξηση της λειτουργικότητας και έχει σημαντική δράση σε οξύ στάδιο. Η τεχνική PNF είναι αποτελεσματική στη βελτίωση του ελέγχου της κίνησης, προάγει τη λειτουργικότητα, μειώνει το μυϊκό τόνο και βελτιώνει τη συνεργασία άκρων και κορμού. Η τεχνική Brunnstrom διευκολύνει την εκούσια κίνηση και τη κινητική αποκατάσταση μέσω ενίσχυσης στην αντανακλαστική ή συνεργητική κίνηση με αισθητικό ερέθισμα. Όσον αφορά τον ηλεκτρικό ερεθισμό, το TENS βελτιώνει τη κινητική λειτουργία και μειώνει το μυϊκό τόνο, μειώνοντας τη διέγερση του α κινητικού νευρώνα. Ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός βελτιώνει τη μυϊκή δύναμη, μειώνει τη σπαστικότητα, παρ' όλα αυτά έχει χαρακτηριστεί άβολος και επώδυνος από τους ασθενείς. Τέλος, η εφαρμογή του διακρανιακού μαγνητικού ερεθισμού έχει θετικά αποτελέσματα στη μείωση της σπαστικότητας, είναι ανώδυνη και καλά ανεκτή μορφή θεραπείας, αλλά είναι αμφίβολη η εφαρμογή του σε παιδιά.

Βιβλιογραφία - Αρθρογραφία

Αρθρα:

- Abolhasani, H., Ansari, N.N., Naghdi, S., Mansouri, K., Ghotbi, N., Hasson, S.** 2010, Comparing the validity of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) and the Modified Tardieu Scale (MTS) in the assessment of wrist flexor spasticity in patients with stroke: protocol for a neurophysiological study. *BMJ Open*, 2:1-7
- Adams, M.M., Hicks, A.L.** 2005, Spasticity after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 43:557-86
- Akosile, C.O., Fabunmi, A.A.** 2011, Pathophysiology, Functional Implications and Management of Spasticity in Stroke – A review. *AJPARS*, 3(1): 6-12
- Alexandru.** 2011, Cerebral Palsy Management. *Therapeutics, Pharmacology and Clinical Toxicology*, 15(2): 144-50
- Ali, S., Shahzad, M.F.** 2012, The effectiveness of sustained stretching in poststroke Upper Limb Spasticity. *International Journal of Rehaulitation Sciences*. 1(1):30-4
- Andringa, A., Van de Port, I., Meijer, J.** 2013, Long-Term Use of a Static Hand-Wrist Orthosis in Chronic Stroke Patients: A Pilot Study. *Stroke Research and Treatment*, 1-5
- Atteya, A.A.** 2004, Effects of modified constraint induced therapy on upper limb function in subacute stroke patients. *Neurosciences*, 9(1): 24-9
- Autti-Ramo, I., Suoranta, J., Anttila, H., Malmivaara, A., Makela, M.** 2006, Effectiveness of Upper and Lower Limb Casting and Orthoses in Children with Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85:89-103
- Baker, S.N.** 2011, The Primate Reticulospinal tract, Hand Function and Functional Recovery. *Journal of Physiology*, 589: 5603-12
- Bakheit, A.M.O., Maynard, V.A., Curnow, J., Hudson, N., Kodapala, S.** 2003, The relation between Ashworth scale scores and the excitability of the a motor neurones in patients with post-stroke muscle spasticity. *Journal of Neurology, Neyrosurgery and Psychiatry*, 74:646-8
- Bakir, M.S., Gruschke, F., Taylor, R.W., Haberl, E.J., Sharankou, I., Perka, C., Funk, F.J.** 2013, Temporal but Not Spatial Variability during Gait Is Reduced after Selective Dorsal Rhizotomy in Children with Cerebral Palsy. *PLOS One*, 8(7): e69500
- Bavicatte, G., Gaber, T.** 2009, Approach to Spasticity in General Practice. *British Journal of Medical Practitioners*, 2(3):29-34
- Behzadi, F., Noroozi, H., Mohamadi, M.** 2014, The Comparison of Neurodevelopmental-Bobath Approach with Occupational Therapy Home Program on Gross Motor Function of Children with Cerebral Palsy. *Journal of rehabilitation Sciences and Research*, 1:21-4
- Bhagchandani, N., Schindler- Ivens, S.** 2012, Reciprocal inhibition post-stroke is related to reflex excitability and movement ability. *Clinical Neurophysiology*, 123(11):2239-46

