

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**« ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ
(ΣΩΜΑΤΟΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΠΡΟΚΛΗΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΚΑΙ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΙΑ) »**

Σπουδαστής : Νικόλαος Ποταμιάνος

Εισηγητής και εποπτεύων καθηγητής : Δρ. Κωνσταντίνος Κουτσογιάννης

Εποπτεύουσα καθηγήτρια στην Γερμανία : Dr. Barbara Zimmermann

ΠΑΤΡΑ 2012

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Κω Κωνσταντίνο Κουτσογιάννη όχι μόνο για την υποστήριξη και καθοδήγησή του όσες φορές χρειάστηκα στη διάρκεια αυτής της εργασίας αλλά επίσης για την ιδέα και πρότασή του στο συγκεκριμένο θέμα, όπου παρά τις αρχικές επιφυλάξεις μου, διαπίστωσα ότι μου δόθηκε η ευκαιρία να εμβαθύνω σε ένα θέμα που ενώ αρχικά ήταν σχετικά άγνωστο σε μένα, στη συνέχεια η ανακάλυψή του με έκανε να χαίρομαι που τελικά το επέλεξα.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την καθηγήτρια φυσιοθεραπείας από το πανεπιστήμιο Hochschule 21 στο Buxtehude Γερμανίας Κα Barbara Zimmermann, όπου μέσα από το πρόγραμμα Erasmus συνεργάστηκα μαζί της για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, με την διακριτική της επίβλεψη όπως και την πολύτιμη βοήθειά της στην εύρεση βιβλιογραφίας.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την σύζυγό μου Βικτώρια για την συμπαράσταση και υπομονή της όλο αυτό το διάστημα της προσπάθειάς μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

Ευχαριστίες	1
Πίνακας περιεχομένων	2
Καταγραφή εικόνων και πινάκων.....	4
Συνομογραφίες	5
Πρόλογος.....	6
Κεφάλαιο 1: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και Χαρακτηριστικά ΝΜ.....	8
1.1 Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Κ.Ν.Σ.) και ο Νωτιαίος Μυελός.....	8
1.1.1 Λειτουργία του (ΚΝΣ) και Βασικές του Λειτουργίες.....	8
1.2 Λειτουργία του Νωτιαίου Μυελού και Βασικές του Λειτουργίες.....	12
Κεφάλαιο 2 : Σύνδρομα και Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού.....	17
2.1 Σύνδρομα Κάκωσης που μπορούν να επέλθουν στο Νωτιαίο Μυελό.....	17
2.1.1 Κεντρικό Μυελικό Σύνδρομο.....	17
2.1.2 Ημι-εγκάρσιο Μυελικό Σύνδρομο ή Σύνδρομο Brown – Sequard.....	18
2.1.3 Πρόσθιο Πλάγιο Μυελικό Σύνδρομο.....	18
2.1.4 Οπισθοπλάγιο Μυελικό Σύνδρομο.....	18
2.1.5 Σύνδρομο Ιππουρίας / Μυελικού Κώνου.....	19
2.1.6 Άμεση Αντιμετώπιση Κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού.....	20
2.2 Μηχανισμοί και Βλάβες που Επέρχονται στο Νωτιαίο Μυελό.....	23
Κεφάλαιο 3: Ηλεκτρομυογραφία και Ηλεκτρομυογραφική (ΗΜΓ) Μελέτη.....	25
3.1 Βασικές αρχές.....	25
3.3.1 Η έννοια της Ηλεκτροφυσιολογικής μελέτης μέσω ηλεκτρομυογραφήματος..	25
3.1.2 Φυσιολογία Των Νευρομυικών Δυναμικών.....	26

3.1.3 Η Έννοια του Ηλεκτρομυογραφήματος	31
3.1.4 Τι Ακριβώς Επιτελεί το Ηλεκτρομυογράφημα.....	32
3.1.5 Είδη Ηλεκτρομυογραφήματος.....	33
3.1.6 Μελέτη Αγωγιμότητας Νεύρων Μέσω Ηλεκτρομυογραφήματος.....	33
3.1.7 Χρησιμότητα του Ηλεκτρομυογραφήματος.....	34
3.2 Συσκευές απαραίτητες για την εκτέλεση ηλεκτρομυογραφήματος.....	35
3.3 Σύνδρομα στα οποία μπορεί να έχει εφαρμογή το ηλεκτρομυογράφημα.....	36
3.4 Τρόποι επίτευξης Ηλεκτρομυογραφικής μελέτης.....	38
3.4.1 Γενικότερος Τρόπος Λειτουργίας Ηλεκτρομυογραφήματος.....	38
3.4.2 Ηλεκτρομυογραφία με προκλητά δυναμικά.....	41
Κεφάλαιο 4: Ηλεκτρομυογραφία με Σωματοαισθητικά Προκλητά Δυναμικά.....	43
4.1 Η Έννοια των Σωματοαισθητικών Προκλητών Δυναμικών - Βασικές Αρχές.....	43
4.2 Η αξία των ΣΠΔ στην μελέτη κακώσεων νωτιαίου μυελού.....	47
4.3 Ερευνητική ανασκόπηση.....	50
Κεφάλαιο 5: Επίλογος – Συμπεράσματα.....	66
Βιβλιογραφία.....	68

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΙΚΟΝΩΝ - ΠΙΝΑΚΩΝ

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1	Κεντρικό νευρικό σύστημα - Ο εγκέφαλος.....	9
Εικόνα 1.2	Ο νωτιαίος μυελός.....	13
Εικόνα 1.3	Εγκέφαλος και περιφερικό νευρικό σύστημα.....	16
Εικόνα 2.1	Σύνδρομα τραυματισμών Νωτιαίου Μυελού.....	19
Εικόνα 3.1	Λειτουργία της αντλίας Na ⁺ /K ⁺	28
Εικόνα 3.2	Σώμα νευρικού κυττάρου με νευράξονα και κλάδους.....	28
Εικόνα 3.3	Φάσεις νευρικού κυττάρου (πόλωση - επαναπόλωση).....	29
Εικόνα 3.4	Τοποθέτηση ηλεκτροδίων για Ηλεκτρομυογράφημα.....	36
Εικόνα 3.5	Τυπική διάταξη λήψης ηλεκτρομυογραφήματος.....	39
Εικόνα 3.6	Διάφοροι τύποι ηλεκτροδίων.....	40
Εικόνα 4.1	Σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά.....	44
Εικόνα 4.2	Διεθνές σύστημα τοποθέτησης ηλεκτροδίων ΗΕΓ 10-20.....	46
Εικόνα 4.3	Καταγραφή Σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών.....	50

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 4.1	Πίνακας δεδομένων και τιμών κατά ASIA.....	55
Πίνακας 4.2	Τιμές σήματος σε ΣΠΔ για ασθενείς με ΚΝΜ.....	57
Πίνακας 4.3	Αποτελέσματα περιπατητικής ικανότητας.....	58
Πίνακας 4.4	Συσχετίσεις περιπατητικής ικανότητας με ΑΣΙΑ και ΣΠΔ.....	59

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ:

ASIA = American Spinal Injury Association

AT = Αξονική Τομογραφία

D.SSEP = Dermotomal Somatosensory Evoked Potentials

CT = Computed Tomography

EMG = Electromyography

ΗΕΓ = Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα

ΗΜΓ = Ηλεκτρομυογράφημα

ΙΚΝΜ = Ισχαιμική Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

ΚΝΜ = Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

ΚΝΣ = Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ΚΠΔ = Κινητικά προκλητά Δυναμικά

ΜΕΡ = Motor Evoked Potentials

MRI = Magnetic Resonance Imaging

ΜΤ = Μαγνητική τομογραφία

NM = Νωτιαίος μυελός

PTN-SEP = Posterior Tibial Nerve Somatosensory Evoked Potentials

ΣΚΠ = Σκλήρυνση Κατά Πλάκας

ΣΚΠΔ = Σύνθετο Κινητικό Προκλητό Δυναμικό

ΣΠΔ = Σωματοαισθητικά Προκλητά Δυναμικά

SSEP = Somatosensory Evoked Potentials

SSER = Somatosensory Evoked Response

ΤΚΝΜ = Τραυματική Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μέχρι πριν μερικές δεκαετίες η κάκωση νωτιαίου μυελού θεωρείτο μια ανίατη κατάσταση και οι ασθενείς είχαν πολύ λίγες ελπίδες να ξαναγίνουν λειτουργικοί έστω και κατά ένα μέρος. Ο Τσεχοσλοβάκος γιατρός Ernest Herman Joseph Bors, MD (1900–1990) και ο Γερμανός νευρολόγος Sir Ludwig Guttmann (1899–1980) ο οποίος επινόησε και τους παραολυμπιακούς αγώνες ήταν 2 πρωτοπόροι που ασχολήθηκαν ιδιαίτερα με τις κακώσεις του ΝΜ και με την ανάπτυξη εξειδικευμένων κέντρων για την αποκατάσταση ασθενών με κακώσεις νωτιαίου μυελού. Τότε πλέον άρχισε να διαφαίνεται ότι οι ασθενείς αυτοί αν αντιμετωπιστούν με μεθοδικότητα μπορούν σε μεγάλο βαθμό να ξαναγίνουν λειτουργικοί. Βέβαια η κάκωση του νωτιαίου μυελού είναι μια σοβαρή βλάβη του κεντρικού νευρικού συστήματος και ακόμη και σήμερα δεν μπορούμε να μιλάμε για πλήρη αναστροφή. Όμως με τις σύγχρονες θεραπείες και τεχνικά μέσα είναι δυνατόν να προληφθεί μια περεταίρω επιδείνωση, να αποφευχθούν επιπλοκές και σε ένα σημαντικό βαθμό να ξαναγίνει ο ασθενής λειτουργικός και με σημαντική αυτονομία.

Η ανακάλυψη των προκλητών δυναμικών στην ηλεκτρομυογραφία που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά σε κλινικές εφαρμογές το 1937 από τον χειρουργό W. Penfield στον τομέα της νευροχειρουργικής άνοιξαν νέους ορίζοντες στην διάγνωση και αξιολόγηση κακώσεων νωτιαίου μυελού. Στη συνέχεια το 1951 ο Dawson εισήγαγε την έννοια των σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών (SSER/SSEP) καταγράφοντας την αντίδραση του ΚΝΣ μετά από ηλεκτρικό ερεθισμό αππικών νεύρων (αφής) της περιφέρειας. Η ηλεκτρομυογραφία σε συνδυασμό και με την κλινική εξέταση των ασθενών έθεσε τις βάσεις για την διάγνωση και αντικειμενική αξιολόγηση των νευρολογικών βλαβών ΝΜ, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται κατ' αρχήν η προστασία του ασθενή από περεταίρω πρωτοπαθή ή δευτεροπαθή βλάβη όπως και να γίνεται έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών συνοδών κακώσεων σε άλλα μέρη του σώματος έως ότου σταθεροποιηθεί ο ασθενής. Στην συνέχεια είναι δυνατόν να σχεδιαστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης, με στόχο ταυτόχρονα με την νευρολογική ανάρρωση, να βελτιώσει τα λειτουργικά ελλείμματα του ασθενή. Εκτός από την διάγνωση – αξιολόγηση της νευρολογικής βλάβης η δυνατότητα προγνωστικής εκτίμησης της πορείας του ασθενή για νευρολογική ανάρρωση και

λειτουργική αποκατάσταση που μπορούν να δώσουν σήμερα κάποιες μέθοδοι κλινικής εξέτασης αλλά και ηλεκτροφυσιολογικής εξέτασης όπως τα σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά (ΣΠΔ) είναι πολύτιμη για όσους σχεδιάζουν το πρόγραμμα αποκατάστασης (ιατρούς, φυσίατρος, φυσιοθεραπευτές) έτσι ώστε να είναι εξατομικευμένο στην κατάσταση και τις ειδικές ανάγκες του κάθε ασθενή με βάση τα προσδοκώμενα, και επίσης χρήσιμο στην πρόβλεψη όσον αφορά τον εξοπλισμό και τα βοηθήματα που θα χρειαστεί ο ασθενής.