- Bhakta, B.B.** 2000, Management of spasticity in stroke. *British Medical Bulletin*, 56(2): 476-85
- Biering-Sorensen, F., Nielsen, J.B., Klinge, K.** 2006, Spasticity assessment: a review. *Spinal Cord*, 44:708-22
- Blackburn, M., van Vliet, P., Mockett, P.S.** 2002, Reliability of Measurements Obtained With the Modified Ashworth Scale in the Lower Extremities of People With Stroke. *Physical Therapy*, 82:25-34
- Blanton, S., Grissom, S.P., Riolo, L.** 2002, Use of a Static Adjustable Ankle-Foot Orthosis Following Tibial Nerve Block to Reduce Plantar-Flexion Contracture in an Individual With Brain Injury. *Physical Therapy*, 82:1087-97
- Boake, C., Noser, E.A., Ro, T., Baraniuk, S., Gaber, M., Johnson, R., Salmeron, E.T., Tran, T.M., Lai, J.M., Taub, E., Moye, L.A., Grotta, J.C., Levin, H.S.** 2007, Constraint-Induced Movement Therapy During Early Stroke Rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21: 14-24
- Bohannon, W.R., Harrison, S., Kinsella- Shaw, J.** 2009, Reliability and validity of pendulum test measures of spasticity obtained with the Polhemus tracking system from patients with chronic stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 6:30-7
- Booth, M.Y., Yates, C.C., Edgar, T.S., Bandy, W.D.** 2003, Serial Casting vs Combined Intervention with Botulinum Toxin A and Serial Casting in the Treatment of Spastic Equinus in Children. *Pediatric Physical Therapy*, 15:216-20
- Bovend'Eerd, T.J.H., Newman, M., Barker, K., Dawes, H., Minelli, C., Wade, D.T.** 2008, The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89:1395-406
- Bovend'Eerd, T.J.H., Dawes, H., Sackley, C., Izadi, H., Wade, T.D.** 2009, Mental Techniques during manual stretching in spasticity, a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 23:137-45
- Bressel, E., McNair, P.J.** 2002, The Effect of Prolonged Static and Cyclic Stretching on Ankle Joint Stiffness, Torque Relaxation, and Gait in People With Stroke. *Physical Therapy*, 82:880-7
- Cakar, E., Durmus, O., Tekin, L., Dincer, U., Kiralp, M.Z.** 2010, The Ankle- Foot Orthosis Improves Balance and Reduces Fall Risk of Chronic Spastic Hemiparetic Patients. *European Journal of Physical Rehabilitation and Medication*, 46: 363-8
- Carr, J.H., Shepherd, R.B.** 2006, The Changing Face of Neurological Rehabilitation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10(2):147-56
- Chen, J.C., Shaw, F.Z.** 2006, Recent Progress in Physical Therapy of the Upper-limb Rehabilitation After Stroke Emphasis on Thermal Intervention. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 21(6):469-73
- Clopton, N., Dutton, J., Featherston, T., Grigsby, A., Mobley, J., Melvin, J.** 2005, Interrater and Intrarater Reliability of the Modified Ashworth Scale in Children with Hypertonia. *Pediatric Physical Therapy*, 17:268-74
- Colovic, H., Dimitrijevic, L., Stankovic, I., Nikolic, D., Radovic- Janosevic, D.** 2012, Estimation of botulinum toxin type A efficacy on spasticity and functional outcome in children with spastic cerebral palsy. *Biomedical Papers*, 156(1):41-7

- Crone, C., Petersen, N.T., Nielsen, J.E., Hansen, N.L., Nielsen, J.B.** 2004, Reciprocal inhibition and corticospinal transmission in the arm and leg in patients with autosomal dominant pure spastic paraparesis (ADPSP). *Brain*, 127:2693-702
- Damiano, L.D., Quinlivan, M.J., Owen, F.B., Payne, P., Nelson, C.K., Abel, F.M.** 2002, What does the Ashworth scale really measure and are instrumented measures more valid and precise?. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44:112-8
- Damiano, L.D., Alter, K.E., Chambers, H.** 2009, New Clinical Research Trends in Lower Extremity Management For Ambulatory Children with Cerebral Palsy. *Physical Medical and Rehabilitation Clinics of North America*, 20(3): 469-91
- Dietz, V., Sinkjaer, T.** 2007, Spastic Movement Disorder: Impaired reflex Function and altered muscle mechanics. *The Lancet Neurology*, 6(8):725-33
- Elbasiouny, S.M., Moroz, D., Bakr, M.M., Mushahwar, V.K.** 2010, Management of Spasticity After Spinal Cord Injury: Current Techniques and Future Directions. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(1):23-33
- Farmer, S.E., Woolam, P.J., Patrick, J.H., Roberts, A.P., Bromwich, W.** 2005, Dynamic orthoses in the management of joint contracture. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 87B:291-5
- Feys, P., Van Asch, P.** 2008, Rehabilitation in spasticity. *Multiple Sclerosis in Focus*, 12: 15-18
- Flamand, H.V., Masse-Alarie, H., Schneider, C.** 2013, Psychometric Evidence of Spasticity Measurement tools in Cerebral Palsy children and adolescents: A systematic review. *Journal of Rehabilitation and Medicine*, 45:14-23
- Fragala, M.A., Goodgold, S., Dumas, H.M.** 2003, Effects of Lower Extremity Passive Stretching: Pilot Study of Children and Youth with Severe Limitations in Self-Mobility. *Pediatric Physical Therapy*, 15:167-75
- Francisco, G.E., McGuire, J.R.** 2012, Poststroke Spasticity Management. *Stroke*, 43: 3132-6
- Galvao, S.C.B., Dos Santos, R., Dos Santos, P., Cabral, M., Monte-Silva, K.** 2014, Efficacy of Coupling Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation and Physical Therapy to Reduce Upper-Limb Spasticity in Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J Arc. Physical Medicine & Rehabilitation*, 95:222-9
- Gao, F.** 2010, Development of Motorized Facilitated Ankle Stretching.
- Gao, F., Ren, Y., Roth, E.J., Harvey, R., Zhang, L.** 2011, Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 26(5):512-22
- Gaverth, J., Sandgren, M., Lindberg, G.P., Forssberg, H., Eliasson, A.C.** 2013, Test-Retest and inter-rater Reliability of a Method to Measure Wrist and Finger Spasticity. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45:630-6
- Glanzman, A. M., Kim, H., Swaminathan, K., Beck, T.** 2004, Efficacy of botulinum toxin A, serial casting, and combined treatment for spastic equinus: a retrospective analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46:807-11
- Gracies, J.M., Marosszeky, J.E., Renton, R., Sandanam, J., Gandevia, S. C., Burke, D.** 2000, Short-Term Effects of Dynamic Lycra Splints on Upper Limb in Hemiplegic Patients. *Archives of Physical Medical and Rehabilitation*, 81:1547-55

- Hallet, M.** 2000, Transcranial magnetic stimulation and the human brain. *Nature*, 406: 147-150
- Harned, E.M., Salles, S.S., Grider, J.S.** 2012, An Introduction to Trialing Intrathecal Baclofen in Patients with Hemiparetic Spasticity: A Description of 3 Cases. *Pain Physician*, 14:483-9
- Hardy, S.G.P., Spalding, T.B., Liu, H., Nick, T.G., Pearson, R.H., Hayes, A.V., Stokic, D.S.** 2002, The Effect of Transcutaneous Electrical Stimulation on Spinal Motor Neuron Excitability in People without Known Neuromuscular Diseases: The Roles of Stimulus Intensity and Location. *Physical Therapy*, 82: 354-63
- Harvey, L.A., Batty, J., Crosbie, J., Poulter, S., Herbert, R.D.** 2000, A Randomized Trial Assessing the Effects of 4 Weeks of Daily Stretching on Ankle Mobility in Patients With Spinal Cord Injuries. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81:1340-7
- Hawamdeh, Z.M., Ibrahim, A.I., Al-Qudah, A.A.** 2007, Long Term Effect of Botulinum toxin A in the Management of calf Spasticity in children with diplegic Cerebral Palsy. *Europa Medicophysica*, 43(3):311-8
- Hsieh, J.T.C., Wolfe, D.L., Miller, W.C., Curt, A., SCIRE research team.** 2008, Spasticity outcome measures in spinal cord injury: psychometric properties and clinical utility. *Spinal Cord*, 46:86-95
- Hsieh, J.T.C., Wolfe, D.L., Townson, A.F., Shorth, C., Connolly, S.J., Mehta, S., Curt, A., Foulon, B.L.** 2009, Spasticity Following Spinal Cord Injury. *Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence*, 3: 4-29
- Hsin-Chang, L., Tsai, K., Su, F., Chang, G., Yeh, C.** 2009, Effects of a Functional Electrical Stimulation- Assisted Leg-Cycling Wheelchair on Reducing Spasticity of Patients after Stroke. *Rehabilitation and Medicine*, 41: 242-6
- Hussain, T., Sosorburam, T., Mohammad, H., Shu, L.Y., Xiang, C., Zahir, J., Qureshi, Q.A., Shah, M.H.** 2013, The Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Combined with Bobath on post Stroke Spasticity: A Randomized Controlled Study. *Journal of University of Medical and Dental College*, 4: 22-9
- Ju, J.Y., Kang, K.Y., Shin, H.J.** 2011, The Effects of Functional Electrical Stimulation on Forced Vital Capacity and Phonation Capabilities in Children with Spastic Cerebral Palsy. *International Academy Physical Therapy and Research*, 2(2): 267-343
- Kekebeeke, T.H., Lechner, H.E., Knapp, P.A.** 2005, The effect of passive cycling movements on spasticity after spinal cord injury: preliminary results. *Spinal Cord*, 43:483-88
- Katalinic, O.M., Harvey, L.A., Herbert, R.D., Moseley, A.M., Lannin, N.A., Schurr, K.** 2010, Stretch for the treatment and prevention of contractures. *The Cochrane Collaboration*, 9: 1-33
- Katalinic, O.M., Harvey, L.A., Herbert, R.D.** 2011, Effectiveness of Stretch for the Treatment and Prevention of Contractures in People With Neurological Conditions: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 91:11-24
- Kawahira, K., Shimodozono, M., Ogata, A., Tanaka, N.** 2004, Addition of Intensive Repetition of Facilitation Exercise to Multidisciplinary Rehabilitation