Σήμερα ο οργανωμένος αυτός τρόπος αντιμετώπισης, δηλαδή το πρόγραμμα αποκατάστασης, δίνει τη δυνατότητα στους περισσότερους ασθενείς με κάκωση νωτιαίου μυελού να επιτύχουν ένα λειτουργικό επίπεδο τέτοιο ώστε να γίνουν ξανά χρήσιμα και παραγωγικά μέλη της κοινωνίας, ή τουλάχιστον σε πιο δύσκολες περιπτώσεις να μπορούν να έχουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο αυτοεξυπηρέτησης τέτοιο που θα ανακουφίζει την ζωή των ίδιων αλλά και των ανθρώπων του περιβάλλοντός τους.

1. Κεφάλαιο Πρώτο : Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και Χαρακτηριστικά του Νωτιαίου Μυελού

1.1 Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Κ.Ν.Σ.) και ο Νωτιαίος Μυελός

1.1.1 Λειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και Βασικές του Λειτουργίες

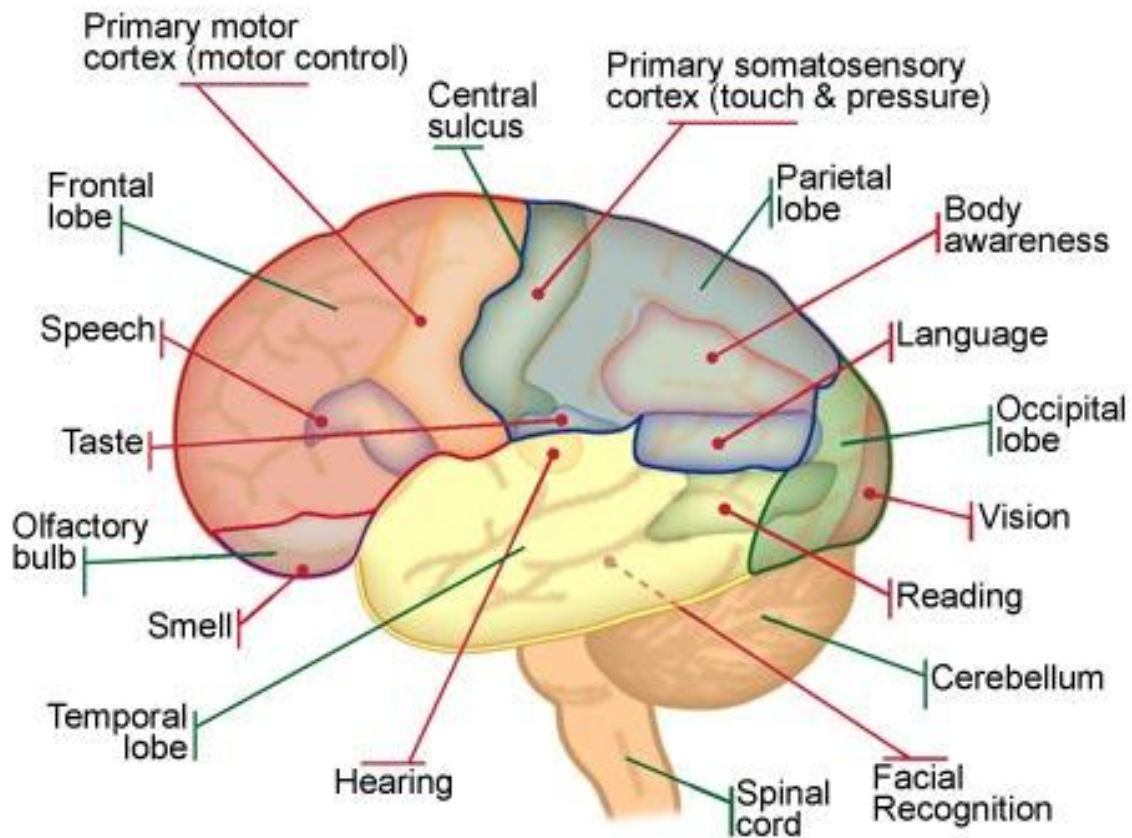
Πριν αναφερθούμε εκτενώς, στην προγνωστική αξία της ηλεκτροφυσιολογικής μελέτης των κακώσεων του νωτιαίου μυελού κρίνεται αναγκαίο αρχικά να αναφέρουμε κάποια πράγματα για το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, τον ανθρώπινο εγκέφαλο και την λειτουργία του. Το συγκεκριμένο τμήμα αποτελείται από τον εγκέφαλο καθώς και τον νωτιαίο μυελό, οι οποίοι προστατεύονται από το κρανίο καθώς και τη σπονδυλική στήλη όπου αντίστοιχα και αποτελούν τα κύρια κέντρα όπου γίνεται η διασύνδεση, η ανάλυση και η ολοκλήρωση των νευρικών πληροφοριών.

Το νευρικό σύστημα είναι το κεντρικό σύστημα που ρυθμίζει αλλά και ελέγχει την λειτουργία όλου του ανθρωπίνου σώματος, των εσωτερικών και εξωτερικών οργάνων αλλά επίσης και τον συντονισμό στην μεταξύ τους συνεργασία.

Αποτελεί επίσης το κέντρο των διαφόρων ψυχικών και αισθητικών λειτουργιών και επίσης χάρη στα αισθητήρια όργανα όπως τα μάτια, τα αυτιά, η γλώσσα η μύτη και το δέρμα συνδέει και δημιουργεί την επικοινωνία του περιβάλλοντος με τον άνθρωπο. Για να λειτουργήσουν οι αισθήσεις, τα όργανα αυτά αποτελούνται κυρίως από εξειδικευμένα κύτταρα, τους ονομαζόμενους νευροϋποδοχείς των οποίων η λειτουργία είναι να λαμβάνουν τα αισθητικά ερεθίσματα και μετά την μεταφορά και επεξεργασία τους στον εγκέφαλο, φεύγουν πληροφορίες – εντολές για τα εκτελεστικά όργανα, δηλαδή τους μυς αλλά και τους αδένες.

Σχετικά με την εξέλιξη του νευρικού συστήματος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στους μονοκύτταρους οργανισμούς, η λήψη των διαφόρων ερεθισμάτων από το εξωτερικό περιβάλλον, η μεταβίβασή τους όσο και η απάντηση σε αυτά διεξάγονται μέσω του κυτταροπλάσματος. Στους πολυκύτταρους οργανισμούς όμως, υπήρξε εξέλιξη σε εξειδικευμένα κύτταρα, τα νευρικά κύτταρα, τα οποία ανέλαβαν να εκτελούν αυτές τις διαδικασίες. Τα νευρικά κύτταρα ανάλογα με την πολυπλοκότητα

του οργανισμού, οργανώνονται κατά τρόπο ώστε να σχηματίζουν ένα ενιαίο λειτουργικό σύστημα, το νευρικό σύστημα, στο οποίο την τελειότερη μορφή του συναντούμε στα θηλαστικά στην κορυφή των οποίων βρίσκουμε τον Άνθρωπο.



*Εικόνα 1.1. Κεντρικό νευρικό σύστημα - Ο εγκέφαλος
(Τροποποιημένη από http://www.aneurysmfoundation.org/ba_about.html)*

Οι πρώτες ενδείξεις νευρικού συστήματος εμφανίζονται στα Κοιλεντερωτά στα οποία τα νευρικά κύτταρα οργανώνονται έτσι ώστε τα διάφορα εξωτερικά ερεθίσματα του περιβάλλοντος να καθορίζουν τις κινήσεις των μυών τους. Από τους εκπροσώπους αυτού του είδους, ένα στοιχειώδες κεντρικό νευρικό σύστημα εμφανίζεται στους λεγόμενους Σκώληκες, στους οποίους υπάρχουν 2 ομάδες από οργανωμένα νευρικά κύτταρα που συντονίζουν την λειτουργία όλων των υπολοίπων.

Τα Σπονδυλωτά επίσης διαθέτουν εξελιγμένο κεντρικό νευρικό σύστημα με την μορφή του νωτιαίου μυελού μέσα στην σπονδυλική στήλη, το κεφαλικό άκρο του οποίου εξελίχθηκε στα ανώτερα σπονδυλωτά σε εγκέφαλο, καθιστώντας έτσι το νευρικό σύστημα ικανό για πολυπλοκότερες λειτουργίες όπως τις ψυχικές και

πνευματικές. Αποτελεί επίσης γεγονός πως ο εγκέφαλος βρίσκεται μέσα στην κρανιακή κοιλότητα. Έχει βάρος περίπου 1500 γραμμάρια στον άνδρα και περίπου 1300 γραμμάρια στην γυναίκα. Η εμβρυολογική του καταγωγή είναι από το κεφαλικό άκρο του μυελικού σωλήνα το οποίο αρχικά χωρίζεται με περισφίξεις, σε τρία ανευρύσματα που είναι το πρόσθιο, το μέσο, και το οπίσθιο εγκεφαλικό κυστίδιο.

Τελικά δε σε πέντε με διαίρεση του προσθίου σε τελικό και διάμεσο και του οπίσθιου σε οπίσθιο και έσχατο. Απ' τα πέντε αυτά εγκεφαλικά κυστίδια διαπλάθονται τα πέντε τμήματα του εγκεφάλου που είναι ο τελικός εγκέφαλος με τα δύο ημισφαίρια, ο διάμεσος εγκέφαλος με τους οπτικούς θαλάμους, ο μέσος εγκέφαλος με το τετράδυμο και τα εγκεφαλικά σκέλη, ο οπίσθιος εγκέφαλος με τη γέφυρα και την παρεγκεφαλίδα και τέλος ο έσχατος εγκέφαλος με τον προμήκη μυελό.

Η διαίρεση του εγκεφάλου χωρίζεται σε τρία μέρη τα δύο ημισφαίρια, το στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα. Ο τελικός εγκέφαλος αποτελείται απ' τα δύο ημισφαίρια τα οποία χωρίζονται με την επιμήκη σχισμή του εγκεφάλου και απ' την παρεγκεφαλίδα με την εγκάρσια σχισμή. Τα ημισφαίρια συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους και σχηματίζουν στο εσωτερικό τους μια κοιλότητα που ονομάζεται πλάγια κοιλία. Σε κάθε ημισφαίριο διακρίνονται τρεις επιφάνειες η έξω, η έσω, η κάτω. Επίσης τρία χείλη, τα άνω, τα έξω, και τα έσω. Τρεις πόλους που είναι ο μετωπιαίος, ο ινιακός και ο κροταφικός.