Promotes Motor Functional Recovery of Hemiplegic Lower Limb. *Journal Rehabilitation and Medicine*, 36: 159-64

Kawahira, K., Shimodozono, M., Etoh, S., Kamada, K., Noma, T., Tanaka, N. 2010, Effects of intensive repetition of a new facilitation technique on motor functional recovery of the hemiplegic upper limb and hand. *Brain Injury*, 24(10):1202-13

Kerem, M., Livanelioglu, A., Topcu, M. 2007, Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43:307-13

Khalili, M.A., Hajihassanie, A. 2008, Electrical simulation in addition to passive stretch has a small effect on spasticity and contracture in children with cerebral palsy: a randomized within-participant controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 54: 185-9

Khalili, M.A., Rasulzadeh, M. 2011, Spasticity: A review of methods for assessment and treatment. *Iranian Rehabilitation Journal*, 9(14):60-4

Kim, Y., Kim, E., Gong, W. 2011, The effects of Trunk Stability Exercise Using PNF on the Functional Reach test and Muscle Activities of Stroke patients. *Journal of Physical Therapy and Science*, 23:699-702

Kim, E.H., Jang, M.C., Seo, J.P., Jang, S.H., Song, J.C., Jo, H.M. 2013, The Effect of a Hand-Stretching Device During the Management of Spasticity in Chronic Hemiparetic Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 37(2):235-40

Krause, P., Szesci, J., Straube, A. 2008, Changes in spastic muscle tone increase in patients with spinal cord injury using functional electrical stimulation and passive leg movements. *Clinical Rehabilitation*, 22: 627-34

Kumar, M.K., Kumar, C., Goyal, M. 2013, Application of Transcutaneous Electrical Stimulation on Lower Limb Acupoints as an Important Adjunctive Tool in Stroke Rehabilitation Programm and its Effects on Spasticity and Functional Ability. *International Journal of Physiotherapy and Research*, (3):63-9

Kumru, H., Murillo, N., Samsó, J.V., Valls-Sole, J., Edwards, D., Pelayo, R., Valero-Cambre, A., Tormos, J.M., Pasqual-Leone, A. 2010, Reduction of Spasticity With Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Patients With Spinal Cord Injury. *Neurorehabilitation Neural Repair*, June; 24(5): 435–441

Lai, J.M., Jones, M., Willis, B.F. 2008, Efficacy of Dynamic Splinting on Plantar-Flexion Tone and Contracture Seen in CVA and TBI Patients: a Controlled, Cross-Over study. *Minerva Medica*, 106-109

Lalith, E.S. 2003, Rehabilitation medicine: Management of adult spasticity. *Journal of Canadian medical Association*, 169(11):1173-9

Lannin, N.A., Horsley, S.A., Herbert, R., McCluskey, A., Cusick, A. 2003, Splinting the Hand in the Functional Position After Brain Impairment: A Randomized, Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84:297-302

Lannin, N.A., Cusick, A., McCluskey, A., Herbert, R. 2007, Effects of Splinting on Wrist Contracture After Stroke, a Randomized Controlled Trial. *Stroke*, 38:111-6

Latash, L.M., Levin, F.M., Scholz, P.J., Schoner, G. 2010, Motor Control Theories

and Their Applications. *Medicina (Kaunas)*, 46(6):382-92

Leonard, T.C., Stephens, U.J., Stroppel, L.S. 2010, Assessing the Spastic Condition of Individuals With Upper Motoneuron Involvement: Validity of the Myotonometer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82: 1416-20

Lin, K., Huang, Y., Hsieh, Y., Wu, C. 2009, Potential Predictors of Motor and Functional Outcomes After Distributed Constraint-Induced Therapy for Patients With Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23:336-42

Lin, Z., Yan, T. 2011, Long-Term Effectiveness of Neuromuscular Electrical Stimulation for Promoting Motor Recovery of the Upper Extremity after Stroke. *Journal of Rehabilitation & Medication*, 43:506-10

Lopez-Ibor, J.J., Lopez-Ibor, M.I., Pastrana, J.I. 2008, Transcranial Magnetic Stimulation. *Current Opinion in Psychiatry*, 21:1-5

Lundequam, P., Willis, B.F. 2009, Dynamic splinting home therapy for toe walking: a case report. *Cases Journal*, 2: 188-91

Maas, J.C., Dallmeijer, A.J., Huijting, A.P., Brunstrom-Hernandez, E.J., van Kampen, J.P., Jaspers, T.R., Becher, G.J. 2012, Splint: the efficacy of orthotic management in rest to prevent equinus in children with cerebral Palsy, a randomised controlled trial. *BMC Pediatrics*, 12:38-50

Manella, C., Backus, D. 2011, Gait Characteristics, Range of Motion, and Spasticity Changes in Response to Massage in a Person with Incomplete Spinal Cord Injury: Case Report. *International Journal of Therapeutic massage and Bodywork*, 4(1):28-39

Marque, P., Maupas, E., Roques, C.F., Simonetta- Moreau, M. 2004, Modulation of the transmission in group II heteronymous pathways by tizanidine in spastic hemiplegic patients. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 75:130-5

Martins, F.M., Carvalho, L.C., Silva, C.C., Brasileiro, J.S., Souza, T.O., Lindquist, A.R.R. 2012, Immediate Effects of TENS and Cryotherapy in the Reflex Excitability and Voluntary Activity in Hemiparetic Subjects: A Randomized Crossover Trial. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 16(4): 337-44

Mayston, M.J. 2001, People With Cerebral Palsy: Effects of and Perspectives for Therapy. *Neural Plasticity*, 8(1-2):51-69

McNee, A.E., Will, E., Lin, J.P., Eve, L.C., Gough, M., Morrissey, M.C., Shortland, A.P. 2006, The effect of Serial Casting on Gait in Children with Cerebral Palsy: Preliminary Results from a Crossover Trial. *Gait & Posture*, 25:463-8

Mikolajewska, E. 2012, NDT-Bobath Method in Normalization of Muscle Tone in Post-Stroke Patients. *Advanced Clinical Experiment and Medication*, 21(4):513-7

Minassian, K., Hofstoetter, U., Tansey, K., Mayr, W. 2012, Neuromodulation of lower limb motor control in restorative neurology. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 114: 489-97

Mirbagheri, M.M., Ladouceur, M., Barbeau, H., Kearney, R.E. 2002, The Effects of Long-Term FES-Assisted Walking on Intrinsic and Reflex Dynamic Stiffness in Spastic Spinal-Cord-Injured Subjects. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 10(4): 280-9

Mortenson, P.A., Eng, J.J. 2003, The Use of Casts in the Management of Joint

Mobility and Hypertonia Following Brain Injury in Adults: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 83:648-58

Mukherjee, A., Chakravarty, A. 2010, Spasticity mechanisms – for the clinician. *Frontiers in Neurology*, 1: 140-159

Mutlu, A., Livanelioglu, A., Gunel, K.M. 2008, Reliability of Ashworth and Modified Ashworth Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9:44-51

Naghdi, S., Ansari, N.N., Mansouri, K., Hasson, S.2010, A neurophysiological and clinical study of Brunnstrom recovery stages in the upper limb following stroke. *Brain Injury*, 24(11):1372-8

Natarajan, P., Oelschlager, A., Agah, A., Pohl, P.S., Ahmad, S.O., Liu, W. 2008, Current clinical practices in stroke rehabilitation: Regional pilot survey. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45(6):841-50

Numanoglu, A., Gunel, M.K. 2012, Intraobserver reliability of modified Ashworth scale and modified Tardieu scale in the assessment

of spasticity in children with cerebral palsy. *Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology*, 46(3):196-200

Nunes, L.C.B.G., Quevedo, A.A.F., Magdalon, E.C. 2008, Effects of neuromuscular electrical stimulation on tibialis anterior muscle of spastic

hemiparetic children. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(4): 317-23

Nuyens, G.E., De Weerd, J.W., Spaepen Jr, J.A., Kiekens, C., Feys, M.H. 2001, Reduction of Spastic Hypertonia During Repeated Passive Knee Movements in Stroke Patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83:930-5

Olsson, M.C., Kruger, M., Mayer, L.H., Ahnlund, L., Gransberg, L., Linke, W.A., Larsson, L. 2006, Fibre type-specific increase in passive muscle tension in spinal cord-injured subjects with spasticity. *Journal of Physiology*, 339-52

O'Shea, J., Walsh, V. 2007, Transcranial magnetic stimulation. *Current Biology* 17(6): 196-199

Page, S.J., Sisto, S., Johnston, M.V., Levine, P., Hughes, M. 2002, Modified Constraint-Induced Therapy in Subacute Stroke: A Case Report. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83:286-90

Page, S.J., Sisto, S., Levine, P., McGrath, R.E. 2004, Efficacy of Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Chronic Stroke: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85:14-8

Page, S.J., Levine, P., Leonard, A., Szaflarski, J.P., Kissela, B.M. 2008, Modified Constraint-Induced Therapy in Chronic Stroke: Results of a Single-Blinded Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 88:333-40

Papavasiliou, A.S. 2009, Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13:387-96