Ο ρινικός εγκέφαλος αποτελείται από μια κεντρική μοίρα που φέρεται γύρω από το μεσολόβιο και μια περιφερική. Η κεντρική μοίρα σχηματίζει δύο ομόκεντρες έλικες γύρω από το μεσολόβιο εκ των οποίων η έξω ονομάζεται ψαλιδωτή ενώ η έσω έχει ιδιαίτερα ατροφήσει στον άνθρωπο και βρίσκεται διασπασμένη σε πολλές μικρές έλικες. Αποτελείται από τα εγκεφαλικά και τα νωτιαία νεύρα με τα νευρικά γάγγλια τους. Υποδιαιρείται περαιτέρω σε:

- Ø Απαγωγό τμήμα, εκεί βρίσκονται οι νευρώνες που μεταφέρουν τα σήματα απ' τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό προς τους περιφερικούς ιστούς (απαγωγή).
- Ø *Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα*: Λειτουργεί ανεξάρτητα από την συνείδησή μας και ελέγχει όλες τις καθημερινές ανάγκες του σώματος χωρίς τη

συνειδητή παρέμβαση του νου.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα ελέγχει όργανα, όπως ιστούς και αδένες στο σώμα. Διακρίνεται στο:

- ∅ Συμπαθητικό σύστημα, το οποίο επιταχύνει διαδικασίες και δραστηριότητες στο σώμα όταν υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις.
- ∅ Παρασυμπαθητικό σύστημα, που επιβραδύνει διαδικασίες και δραστηριότητες στο σώμα και έχει σκοπό την εξοικονόμηση και εναποθήκευση ενέργειας.
- ∅ Σωματικό σύστημα: είναι υπεύθυνο για τις εκούσιες λειτουργίες.
- ∅ Προσαγωγό - κεντρομόλο τμήμα εκεί βρίσκονται οι νευρώνες του μεταφέρουν τις πληροφορίες απ' την περιφέρεια προς το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Τέλος, πρέπει να γίνει αναφορά στα κύτταρα του νευρικού συστήματος. Το νευρικό σύστημα αποτελείται από δύο κατηγορίες κυττάρων, τους νευρώνες αλλά και τα νευρογλοϊικά κύτταρα. Οι νευρώνες είναι τα βασικά κύτταρα του νευρικού συστήματος. Η δομή τους περιλαμβάνει χαρακτηριστικές δομές, τις αποφυάδες που ονομάζονται άξονες και δενδρίτες. Οι νευρώνες διαθέτουν δύο σημαντικές ιδιότητες, την αγωγιμότητα και την διεγερσιμότητα. Μεταδίδουν το ερέθισμα με την μορφή ηλεκτρικών παλμών. Άλλα χαρακτηριστικά τους είναι ότι έχουν πολύ μεγάλο χρόνο ζωής, σταματούν να αυτοδιαιρούνται απ' την στιγμή που αρχίζουν να λειτουργούν στο νευρικό σύστημα και απαιτούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Τα νευρογλοϊικά κύτταρα έχουν υποστηρικτικό ρόλο και βοηθούν στην διατήρηση του περιβάλλοντος των νευρώνων.

Επίσης, ο άξονας του νευρώνα συνήθως περιέχει μία χαρακτηριστική ουσία, την μυελίνη, η οποία τον απομονώνει από ανεπιθύμητη διάχυση και παρεμβολές των νευρικών σημάτων μέσα στο σώμα και καθορίζει και την αγωγιμότητά του. Η μυελίνη παίζει ρόλο μονωτή αποτρέποντας την διαρροή ιόντων στην μεμβράνη του άξονα. Υπάρχουν και σημεία που ο νευροάξονας εμφανίζεται γυμνός και αυτά ονομάζονται κόμβοι Ρανβιέ. Οι νευρώνες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον αριθμό των αποφυάδων τους και ανάλογα με την λειτουργία τους. Έτσι διακρίνονται σε μονοπολικούς, πολυπολικούς, αισθητικούς, κινητικούς, συνδετικούς.

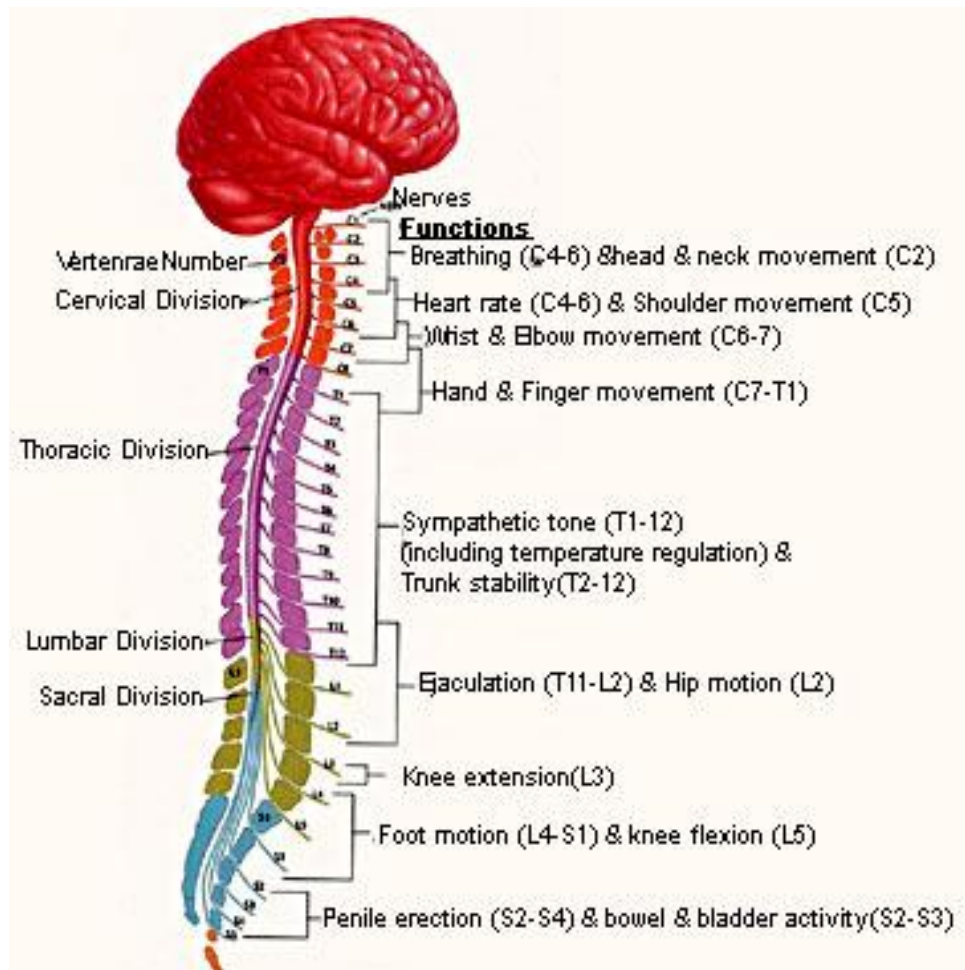
Τέλος, οι νευρώνες είναι η βάση των αισθητηρίων των οργανισμών. Τα αισθητήρια διαμορφώνουν την αντίληψη ενός οργανισμού για το περιβάλλον του. Οι εξειδικευμένοι νευρώνες που ανιχνεύουν ερεθίσματα από το εξωτερικό περιβάλλον ονομάζονται αισθητοί υποδοχείς. Χαρακτηριστικό των αισθητικών υποδοχέων είναι ότι είναι ευαίσθητοι μόνο σε συγκεκριμένη κατηγορία ενέργειας και ανερέθιστοι σε άλλες μορφές. Αντίστοιχα δε, θα πρέπει να σημειωθεί πως το εγκεφαλικό επεισόδιο θεωρείται ουσιαστικά η βλάβη η οποία προκαλείται όταν η παροχή του αίματος σε μία περιοχή του εγκεφάλου σταματήσει, οπότε τα κύτταρα του δεν λαμβάνουν οξυγόνο και συνεπώς πεθαίνουν. Ένα εγκεφαλικό επεισόδιο όμως μπορεί να είναι ελαφρύ ή πολύ σοβαρό και τα αποτελέσματά του από προσωρινά έως και μόνιμα, και αποκατάσταση μερική έως σχεδόν πλήρη.

1.2 Λειτουργία του Νωτιαίου Μυελού και Βασικές του Λειτουργίες

Αποτελεί γεγονός πως ο εγκέφαλος θεωρείται το κέντρο με σκοπό την ευαισθητοποίηση, των σκέψεων και συναισθημάτων. Ο νωτιαίος μυελός αντίστοιχα, με τους νευράξονες λειτουργεί ως κέντρο με τηλεφωνικές γραμμές, που συνδέει τον εγκέφαλο με το υπόλοιπο σώμα με σκοπό να επιτελεί πλήθος λειτουργιών. Θα πρέπει να σημειωθεί πως ο νωτιαίος μυελός που βρίσκεται στο «σωλήνα» που σχηματίζουν κατά μήκος οι σπόνδυλοι, είναι ένα παχύρρευστο υγρό και στην διάμετρο παχύ περίπου όσο ένα δάχτυλο που «τρέχει» από τη βάση του κρανίου μέχρι το επίπεδο του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου. Αποτελείται βέβαια από νευρικά μονοπάτια που οδηγούν από τον εγκέφαλο προς τα νεύρα όσο και από τα νεύρα προς τον εγκέφαλο.

Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί πως ο νωτιαίος μυελός μαζί με τον εγκέφαλο αποτελούν το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα και το οποίο αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Επίσης, ο νωτιαίος μυελός ειδικότερα, αποτελεί προέκταση του εγκεφαλικού στελέχους και συνεχίζει προς τα κάτω, από τη βάση του κρανίου. Τριανταένα (31) ζεύγη νωτιαίων νεύρων αναφύονται από το νωτιαίο μυελό και επεκτείνονται μέσα από την προστατευτική οστέινη σπονδυλική στήλη. Τα νεύρα αυτά διαχωρίζονται για να «νευρώσουν» όλα τα τμήματα του κορμού και των άκρων. Πριν φθάσουν στα άκρα οι δέσμες των νεύρων συγκλίνουν, για να σχηματίσουν

πλέγματα που ονομάζονται βραχιόνιο και οσφυϊκό πλέγμα, τα οποία κατόπιν διακλαδίζονται περαιτέρω.



Εικόνα 1.2 Ο νωτιαίος μυελός και η σύνδεσή του με την σπονδυλική στήλη και τα υπόλοιπα μέρη του σώματος. Ο Εγκέφαλος και ο Νωτιαίος μυελός είναι το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ). Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα αποτελεί το «Διοικητικό Κέντρο» του Νευρικού Συστήματος.

(τροποποιημένη από: http://www.indianetzone.com/42/yoga_spinal_cord_problems.htm.)

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης πως κάθε νωτιαίο νεύρο διαθέτει αντίστοιχα κινητικές και αισθητηριακές νευρικές ρίζες. Τα σχετικά νευρικά ερεθίσματα τα οποία αποστέλλονται ανάμεσα στον εγκέφαλο και τα περιφερικά νεύρα, μπορούν και «ταξιδεύουν» κατά μήκος των νευρικών ινών και αντίστοιχα εισέρχονται μέσα από τις διάφορες διόδους στο νωτιαίο μυελό. Εκεί βέβαια, είτε ενθαρρύνουν τις σχετικές

αντανακλαστικές κινήσεις είτε προωθούνται μέχρι τον εγκέφαλο ώστε να πραγματοποιηθεί αντίστοιχα η ερμηνεία τους ως κινητικά ερεθίσματα.