Park, H.S., Kim, J., Damiano, L.D. 2012, Development of a Haptic Elbow Spasticity Simulator (HESS) for Improving Accuracy and Reliability of Clinical Assessment of Spasticity. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 20(3):361-70

- Patel, A.T.** 2011, Successful Treatment of Long-Term, Poststroke, Upper-Limb Spasticity With Onabotulinumtoxin A. *Physical Therapy*, 91:1636-41
- Patel, D.R.** 2005, Therapeutic Interventions in Cerebral Palsy. *Indian Journal Pediatric*,72(11):979-83
- Peng, Q., Park, H., Shah, P., Wilson, N., Ren, Y., Wu, Y., Liu, J., Gaebler-Spira, D., Zhang, L.** 2011, Quantitative evaluations of ankle spasticity and stiffness in neurological disorders using manual spasticity evaluator. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 48(4):473-81
- Pin, T., Dyke, P., Chan, M.** 2006, The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48:855-62
- Pizzi, A., Carlucci, G., Falsini, C., Verdesca, S., Grippo, A.** 2005, Application of a Volar Static Splint in Poststroke Spasticity of the Upper Limb. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86:1855-9
- Pohl, M., Ruckriem, S., Mehrhorz, J., Ritschel, C., Strik, H., Pause, R.M.** 2002, Effectiveness of Serial Casting in Patients With Severe Cerebral Spasticity: A Comparison Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83:784-90
- Ralston, K.E., Harvey, L.A., Batty, J., Lee, B.B., Ben, M., Cusmiani, R., Bennett, J.** 2013, Functional electrical stimulation cycling has no clear effect on urine output, lower limb swelling, and spasticity in people with spinal cord injury: a randomized cross-over trial. *Journal of Physiotherapy*, 59: 237-43
- Ranatuga, K.W.** 2011, Skeletal muscle stiffness and contracture in children with spastic cerebral palsy. *Physiology*, 2665
- Rekand, T.** 2010, Clinical assessment and management of spasticity: a review. *ACTA Neurologica Scandinavica*, 122:62-6
- Rekand, T., Hagen, E.M., Gronning, M.** 2012, Spasticity following spinal cord injury. *Tidsskr Nor Legeforen*, 132(8):970-3
- Ring, H., Rosenthal, N.** 2005, Controlled Study of Neuroprosthetic Functional Electrical Stimulation in Sub-acute post-stroke Rehabilitation. *Journal of Rehabilitation and Medicine*, 37:32-6
- Rushton, D.N.** 2003, Functional Electrical Stimulation and rehabilitation : an hypothesis. *Medical Engineering and Physics*, 25:75-8
- Santamato, A., Panza, F., Ranieri, M., Amoroso, M.T., Amoroso, L., Frizardi, V., Solfrizzi, V., Fiore, P.** 2010, Effect of intrathecal Baclofen, Botulinum toxin Type A and a Rehabilitation programme on Locomotor Function after Spinal Cord Injury: A case report. *Journal of Rehabilitation and Medicine*, 42:891-4
- Schmit, B.D., Dewald, J.P.A., Rymer, W.Z.** 2000, Stretch Reflex Adaptation in Elbow Flexors During Repeated Passive Movements in Unilateral Brain-Injured Patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81:269-78
- Scholtes, V.A.B., Becher, J.G., Beelen, A., Lankhorst, J.G.** 2006, Clinical assessment of spasticity in children with cerebral palsy: a critical review of available instruments. *Developmental Medicine And Child Neurology*, 48:64-73
- Schuhfried, O., Crevenna, R., Fialka-Moser, V., Paternostro-Sluga, T.** 2012, Non-Invasive Neuromuscular Electrical Stimulation in patients with Central Nervous System Lesions: An educational Review. *Rehabilitation and Medicine*, 44: 99-105