Αντίστοιχα, το τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος που βρίσκεται μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα. Αντιπροσωπεύει ουσιαστικά το τελευταίο κεντρικό όργανο του νευρικού συστήματος και εκτείνεται από τον προμήκη μυελό μέχρι και τον πρώτο ή το δεύτερο οσφυϊκό σπόνδυλο. Μοιάζει βέβαια με άσπρο κυλινδρικό σκοινί, πιεσμένο από μπροστά προς τα πίσω και καταλήγει σ' έναν κώνο που ονομάζεται μυελικός κώνος. Κάτω από την περιοχή του πρώτου ή του δεύτερου οσφυϊκού σπονδύλου, ο μυελικός κώνος ατροφεί και σχηματίζει ένα λεπτό νήμα, που φτάνει μέχρι τον κόκκυγα και ονομάζεται τελικό νημάτιο.

Επίσης, ο Νωτιαίος Μυελός εμφανίζει δύο συγκεκριμένα εξογκώματα στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα του, που ονομάζονται αντίστοιχα αυχενικό και οσφυϊκό όγκωμα. Από το αυχενικό όγκωμα εκφύονται αντίστοιχα τα νεύρα των άνω άκρων, ενώ από το οσφυϊκό όγκωμα εκφύονται τα νεύρα των κάτω άκρων. Στην εξωτερική βέβαια επιφάνειά του έχει κατά μήκος αυλακώσεις, με τις οποίες χωρίζεται σε τρεις δέσμες.

Φυσικά, σε μία εγκάρσια τομή του Νωτιαίου Μυελού παρατηρούνται από το εξωτερικό προς το εσωτερικό οι τρεις μήνιγγες, η λευκή ουσία και η φαιά ουσία. Οι τρεις μήνιγγες που περιβάλλουν το Νωτιαίο Μυελό από έξω προς τα μέσα, είναι η σκληρή, η αραχνοειδής και η χοριοειδής μήνιγγα. Μεταξύ της σκληρής και της αραχνοειδούς μήνιγγας υπάρχει ο υποαραχνοειδής χώρος. Ο υποσκληρίδιος και υποαραχνοειδής χώρος είναι γεμάτοι λέμφο. Οι τρεις μήνιγγες του Νωτιαίου Μυελού επεκτείνονται προς τα κάτω και καλύπτουν τα νεύρα που εκφύονται από την οσφυϊκή μοίρα, καθώς και το τελικό νημάτιο.

Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί πως η λευκή ουσία βρίσκεται στην περιφέρεια του Νωτιαίου Μυελού, κάτω από τη χοριοειδή μήνιγγα και περιβάλλει τη φαιά ουσία. Αποτελείται από τις νευρικές ίνες, ενωμένες κατά ομάδες και διαιρείται σε τρεις δέσμες: την μπροστινή, την πλάγια και την πίσω δέσμη. Οι ομάδες των νεύρων της λευκής ουσίας είναι ευθείες ή διασταυρώνονται χιαστί, γι' αυτό αν ο Νωτιαίος Μυελός υποστεί μία βλάβη σε μία πλευρά του, τα συμπτώματα της βλάβης εμφανίζονται και στις δύο πλευρές του σώματος.

Η φαιά ουσία βρίσκεται στο κέντρο του Ν.Μ και έχει σχήμα Η, με τα πίσω άκρα ή κέρατα λεπτά και με τα μπροστινά άκρα ή κέρατα διογκωμένα. Αποτελείται από νευρικά κύτταρα, που είναι κινητικού τύπου στα μπροστινά κέρατα και αισθητικού τύπου στα πίσω κέρατα. Από τα κινητικά κύτταρα εκφύονται τα νωτιαία νεύρα, ενώ από τα αισθητικά κύτταρα εκφύονται τα αισθητικά νεύρα των αρθρώσεων, των σπλάχνων και του δέρματος.

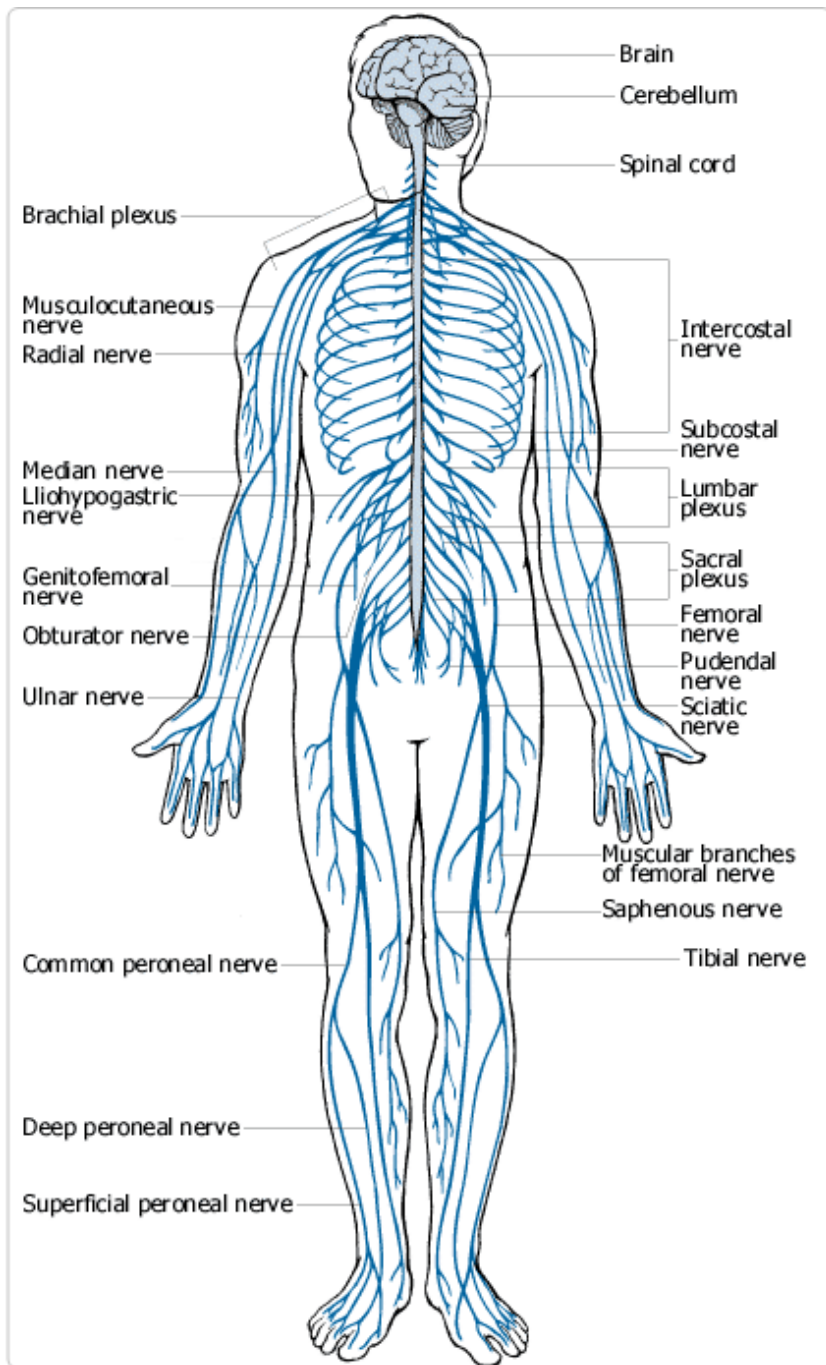
Επίσης, στο κέντρο της φαιάς ουσίας βρίσκεται ένας πολύ στενός σωλήνας, που ονομάζεται κεντρικός νευρικός σωλήνας. Είναι ομόλογος σχηματισμός με τις κοιλίες του εγκέφαλου και εσωτερικά καλύπτεται από επενδυματικά κύτταρα. Ο κεντρικός σωλήνας ενώνεται προς τα πάνω με την τέταρτη κοιλία του εγκέφαλου και εκτείνεται προς τα κάτω μέχρι τη μέση περίπου του τελικού νηματίου. Μέσα σε αυτόν το σωλήνα καθώς και στον υποαραχνοειδή χώρο υπάρχει το εγκεφαλονωτιαίο υγρό.

Από φυσιολογική άποψη, ο Νωτιαίος Μυελός εκτελεί δύο λειτουργίες: Πρώτον δρα ως ο αγωγός, με τον οποίο τα περιφερειακά νεύρα επικοινωνούν με τον εγκέφαλο και ο εγκέφαλος με τα περιφερειακά νεύρα. Τα διάφορα ερεθίσματα μεταβιβάζονται με τα νεύρα της λευκής ουσίας. Από τα περιφερειακά όργανα ανεβαίνουν προς τον εγκέφαλο περνώντας μέσα από το Νωτιαίο Μυελό αισθητικές οδοί, που ονομάζονται κεντρομόλοι, ενώ από τον εγκέφαλο κατεβαίνουν προς τα διάφορα περιφερειακά όργανα, περνώντας πάλι μέσα από το Νωτιαίο Μυελό, κινητικές οδοί, που ονομάζονται φυγόκεντροι.

Δεύτερον, είναι επίσης σπουδαίος χώρος συγκέντρωσης αυτοτελών νευρικών κέντρων. Στο Νωτιαίο Μυελό υπάρχουν το κέντρο της ούρησης, της αφόδευσης, το κέντρο του τοκετού στη γυναίκα, το κέντρο της στύσης και της εκσπερμάτωσης στον άντρα και το κέντρο της διεύρυνσης της κόρης του οφθαλμού. Υπάρχουν επίσης τα δευτερεύοντα αναπνευστικά κέντρα και το δευτερεύον κέντρο εκκρίσεων του ιδρώτα.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως ο Νωτιαίος Μυελός συμμετέχει σε σημαντικό βαθμό στο αντανεκλαστικό φαινόμενο, στο οποίο ο εγκέφαλος δεν παίρνει μέρος. Τα ερεθίσματα που μεταβιβάζονται στη φαιά ουσία του Νωτιαίου Μυελού μέσα από τις πίσω νευρικές ρίζες μεταδίδονται στις μπροστινές νευρικές ρίζες απευθείας.

Ο Νωτιαίος Μυελός μπορεί να υποστεί βλάβες από διάφορες κακώσεις, όγκους, λοιμώξεις και άλλες παθολογικές καταστάσεις της σπονδυλικής στήλης. Οι διάφορες παθήσεις που είναι δυνατό να εντοπιστούν στο Νωτιαίο Μυελό είναι νεοπλασματικές, λοιμώδεις, αγγειακές, εκφυλιστικές, φλεγμονώδεις κ.ά. (Crossman A. R. & Neary D. 2003).



Εικόνα 1.3 Εγκέφαλος και περιφερικό νευρικό σύστημα
(Τροποποιημένη από: http://en.wikipedia.org/wiki/Peripheral_nervous_system)

2. Κεφάλαιο Δεύτερο : Σύνδρομο και Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού

2.1 Σύνδρομο Κάκωσης που Μπορούν να Επέλθουν στο Νωτιαίο Μυελό

2.1.1 Κεντρικό Μυελικό Σύνδρομο

Ως κλινικά σύνδρομα στις μέρες μας, μπορούν να χαρακτηρισθούν οι ατελείς βλάβες του νωτιαίου μυελού. Τα περιστατικά αυτά έχουν σαν βάση τους την ανατομική εντόπιση βλάβης που βρίσκεται στο μέρος του νωτιαίου μυελού. Σε πολλές περιπτώσεις και ιδιαίτερα σε κακώσεις, παρατηρείται το μυελικό σύνδρομο λόγω υπερέκτασης του αυχένα. Το φαινόμενο αυτό συνήθως παρατηρείται σε ηλικιωμένους ανθρώπους ή ακόμα και σε άτομα με ορισμένη συγγενική ή επίκτητη αυχενική στένωση. Από τον τραυματισμό αυτό, συχνά προκαλείται μια αιμορραγική νέκρωση της κεντρικής φαιάς ουσίας αλλά και της μέσης λευκής ουσίας.