- Selles, W.R., Li, X., Lin, F., Chung, S.G., Roth, E.J., Zhang, L.** 2005, Feedback-Controlled and Programmed Stretching of the Ankle Plantarflexors and Dorsiflexors in Stroke: Effects of a 4-Week Intervention Program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86:2330-6
- Seo, K.C., Lee, J.H., Lee, S.** 2012, Impact of PNF- based Walking Exercise on a Ramp on Gait Performance of Stroke patients. *Journal of Physical Therapy and Science*, 24: 1243-6
- Smania, N., Picelli, A., Munari, D., Geroin, C., Ianes, P., Waldner, A., Gandolfi, M.** 2010, Rehabilitation Procedures in the management of spasticity. *European Journal of Physical Rehabilitation*, 46:423-38
- Sun, S., Hsu, C., Hwang, C., Hsu, P., Wang, J., Yang, C.** 2006, Application of Combined Botulinum Toxin Type A and Modified Constraint-Induced Movement Therapy for an Individual With Chronic Upper-Extremity Spasticity After Stroke. *Physical Therapy*, 86:1387-97
- Sun, S., Hsu, C., Sun, H., Hwang, C., Yang, C., Wang, J.** 2010, Combined Botulinum Toxin Type A With Modified Constraint-Induced Movement Therapy for Chronic Stroke Patients With Upper Extremity Spasticity: A Randomized Controlled Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(1):34-41
- Supraja, M., Singh, U.** 2003, Study of Quantitative Assessment of Spasticity by Isokinetic Dynamometry. *Indian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 15-8
- Szesci, J., Schlick, C., Schiller, M., Pöllmann, W., Koenig, N., Straube, A.** 2009, Functional Electrical Stimulation- Assisted Cycling of Patients with Multiple Sclerosis: Biomechanical and Functional Outcome- A Pilot Study. *Rehabilitation and Medicine*, 41: 674-80
- Tariah, H.A., Almaly, A., Sbeih, Z., Al- Oraibi, S.** 2010, Constraint induced movement therapy for stroke survivors in Jordon: a home-based model. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 17(12):638-46
- Thibaut, A., Chatelle, C., Ziegler, E., Bruno, M.A., Laureys, S., Gosseries, O.** 2012, Spasticity after stroke: Physiology, assessment and treatment. *Brain Injury*, 1-13
- Thompson, A.J., Jarrett, L., Lockley, L., Marsden, J., Stevenson, V.L.** 2005, Clinical management of spasticity. *Spasticity*, 76:459-63
- Tilton, A.H.** 2006, Therapeutic Interventions for Tone Abnormalities in Cerebral Palsy. *The American Society for Experimental Neuro Therapeutics*, 3:217-24
- Triandafilou, K.M., Ochoa, J., Kang, X., Fischer, C.H., Stoykov, M.E., Kamper, G.D.** 2011, Transient Impact of Prolonged Versus Repetitive Stretch on Hand Motor Control in Chronic Stroke. *Top Stroke Rehabilitation*, 18(4):316-24
- Tsai, K.H., Yeh, C., Chang, H., Chen, J.** 2001, Effects of a Single Session of Prolonged Muscle Stretch on Spastic Muscle of Stroke Patients. *Natural Science Council*, 25(2):76-81
- Tseng, S., Shields, K.R.** 2012, Limb segment load inhibits post activation depression of soleus H-reflex in humans. *Clinical Neurophysiology*, 123(9):1836-45
- Tsorlakis, N., Evaggelinou, C., Grouios, G., Tsorbatzoudis, C.** 2004, Effect of intensive neurodevelopmental treatment in gross motor function of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46:740-5

- Valle, A.C., Dionisio, K., Pitskel, N.B., Pasqual-Leone, A., Orsati, F., Ferreira, M.J.L., Boggio, P.S., Lima, M., Rigonatti, S., Fregni, F.** 2007, Low and highfrequency repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of spasticity. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49: 534–538
- Van der Salm, A., Veltink, P.H., IJzerman, M.J., Groothuis- Oudshoorn, K.C., Nene, A.V., Hermens, H.J.** 2006, Comparison of Electric Stimulation Methods for Reduction of Triceps Surae Spasticity in Spinal Cord Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 87: 222-8
- Venugopal, S., Hamm, M.T., Crook, M.S., Jung, R.** 2011, Modulation of inhibitory strength and kinetics facilitates regulation of persistent inward currents and motoneuron excitability following spinal cord injury. *Journal of Neurophysiology*, 106:2167-79
- Villafane, H.J.** 2013, Botulinum toxin type A combined with neurodynamic mobilization for lower limb spasticity: a case report. *Journal of Chiropractic Medicine*, 12:39-44
- Wang, R., Chen, H., Chen, C., Yang, Y.** 2005, Efficacy of Bobath versus Orthopaedic approach on impairment and Function at different motor recovery stages after stroke: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 19:155-64
- Wiert, L., Darrah, J., Kembhavi, G.** 2008, Stretching with Children with Cerebral Palsy: What Do We Know and Where Are We Going?. *Physical Therapy*, 20:173-8
- Wu, Y., Huang, S., Chen, J.J., Wang, Y., Piotrkiewicz, M.** 2005, Spasticity Evaluation of Hemiparetic Limbs in Stroke Patients before Intervention by Using Portable Stretching Device and EMG. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 24(1):29-35
- Wu, C., Huang, M., Lee, C., Liu, C., Lin, L., Chen, C.** 2006, Effect on Spasticity after Performance of Dynamic-Repeated-Passive Ankle Joint Motion Exercise in Chronic Stroke Patients. *Journal of Medical Science*, 22:610-7
- Yalcinkaya, E.Y., Caglar, N.S., Tugcu, B., Tonbaklar, A.** 2014, Rehabilitation Outcomes of Children with Cerebral Palsy. *Journal of Physical Therapy and Science*, 26:285-9
- Yamaguchi, T., Tanabe, S., Muraoka, Y., Masakado, Y., Kimura, A., Tsuji, T., Liu, M.** 2011, Immediate Effects of Electrical Stimulation combined with passive locomotion- like movement of gait velocity and spasticity in persons with hemiparetic stroke : a randomized control trial. *Clinical Rehabilitation*, 26(7):619-28
- Yan, T., Hui-Chan, C.W.Y.** 2009, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Acupuncture Points Improves Muscle Function in Subjects after Acute Stroke: A randomized controlled trial. *Journal Rehabilitation and Medicine*, 41: 312-16
- Yasukawa, A., Lulinski, J., Thornton, L., Jaudes, P.** 2008, Improving Elbow and Wrist Range of Motion Using a Dynamic and Static Combination Orthosis. *Journal of Prosthetic Orthotic*, 20:41-8
- Yates, C., Garrison, K., Reese, N.B., Charlesworth, A., Garcia-Rill, E.** 2011, Novel mechanism for hyper-reflexia and spasticity. *Progress in Brain Research*, 188:167-80
- Yazchi, M., Ghasemi, Z., Moshayedi, H., Rikhtegar, R., Mostafayi, S., Mikailee,**