Θα πρέπει να σημειωθεί δε πως η αδυναμία η οποία κάνει την εμφάνισή της στα άνω κυρίως άκρα, είναι συνηθισμένο φαινόμενο σε άτομα με κεντρικό μυελικό σύνδρομο. Τα φυσικά ευρήματα χαρακτηρίζονται από τον όρο «ανάδρομη τετραπληγία». Η εξήγηση που αποδίδεται ανατομικά είναι εκείνη κατά την οποία το φλοιό-νωτιαίο και το πλάγιο νωτιο - θαλαμικό δεμάτιο είναι έτσι οργανωμένα ώστε οι σχετικές ίνες εντοπίζονται περιφερικά και οι αυχενικές ίνες κεντρικά. Αν ο προορισμός των ινών είναι ουραίος, οι ίδιες είναι θεωρούνται πιο προστατευμένες από την νέκρωση του κεντρικού μυελού. Οι πιθανότητες να σωθούν είναι περισσότερες. Αυτό όμως που πρέπει να σημειωθεί είναι πως οι ασθενείς με κεντρικό μυελικό σύνδρομο, είναι σε θέση να μετακινηθούν αλλά η κίνηση τους στα άνω άκρα είναι αδύναμη.

2.1.2 Ημι-εγκάρσιο Μυελικό Σύνδρομο ή Σύνδρομο Brown – Sequard

Σύμφωνα με αυτή την βλάβη στο νωτιαίο μυελό, τα ανιόντα και κατιόντα δεμάτια, διακόπτονται αφού η βλάβη αυτή λαμβάνει χώρα στο πλάγιο του νωτιαίου μυελού. Σαν χαρακτηριστικό της, επέρχεται μια ομοπλευρική αδυναμία μυϊκή, απώλεια λεπτής αφής αλλά και αίσθηση της θέσης. Επίσης, εμφανίζει μια μείωση αίσθησης πόνου και θερμοκρασίας. Η βλάβη στις νευρικές ρίζες και στους κινητικούς και αισθητικούς νευρώνες προκαλούν μια χαλαρή αδυναμία και αναισθησία, όσον αφορά την νευρολογική άποψη της βλάβης. Αιτία για να προκληθεί το συγκεκριμένο περιστατικό, μπορεί να είναι κάποια κάκωση του νωτιαίου μυελού ή και κάποιες πιεστικές βλάβες ή προπτώσεις του πυρήνα πηκτοειδή μέσα στον νωτιαίο μυελό. Αποτελεί σπάνιο φαινόμενο αλλά στις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις σε κάποιον ασθενή υπερτερούν τα δυο βασικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι απώλεια αίσθησης πόνου και θερμοκρασίας και σύστοιχη σπαστική παράλυση.

2.1.3 Πρόσθιο Πλάγιο Μυελικό Σύνδρομο

Αποτελεί σπάνιο φαινόμενο σε αμιγή του μορφή. Κυρίως όμως κάνει την εμφάνισή του έπειτα από κάμψεις, σε κάποια ισχαιμικά επεισόδια και σε οξείες κεντρικές κοίλες του πηκτοειδή πυρήνα. Στην περιοχή της κατανομής της νωτιαίας πρόσθιας αρτηρίας, βρίσκονται τα τμήματα εκείνα του νωτιαίου μυελού τα οποία μπορούν να υποστούν ένα τέτοιο επεισόδιο. Οι οπίσθιες στήλες και τα οπίσθια «κέρατα» είναι και οι περιοχές που διασώζονται ευκολότερα μετά από ένα σχετικό τραυματισμό. Έτσι υπάρχει μια αδυναμία κάτω από το επίπεδο της βλάβης αλλά και απώλεια του πόνου ή της θερμοκρασίας αντίστοιχα.

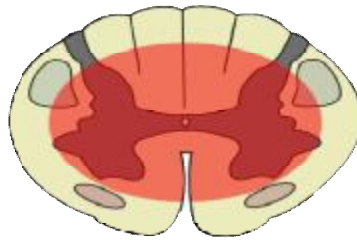
2.1.4 Οπισθοπλάγιο Μυελικό Σύνδρομο

Επίσης σπάνιο φαινόμενο στο τραυματισμό του νωτιαίου μυελού. Κυρίως προκαλείται έπειτα από τραυματισμούς και υπερέκταση. Τα κλινικά του χαρακτηριστικά είναι η μη καλή λειτουργία της οπίσθιας δέσμης που αφορούν την παλλαισθησία, λεπτή αφή και ιδιοδεκτικότητα. Παρ' όλα αυτά, διατηρούνται η μυϊκή

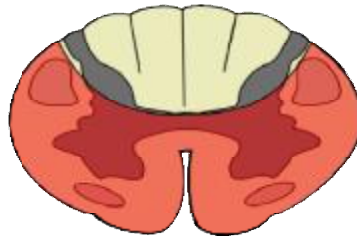
ισχύ και η επιπολής αισθητικότητα. Για το λόγο αυτό, οι ασθενείς μπορεί και να εκτελέσουν λειτουργική ανάνηψη μετά την αποκατάστασή τους.

Incomplete lesions of the spinal cord

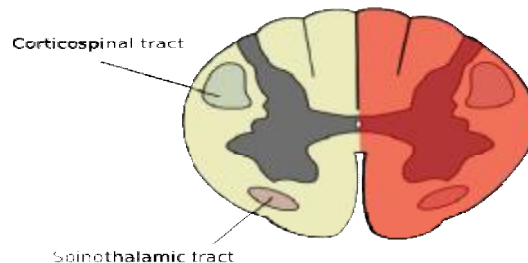
Central Cord Syndrome



Anterior Cord Syndrome



Brown-Séquard Syndrome



Spinothalamic tract

Εικόνα 2.1 Σύνδρομα τραυματισμών Ν.Μ

(Τροποποιημένη από: <http://www.emergency-medicine-tutorials.org/Home>)

2.1.5 Σύνδρομο Ιππουρίας / Μυελικού Κώνου

Είναι το αποτέλεσμα από το χαμηλό επίπεδο βλάβης στο επίπεδο ή κάτω από την θωρακο-οσφυϊκή μετάβαση. Οι διαφορές του από τα άλλα σύνδρομα είναι βασικές, αφού η βλάβη δεν αφήνει ακέραιο το ουραίο άκρο του νωτιαίου μυελού. Οι νωτιαίες ρίζες είναι αυτές που στην πραγματικότητα έχουν την βλάβη και ίσως και ο μυελικός κώνος. Σαν αποτέλεσμα βλάβης στον κατώτερο κινητικό πυρήνα, είναι η απώλεια μυϊκής ισχύος. Η βλάβη αυτή προκαλεί χαλαρή παράλυση. Από την στιγμή όπου όλες οι ίνες περνούν από τα νωτιαία πλευρά υπάρχει απώλεια αισθητικότητας

η οποία έχει να κάνει με τα επηρεασμένα δερμοτόμια. Από την απώλεια, μερική ή ολική, των ιερών αντανάκλαστικών δημιουργείται μια δυσλειτουργία κύστης και εντέρου. Έτσι παρατηρείται ότι ο τόνος του σφιγκτήρα υπολείπεται στη κύστη και στο έντερο και η ακράτεια είναι κάτι σίγουρο και όχι η επίσχεση ούρων ή κοπράνων.

2.1.6 Άμεση Αντιμετώπιση Κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού

Θα πρέπει να σημειωθεί πως έχει σημειωθεί μια σημαντική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια στην κάκωση σπονδυλικής στήλης. Η σταθεροποίηση αυτής αποτελεί σημαντικό θέμα προκειμένου να προληφθούν κάποιες νευρολογικές επιπλοκές κατά την μεταφορά του ασθενή στο νοσοκομείο. Τα εκπαιδευμένο προσωπικό και εξέλιξη η ιατρική συνετέλεσαν στο να δημιουργηθεί μεταβολή πλειονότητας κακώσεων σε ατελείς βλάβες. Ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο του ατυχήματος δίνεται σε :

- Ø Αεροφόρους οδούς
- Ø Αναπνοή
- Ø Κυκλοφορία
- Ø Σταθεροποίηση σπονδυλικής στήλης.

Θα πρέπει δε να σημειωθεί πως η σταθεροποίηση της σπονδυλικής στήλης επιτυγχάνεται με ένα φορείο με σκληρή επιφάνεια ή με κάποιον ειδικό νάρθηκα. Υπάρχουν όμως και φορεία τα οποία είναι ειδικά σχεδιασμένα και διαθέτουν και ακτινολογικό εξοπλισμό. Επίσης, με την θέση *Trendelenburg* γίνεται η ενδοφλέβια χορήγηση υγρών για να μην δημιουργηθεί σοκ και εισρόφηση. Ο ασθενής με το που θα εισαχθεί στο νοσοκομείο, θα υποβληθεί σε επανεκτίμηση νευρολογική αλλά και σε φυσική εξέταση. Βασικές προτεραιότητες η σταθεροποίηση του καρδιο-αναπνευστικού συστήματος και η ακινητοποίηση της σπονδυλικής του στήλης. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται αμέσως μετά στην πρόληψη υποξαιμίας και υπότασης. Προκειμένου να γίνει εξέταση ούρων του τοποθετούν έναν εσωτερικό καθετήρα ούρων για να διαγνωσθεί κάποια αιματοουρία. Αν υπάρχουν πιθανά τραύματα στον θώρακα ή στην κοιλιά, θα πρέπει να αναγνωρισθούν αντίστοιχα.

Έπειτα από έρευνα της Εθνικής Μελέτης για την Οξεία Κάκωση του Νωτιαίου Μυελού, αναφέρθηκε ότι η χορήγηση μεγάλης δόσης μεθυλπροδινιζολόνης 8 ώρες από το τραυματισμό, μειώνει τις νευρολογικές επιπλοκές. Στην συγκεκριμένη μελέτη, η δόση που χορηγήθηκε ήταν 30 mg/kg βάρους σώματος και ακολούθησε για τις επόμενες 23 ώρες συνεχής ενδοφλέβια έκχυση 5,4 mg/kg. Η βελτίωση των ασθενών με την παραπάνω διαδικασία ήταν σημαντική, αφού βελτίωσαν την κινητική και αισθητική λειτουργία μετά από μήνες σε σχέση με τους ασθενείς οι οποίοι είχαν μια εικονική θεραπεία με ναλοξόνη.

Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι και η συγκεκριμένη θεραπεία δεν έδειξε κάποια σοβαρή λειτουργική ανάνηψη. Αν χρειαστεί να αντικαταστήσει την χειρουργική αποσυμπίεση θα το δείξει η ακτινολογική εξέταση. Σε πολλές περιπτώσεις παρουσιάζεται βραδυκαρδία σε ασθενείς με κάκωση της αυχενικής μοίρας του νωτιαίου μυελού. Λόγω της ανεξέλεγκτης δράσης του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος. Έτσι τα ερεθίσματα από το παρασυμπαθητικό μεταφέρονται στην καρδιά και σαν αποτέλεσμα δέχεται ένα εξωνωτιαίο δεμάτιο. Από έναν τραυματισμό αυχενικής μοίρας δεν υπάρχει βλάβη αλλά μπορεί να διαταραχθεί η συμπαθητική λειτουργία. Από την τραχεία αναρρόφηση μπορεί να αυξηθεί η παρασυμπαθητική λειτουργία και να δημιουργηθεί σοβαρή βραδυκαρδία ή και θάνατος.