- H., Najmi, S.** 2013, Comparing the efficacy of botulinum toxin with Tizanidine in upper limb post stroke spasticity. *Iranian Journal of Neurology*, 12(2):47-50
- Yeh, C.Y., Tsai, K.H., Chen, J.** 2005, Effects of Prolonged Muscle Stretching With Constant Torque or Constant Angle on Hypertonic Calf Muscles. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86:235-41
- Yeh, C.Y., Tsai, K.H., Su, F.C., Hsin-Chang, L.** 2010, Effect of a Bout of Leg Cycling With Electrical Stimulation on Reduction of Hypertonia in Patients With Stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 91:1731-6
- Yelnik, A.P., Simon, O., Parratte, B., Gracies, J.M.** 2010, How to Clinically Assess and Treat Muscle Overactivity in Spastic Paresis. *Journal Rehabilitation and Medicine*, 42: 801-7
- Zhang, L., Chung, S.G., Bai, Z., Xu, D., van Rey, E.M., Roth, E.J.** 2001, Development of an Intelligent Stretching Device for Ankle Joints with Contraction/Spasticity. *Engineering in Medicine and Biology Society*, 1-4
- Zhao, H., Wu, Y., Ren, Y., Gao, F., Gaebler-Spira, D., Zhang, L.Q.** 2011, Changes of calf muscle-tendon biomechanical properties induced by passive-stretching and active-movement training in children with cerebral palsy. *American Physiological Society*, 111: 435-42

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Mori, F., Koch, G., Foti, C., Bernardi, G., Cetonze, D.** 2009, The use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for the treatment of spasticity. *Neurotherapy Progress in Restorative Neuroscience Neurology* 27: 429-437
- Gaverth, J.** 2013, Development and Evaluation of a new Method to Objectively Measure Spasticity. published by Karolinska Institute: 1-28
- Lorentzen, J.** 2001, Quantitative evaluation of spasticity: 11-39
- Nance, P.** 2003, The pathophysiology of Spasticity. *Spinal cord Medicine: Principles and Practice*: 461-476
- Βασιλόπουλος, Δ., Πάνας, Μ., Καλφάκης, Ν.** 2008, *Νευρολογία, Επιτομή Θεωρίας και πράξης*, Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης: 11-6, 38-41, 269-75, 282-7
- Παρασκευάς, Γ. Κ.** 2008, *Ανατομία του Ανθρώπου*, 1^η Εκδ, Θεσσαλονίκη, University Studio Press: 299-311, 317-25

Βιβλία – Μετεφρασμένα

- Carr, J., Shepherd, R.** 2004, *Neurological Rehabilitation, Optimizing Motor Performance*. Published by Parisianos: 225-8, 343-7, 410-3
- Drake, R.L., Vogl, W., Michell, A.W.M.** 2007, *Gray's Anatomy for Students*. 2(1-2), published by Paschalidis, Athens: 62-75

- FitzGerald, M.J.T., Gruener, G., Mtui, E.** 2009, Clinical Neuroanatomy and Neuroscience. Fifth edition, Elsevier Saunders: 81, 207-12, 215
- Guyton, C.A.** 2004, Human Physiology and Mechanisms of Disease. Fifth edn, Saunders, W.B, Philadelphia: 521-9, 666-9
- Levitt, S.** 2001, Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay, Third Edition, Blackwell Science: 1-12, 16-9
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M.** 2012, Motor Control. 3rd Edition, Lippincott Williams & Wilkins: 68-79p, 92-7p, 135-7
- Victor, M., Ropper, A.H.** 2004, Principles of Neurology, 7(1,3), published by McGraw-Hill: 59-69, 72-6, 1503-10