Οι ασθενείς με το παραπάνω πρόβλημα θα πρέπει να έχουν αναπνευστήρα πριν την αναρρόφηση. Στην περίπτωση αιφνίδιας βραδυκαρδίας, θα πρέπει να υπάρχει ατροπίνη σε ετοιμότητα ή και σε καρδιακή ανακοπή. Επίσης, όσοι ασθενείς έχουν υποστεί κρανιο-εγκεφαλική κάκωση ή κάκωση νωτιαίου μυελού, είναι πολύ δυνατόν να πάθουν απώλεια αυτορρύθμισης εγκεφαλική αιματικής ροής για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για αυτόν τον λόγο κάποιες φορές η υπόταση οδηγεί σε ισχαιμικές βλάβες νωτιαίου μυελού ή εγκεφάλου.

Ο ακτινολογικός έλεγχος γίνεται όταν αποκατασταθεί το καρδιαγγειακό σύστημα. Για να μην υπάρξει άλλη νευρολογική βλάβη, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Αν υπάρχουν κατάγματα σε περιοχές όπως της αυχενο-θωρακικής μοίρας ή της θωρακο-οσφυϊκής μετάβασης παραβλέπονται, αλλά όχι στην περίπτωση όπου η ακτινολογική εξέταση τα εμφανίσει. Από τον ακτινολογικό έλεγχο μπορεί να αποφευχθεί μια χαμηλή βλάβη από το πιο ψηλό σημείο νευρολογική βλάβης.

Ο ασθενής παραμένει στην εντατική αν δεν υπάρχει ακτινολογική απόδειξη συμπίεσης νευρικών στοιχείων ή αστάθεια σπονδυλικής στήλης.

Στην περίπτωση που υπάρχει μηχανική νευρική συμπίεση θα πρέπει να αποσυμπιέζεται το συντομότερο δυνατό με αφαίρεση των οστικών ή των δισκικών τεμαχίων από τον νευρικό σωλήνα. Αν υπάρχει πλήρης βλάβη η αποσυμπίεση δεν έχει θετικά αποτελέσματα αφού η ανάνηψη νευρικής λειτουργίας είναι άχρηστη. Η σπονδυλική έλξη επιτυγχάνει καλύτερα την ανάταξη καταγμάτων στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται ειδική επεμβατική τεχνική από χειρουργούς σε ειδικό κρεβάτι. Αλλά σε κατάγματα χαμηλού επιπέδου η έλξη δεν είναι αποτελεσματική. Η κάκωση του νωτιαίου μυελού αντιμετωπίζεται χειρουργικά αν δεν μπορεί να γίνει κλειστή ανάταξη. Είναι όμως πολύ δυνατόν να υπάρξει θεραπεία με κατάκλιση αλλά η κινητοποίηση του ασθενή γίνεται δυνατή με την χειρουργική σταθεροποίηση. Από τα ευρήματα της νευρολογικής εξέτασης θα εξαρτηθεί και ο χρόνος αποκατάστασης.

Τέλος, αν υπάρχει κάκωση νωτιαίου μυελού κατά Frankel δεν χρειάζεται χειρουργική επέμβαση. Αν υπάρχουν ατελείς βλάβες και διάσωση ιερών ριζών γίνεται πρόσθια σταθεροποίηση ή και οπίσθια. Μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν και οστικά μοσχεύματα ή μεταλλικές πλάκες. Η σπονδυλοδεσία όμως δεν δίνει πλήρη σταθεροποίηση και αν ο ασθενής κινείται μετά από εγχείρηση θα πρέπει να παρθούν πρόσθετα μέτρα. Μέσα και σε ακόμα 12-24 εβδομάδες, μπορεί να ωριμάσει η οστική ένωση και τότε ο ασθενής θα πρέπει να προφυλάσσεται με εξωτερικό κηδεμόνα halo και σκληρό κολάρο.

2.2. Μηχανισμοί και Βλάβες που Επέρχονται στο Νωτιαίο Μυελό

Σε αντίθεση με τον εγκέφαλο, ο νωτιαίος μυελός δεν υφίσταται την επίδραση δυνάμεων επιταχύνσεως ή επιβραδύνσεως. Αλλά μπορούν να υπάρξουν οι παρακάτω δυνάμεις και οι οποίες σε ένα ατύχημα μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στο νωτιαίο μυελό λόγω :

- Ø Κάμψης
- Ø Έκτασης
- Ø Συμπίεση κατά τον επιμήκη άξονα
- Ø Συστροφής
- Ø Συνδυασμός των παραπάνω

Κλασσικό παράδειγμα συνδυασμού αποτελεί η βλάβη από υπερκάμψη του αυχένα. Αναφερόμενοι στους τύπους βλάβης που μπορούν να επέλθουν στο τμήμα του νωτιαίου μυελού, αυτοί αναφέρονται ως εξής:

- Ø Εξάρθρωμα σπονδύλων το οποίο είναι και πιο συχνό στην αυχενική μοίρα μεταξύ A5 και A6 σπονδύλων
- Ø Κάταγμα σπονδύλου που σαν συνέπεια έχει την προβολή οστικών παρασχιδίων στον σπονδυλικό σωλήνα
- Ø Πρόπτωση μεσοσπονδύλιου δίσκου
- Ø Συνδυασμός παραπάνω

Κάποιες φορές η μετατόπιση στοιχείων σπονδυλικής στήλης είναι στιγμιαία. Οι βλάβες που μπορεί να υπάρξουν στον νωτιαίο μυελό είναι οι :

- Ø Διάσειση κατά την ισχυρή πλήξη σπονδυλικής στήλης με διακίνηση του νωτιαίου μυελού
- Ø Θλάση όπου δεν υπάρχει ορατή λύση συνέχειας απλά μόνο μικρές πετεχειώδεις αιμορραγίες φαιάς και οιδήματα λευκής ουσίας.
- Ø Τραυματισμός με αιμορραγία
- Ø Πίεση από εξάρθρωμα, αιμάτωμα ή πρόπτωση δίσκου

Είναι χαρακτηριστικό ότι σε κακώσεις του νωτιαίου μυελού παρατηρείται περιορισμός αιματικής ροής στην φαιά και λευκή ουσία. Αυτό που όμως πραγματικά

ενδιαφέρει έναν ασθενή με τραυματισμό του νωτιαίου μυελού, είναι η τελική έκβαση προκειμένου να εξασφαλίσει την επιβίωσή του. Η τελική αυτή έκβαση είναι πολύτιμη και για την οικογένειά του και για τα αγαπημένα του πρόσωπα. Ακόμα και για την ίδια την θεραπευτική ομάδα η οποία σχεδιάζει το πρόγραμμα αποκατάστασής του. Οι ασφαλιστικοί φορείς δείχνουν επίσης και αυτοί κάποιο ενδιαφέρον, αφού αυτοί θα έχουν την οικονομική κάλυψη για την αποκατάσταση του ασθενούς. (Stein Jay H. 1997).

3. Κεφάλαιο τρίτο :

Ηλεκτρομυογραφία και Ηλεκτρομυογραφική Μελέτη.

3.1 Βασικές αρχές.

3.1.1 Η Έννοια της Ηλεκτροφυσιολογικής Μελέτης Μέσω του Ηλεκτρομυογραφήματος.

Πριν γίνει οποιαδήποτε αναφορά περί ηλεκτρομυογραφίας θα πρέπει να σημειωθεί πως για τους ασθενείς με κινητικές αναπηρίες η λειτουργική πρόγνωση θεωρείται σπουδαία, αφού από την περιπατητική ικανότητα και την κίνηση των άκρων τους και ιδιαίτερα των χεριών εξαρτάται και η ανεξαρτησία τους. Η ελπίδα μαζί με την πρόγνωση για μια καλή και ικανοποιητική αποκατάσταση αλλά και η μελλοντική λειτουργική ικανότητα έχει άμεση σχέση με τις νευρολογικές εξετάσεις και με όλη την διαδικασία της νευρολογικής ανάρρωσης, που μπορεί να είναι φαρμακευτική αγωγή, ψυχολογική υποστήριξη, μηχανική βοήθεια, φυσιοθεραπεία, εργοθεραπεία. Επίσης στοιχεία που προέρχονται από την εργαστηριακή καθώς και την κλινική μελέτη και εξετάσεις των ασθενών έχουν πολύ σημαντικό ρόλο. Η ηλεκτροδιαγνωστική μελέτη εδώ έχει ένα σημαντικό ρόλο, αφού χρησιμοποιείται για την οξεία φάση μετά την ΚΝΜ προκειμένου να γίνει εκτίμηση της σοβαρότητας, αλλά και στη συνέχεια μπορεί να δώσει στοιχεία που συν-αξιολογούνται με άλλα υποκειμενικά και αντικειμενικά ευρήματα ώστε να διαφανεί αν υπάρχει βελτίωση και να επανακαθοριστεί ενδεχομένως η πορεία για την αποκατάσταση του ασθενή. Η ηλεκτροδιάγνωση περιλαμβάνει:

- Ø *Ηλεκτρομυογράφημα*
- Ø *Μελέτη αγωγιμότητας των νεύρων*
- Ø *Καθυστερημένες απαντήσεις δυναμικών*
- Ø *Σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά*
- Ø *Συμπαθητικές δερματικές απαντήσεις*

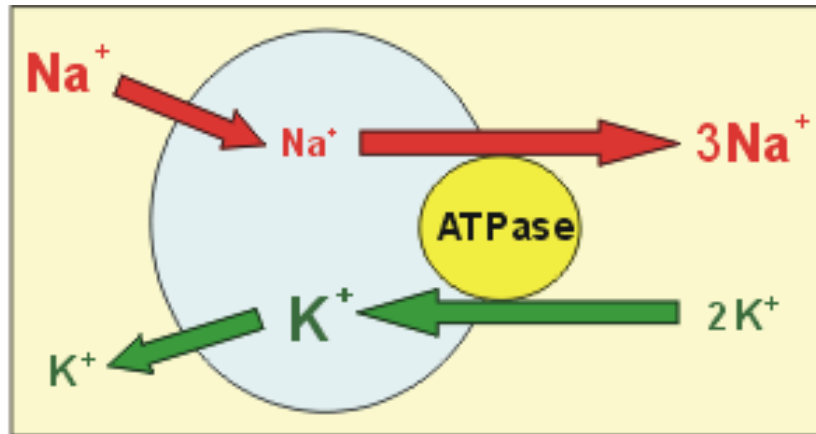
Προκειμένου λοιπόν να διαγνωσθούν οι βλάβες του κεντρικού και περιφερικού νευρικού συστήματος, χρειάζεται η ηλεκτροδιάγνωση, με εφαρμογές γενικά σε νευρολογικούς ασθενείς, αλλά ακόμη και σε ασθενείς οι οποίοι δεν έχουν την ικανότητα να συνεργαστούν ή ίσως δεν έχουν συνείδηση. (*Bordeli A, Inghillari M, Formisano R, Accornero N, Manfredi M. Stimulation 1987*).

3.1.2 Φυσιολογία Των Νευρομυικών Δυναμικών.

Πριν μιλήσουμε για ηλεκτρομυογραφία θα πρέπει να αναφερθούν μερικά βασικά σχετικά με την φυσιολογία του νευρομυικού συστήματος που αφορά την ανάπτυξη ηλεκτρικών δυναμικών. Όλες οι εντολές από τον εγκέφαλο προς τους κινητήρες – μυς , αλλά και από τους αισθητήρες (αφή, ιδιοδεκτικότητα, γεύση, όραση, ακοή κ.α) μεταδίδονται μέσω των καλωδίων – νεύρων του περιφερικού συστήματος. Η μετάδοση γίνεται κατ' ουσίαν με ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτρικά δυναμικά). Υπάρχει βεβαίως μια σημαντική διαφορά από την μετάδοση του ηλεκτρικού ρεύματος ανάμεσα στις κοινές ηλεκτρονικές και ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούμε, και στο ανθρώπινο σώμα. Στις ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές συσκευές υπάρχει μια συνεχής ροή του ηλεκτρικού ρεύματος (ηλεκτρονίων) διαμέσου αγωγών (καλωδίων). Στο ανθρώπινο σώμα οι αγωγοί είναι τα νεύρα (νευρώνες και νευράξονες) και δεν υπάρχει συνεχής ροή ηλεκτρονίων αλλά μετάδοση ηλεκτρικών παλμών - σημάτων και αναμετάδοση από το ένα νευρικό κύτταρο στο επόμενο κύτταρο. Δηλαδή ύστερα από μια αρχική διέγερση που πρέπει να έχει ένα συγκεκριμένο ύψος (ουδό) ακολουθούν συνεχείς αλυσιδωτές πολώσεις – εκπολώσεις μεταξύ των συνάψεων νευρώνων νευραξόνων έως ότου φθάσουν μέχρι την νευρομυική σύναψη και ενεργοποιήσουν τον μυ. Η μετάδοση αυτή έχει το μικρό μειονέκτημα του περιορισμού της ταχύτητας, το οποίο πρακτικά δεν είναι σημαντικό γιατί στο ανθρώπινο σώμα αλλά και τα άλλα έμβια όντα οι αποστάσεις μετάδοσης είναι μικρές, όμως έχει το σοβαρό πλεονέκτημα του ελάχιστου επηρεασμού από ηλεκτρομαγνητικά πεδία του περιβάλλοντος επάνω στους αγωγούς (νεύρα). (*Pisano, Micera S, Mazzone A, Delconte Γ, Carrozza MC, Dario P, Minuco G. 2005*).

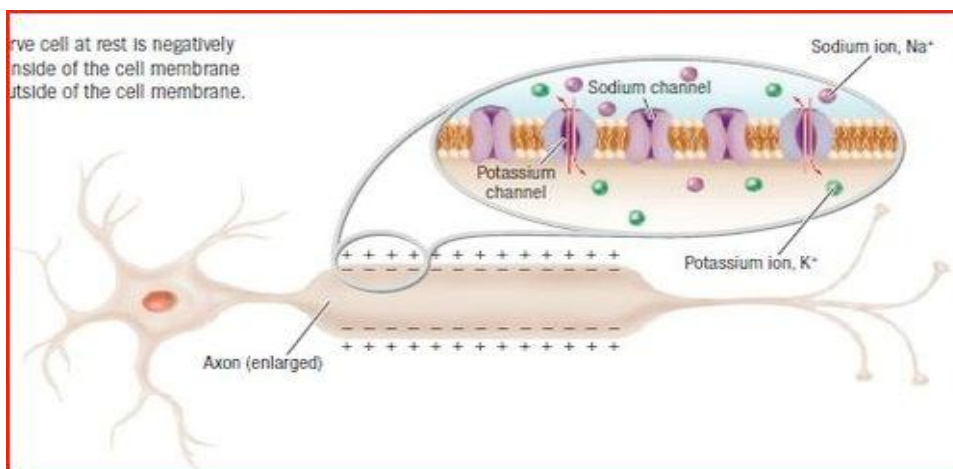
Τα ηλεκτρικά δυναμικά αναπτύσσονται σε κυτταρικό επίπεδο, και συγκεκριμένα στις μεμβράνες των κυττάρων. Παρότι σε όλα τα κύτταρα

αναπτύσσονται ηλεκτρικά δυναμικά μόνο τα νευρικά και μυϊκά κύτταρα έχουν την ιδιότητα να διεγείρονται από κάποιο ερέθισμα και στη συνέχεια να εκπολώνονται και να επαναπολώνονται μεταδίδοντας αλυσιδωτά το φαινόμενο στα γειτονικά κύτταρα. Το αρχικό ερέθισμα μπορεί να είναι χημικό, θερμικό, οπτικό, μηχανικό, αναλόγως τον τύπο της πληροφορίας που μεταδίδεται. Στις μεμβράνες όλων κυττάρων αναπτύσσονται ηλεκτρικά δυναμικά χάριν σε ένα χημικό μηχανισμό που ονομάζεται αντλία καλίου – νατρίου. Η αντλία αυτή μεταφέρει θετικά ιόντα νατρίου (ιόντα = φορτισμένα μόρια) από το εσωτερικό του κυττάρου έξω από την μεμβράνη και θετικά ιόντα καλίου από έξω προς το εσωτερικό του κυττάρου. Όμως για κάθε 3 μόρια νατρίου που μεταφέρονται έξω από την μεμβράνη εισέρχονται 2 μόρια καλίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η εξωτερική πλευρά της μεμβράνης να γίνεται ηλεκτροθετικότερη της εσωτερικής και οδηγεί σε διαφορά δυναμικού μεταξύ των 2 πλευρών της μεμβράνης σε περίπου -70 έως -90 mV (δυναμικό ηρεμίας). Για να διεγερθεί ένα κύτταρο πρέπει το ερέθισμα να έχει την τάση να μειώσει το δυναμικό του σε μια κρίσιμη τιμή (κατώφλι) που είναι στα -55 mV. Πάνω από αυτή την τιμή δεν συμβαίνει τίποτα, όταν όμως το δυναμικό φτάσει στα -55 mV το δυναμικό του κυττάρου καταρρέει (εκπόλωση). Αυτό συμβαίνει επειδή η μεμβράνη επιτρέπει την μεταφορά ιόντων νατρίου προς το εσωτερικό της μεμβράνης και μάλιστα τότε για λίγο το κύτταρο γίνεται θετικότερο στην εσωτερική πλευρά της μεμβράνης (δυναμικό αντιστροφής). Στην συνέχεια η μεμβράνη σταματά να είναι διαπερατή για τα ιόντα νατρίου και γίνεται αντιθέτως διαπερατή για τα ιόντα καλίου - που είναι κι αυτά θετικά- που αρχίζουν να μεταφέρονται προς το εξωτερικό της μεμβράνης έως ότου πάλι γίνει ηλεκτροθετικότερη η εξωτερική πλευρά και αποκατασταθεί το δυναμικό ηρεμίας (επαναπόλωση). Μετά από αυτό τον σύντομο κύκλο το κύτταρο είναι έτοιμο να δεχθεί μια εκ νέου διέγερση. Αυτές οι μεταβολές δυναμικού στο σώμα του νευρικού κυττάρου διατρέχουν τον νευράξονα και διεγείρουν το επόμενο μέσω των συνάψεων (νευρική ώση). Στις συνάψεις μεταξύ των νευρικών κυττάρων όμως δεν υπάρχει πάντα φυσική επαφή ανάλογα με τον τύπο του νευρικού κυττάρου, και τότε το κενό της σύναψης καλύπτεται από την απελευθέρωση μιας χημικής ουσίας που διεγείρει χημικά το επόμενο κύτταρο (νευροδιαβιβαστής).



Εικόνα 3.1 Λειτουργία της αντλίας Na^+/K^+ . Παρατηρούμε ότι για 3 μόρια Na που εξάγονται από το κύτταρο εισάγονται 2 μόρια Ka . Η διαδικασία απαιτεί ενέργεια με διάσπαση ATP . (Τροποποίηση από: <http://cvphysiology.com/Arrhythmias/A007b.htm>)

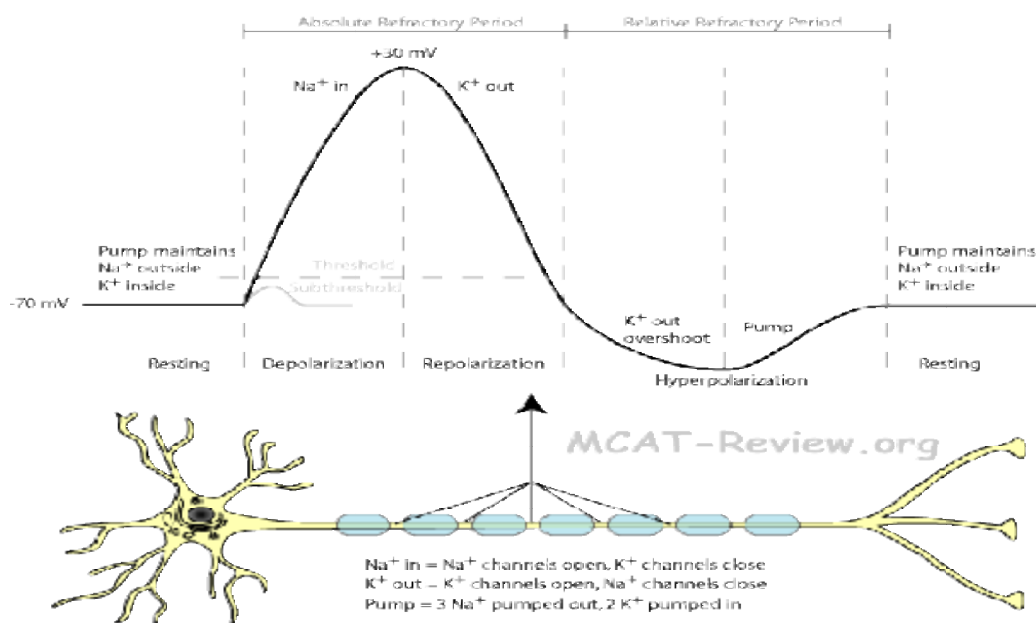
Όταν η νευρική ώση αλυσιδωτά φτάσει μέχρι το σημείο που ενώνεται το νεύρο με τον μυ μέσω της λεγόμενης νευρομυϊκής σύναψης ή τελική κινητική πλάκα, τότε απελευθερώνεται πάλι ένας νευροδιαβιβαστής (ακετυλοχολίνη) η οποία διεγείρει πλέον το μυϊκό κύτταρο (μυϊκή ίνα) προκαλώντας εκπόλωση που μεταδίδεται κατά μήκος της μυϊκής ίνας (δυναμικό δράσης). Η μεταβίβαση και μεταβολή του δυναμικού τους (δυναμικό δράσης) οδηγεί στην μυϊκή συστολή. Η ταχύτητα της μετάδοσης των ώσεων – δυναμικών εξαρτάται από το είδος των νευρικών ινών (εμμύελες ή αμμύελες), οι εμμύελες έχουν σαφώς μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης, γι αυτό και σε ασθένειες που προκαλούν απομυελίνωση μετρούμε καθυστερήσεις μετάδοσης των δυναμικών που είναι άλλωστε ενδεικτικές τέτοιων διαταραχών. Η ταχύτητα μετάδοσης εξαρτάται επίσης και είναι ανάλογη με την διάμετρο της νευρικής ίνας.



Εικόνα 3.2 Δεξιά φαίνεται το σώμα νευρικού κυττάρου με τον νευράξονα και τους κλάδους, και την πόλωση καθώς μεταδίδεται από τον νευράξονα. (Τροποποίηση από: http://www.biologycorner.com/anatomy/nervous/notes_ch9.html)

Όλη αυτή η διαδικασία μεταφοράς ιόντων προς τα μέσα και έξω της μεμβράνης του κυττάρου με τα φαινόμενα της εκπόλωσης και επαναπόλωσης δεν γίνεται παθητικά π.χ με ελεύθερη διάχυση, αφού οι συγκεντρώσεις των ιόντων είναι τέτοιες που απαιτούν αντίστροφη μεταφορά από την διάχυση, γι' αυτό και είναι απαραίτητη η κατανάλωση ενέργειας η οποία προέρχεται από την διάσπαση μορίων ATP που παράγεται στα μιτοχόνδρια.

Η νευρική ίνα ή νευράξονας καθώς πλησιάζει προς τον μυ διαχωρίζεται σε μικρότερους κλάδους και ο κάθε κλάδος ενώνεται με μία νευρομυϊκή σύναψη (τελική κινητική πλάκα) με μια μυϊκή ίνα. Το πόσες μυϊκές ίνες νευρώνει κάθε νευρική ίνα μετά την διακλάδωση εξαρτάται από την λεπτότητα της κίνησης που επιτελεί ο μυς. Το νευρικό κύτταρο μαζί όλους με τους κλάδους και τον αριθμό των μυϊκών ινών που συνάπτεται ονομάζεται κινητική μονάδα.



Εικόνα 3.3 Φαίνεται ένα νευρικό κύτταρο με όλες τις φάσεις που διέρχεται ξεκινώντας από πόλωση, και στη συνέχεια εκπόλωση, και επαναπόλωση καθώς και τα δυναμικά που αντιπροσωπεύονται σε κάθε φάση σύμφωνα με την λειτουργία της αντλίας Na^+/K^+ . (Τροποποίηση από: <http://mcat-review.org/biology.php>)

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, με το ηλεκτρομυογράφημα καταγράφονται τα δυναμικά ενέργειας που διατρέχουν τις μυϊκές ίνες, είτε κινητικών μονάδων είτε ολόκληρου του μυ ή ακόμη και μυϊκών ομάδων ανάλογα με το τι εξετάζουμε και

θέλουμε να απομονώσουμε. Τα δυναμικά που καταγράφονται ανάλογα με την ποιότητα της μυικής σύσπασης είναι σε γενικές γραμμές ως εξής:

Μυς σε χαλάρωση: Δεν καταγράφεται κανένα δυναμικό, υπάρχει ευθεία γραμμή στο ηλεκτρομυογράφημα.

Σε ελαφρά μυική σύσπαση: Καταγραφή δυναμικών σε μικρό αριθμό κινητικών μονάδων και χαμηλή συχνότητα ώσεων.

Σε μέτρια μυική σύσπαση: Καταγραφή δυναμικών από μεγαλύτερο αριθμό κινητικών μονάδων και με υψηλότερη συχνότητα ώσεων.

Μέγιστη μυική σύσπαση (μειομετρική συστολή): Καταγραφή δυναμικών από ενεργοποίηση πολύ περισσότερων κινητικών μονάδων (περίπου 85% του συνόλου) και με πολύ υψηλότερη συχνότητα ώσεων.

Μέγιστη μυική σύσπαση (πλειομετρική συστολή): Καταγραφή δυναμικών από το σύνολο σχεδόν των κινητικών μονάδων που εμπλέκονται και με ακόμη υψηλότερη συχνότητα ώσεων.

Παρατηρούμε ότι η διαβάθμιση της ισχύος της μυικής σύσπασης γίνεται με 2 τρόπους: 1) Με διαβάθμιση του αριθμού των κινητικών μονάδων που συμμετέχουν στην σύσπαση. 2) Με αύξηση του αριθμού των ώσεων (συχνότητα) που επαναλαμβάνονται τα δυναμικά. Δηλαδή το δυναμικό κάθε μυικής ίνας χωριστά δεν διαβαθμίζεται αναλογικά αλλά ισχύει ο νόμος “όλα ή τίποτα” δηλαδή ή συσπάται ή όχι (διακόπτης). Άρα η ένταση της σύσπασης της μυικής ίνας δεν αλλάζει ούτε και το δυναμικό της. Κι αυτό γιατί όπως αναφέρθηκε στα νευρικά κύτταρα έτσι και στα μυικά χρειάζεται μια συγκεκριμένη διέγερση (ουδό) για να ενεργοποιηθούν ενώ κάτω από αυτή δεν υπάρχει καμία αντίδραση. Η καταγραφή υψηλότερων δυναμικών λοιπόν προέρχεται από την ενεργοποίηση περισσότερων κινητικών μονάδων που αθροιστικά δίνουν ένα μεγαλύτερο δυναμικό.

Απαραίτητο να διευκρινιστεί είναι ότι τα δυναμικά των νευρικών ινών δεν μεταδίδουν την ενέργεια για την σύσπαση των μυών αλλά μόνο τις εντολές – σήματα που ανοιγοκλείνουν τον διακόπτη απελευθέρωσης ενέργειας. Η ενέργεια για το κινητικό έργο των μυών βρίσκεται αποθηκευμένη και απελευθερώνεται απ’ ευθείας

στους μυς με την μορφή ATP που παράγεται από τα μιτοχόνδρια των μυϊκών κυττάρων τα οποία το παράγουν διασπώντας το γλυκογόνο που βρίσκεται αποθηκευμένο στους μυς και το συκώτι.

1.(http://www.biomed.ntua.gr/Portals/1/chapter6_hlektromuografia_new.pdf

Ηλεκτρομυογραφία Δ. Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π).

2(<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/fysiologia/phys2fylladia/electromyogram.pdf>

Εργαστήριο φυσιολογίας II Καθηγητής Ρήγας Παύλος).

3.1.3 Η Έννοια του Ηλεκτρομυογραφήματος

Με την ηλεκτρομυογραφική εξέταση, μελετάται η καλή λειτουργία, ακεραιότητα και συνέχεια του περιφερικού νευρικού συστήματος. Κατά την εξέταση είτε εφαρμόζονται επιφανειακά ηλεκτρόδια στο δέρμα είτε εισάγονται μικρά βελονοειδή καταγραφικά ηλεκτρόδια στους σκελετικούς μύες τα οποία και καταγράφουν την ηλεκτρική δραστηριότητα τόσο στην ήρεμη κατάσταση όσο και στη σύσπαση του μυός. Η διάμετρος των ηλεκτροδίων μπορεί να κυμαίνονται από μερικά χιλιοστά έως 1-2 εκατοστά για τα επιφανειακά, και δέκατα χιλιοστού για τα βελονοειδή. Τα βελονοειδή ηλεκτρόδια εισάγονται απ' ευθείας στον μυ και έτσι έχουμε ακριβέστερη καταγραφή αλλά και καλύτερο σήμα χωρίς θόρυβο, υπάρχει όμως μια μικρή έστω ενόχληση για τον ασθενή. Κατά την διάρκεια των καταγραφών τα δυναμικά δράσης και τα ηλεκτρικά φαινόμενα που έχουν σχέση με τις μυϊκές ίνες, ταυτοποιούνται. Τα μυϊκά χαρακτηριστικά τα οποία και εκτιμώνται είναι τα εξής :

- Ø **Δραστηριότητα εισαγωγής.** Από την στιγμή που το ηλεκτρόδιο αρχίσει να εισάγεται μέσω των μυϊκών κυττάρων εμφανίζεται αυτή η δραστηριότητα.
- Ø **Αυτόματη δραστηριότητα.** Έτσι ονομάζεται η δραστηριότητα εκείνη η οποία εμφανίζεται κατά την ηρεμία του μυός. Στα σήματα που καταγράφονται περιλαμβάνονται τα ινιδικά δυναμικά, τα θετικά αιχμηρά κύματα η σύμπλοκη επανειλημμένη φόρτιση, τα δεσμικά δυναμικά, η μυοτονία και μυοκιμία.
- Ø Τα δυναμικά της κινητικής μονάδας (κυρίως δυναμικά).
- Ø Το πρότυπο επιστράτευσης κινητικών μονάδων.

- Ø Μέσα από το ΗΜΓ δίνονται πληροφορίες επίσης για την εννεύρωση, την ακεραιότητα των μεμονωμένων μυϊκών ινών καθώς και την ανατομική οργάνωση των κινητικών μονάδων.

Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί πως η ανάλυση των κινητικών μονάδων προσφέρει πολλές πληροφορίες για την κατάσταση των προσθίων κεράτων που βρίσκονται στον νωτιαίο μυελό. Ακόμα το ΗΜΓ προσφέρει στοιχεία για το αν υπάρχει περιφερική βλάβη, το είδος και το πόσο σοβαρή είναι. Τέλος, για το τμήμα του πλέγματος ή ποιο περιφερικό νεύρο έχει βλάβη.

(http://www.biomed.ntua.gr/Portals/1/chapter6_hlektromuografia_new.pdf

Ηλεκτρομυογραφία Δ. Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π).

3.1.4 Τι Ακριβώς Επιτελεί το Ηλεκτρομυογράφημα

Το ηλεκτρομυογράφημα (ΗΜΓ) είναι η καταγραφή με ειδικές συσκευές των ηλεκτρικών σημάτων - δυναμικών των μυών. Τα νευρικά - ηλεκτρικά σήματα που μπορούν να καταγραφούν σε έναν μυ είναι:

- Ø το δυναμικό ενέργειας που δημιουργεί μια μυϊκή ίνα.
- Ø το σύνολο – αλγεβρικό άθροισμα των δυναμικών ενέργειας όλων των μυϊκών ινών που συγκροτούν μια κινητική μονάδα.
- Ø το άθροισμα των δυναμικών ενέργειας όλων των κινητικών μονάδων που αποτελούν τον μυ και φυσικά είναι υψηλότερης τάσης και μεγαλύτερης διάρκειας σε σύγκριση με το δυναμικό ενέργειας μιας μυϊκής ίνας.

(<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/fysiologia/phys2fylladia/electromyogram.pdf> Εργαστήριο φυσιολογίας II Καθηγητής Ρήγας Παύλος).

3.1.5 Είδη Ηλεκτρομυογραφήματος

Μπορεί κανείς να καταγράψει το καθένα από αυτά, ως εξής:

- ∅ Με ενδομυϊκές καταγραφές.
- ∅ Με επιφανειακές καταγραφές μυών

Τόσο η ενδομυϊκή όσο και η επιφανειακή καταγραφή είναι διαφορετικές μορφές εξωκυτταρικής καταγραφής.

∅ Ενδομυϊκές καταγραφές:

Στις ενδομυϊκές καταγραφές καταγράφεται η ηλεκτρική δραστηριότητα είτε μιας μεμονωμένης μυϊκής ίνας είτε μιας ομάδας μυϊκών ινών, σε μια ή και διαφορετικές κινητικές μονάδες. Σε αυτές τις περιπτώσεις η καταγραφή γίνεται με ηλεκτρόδια αποστειρωμένα τύπου βελόνας που εισάγονται στους υπό μελέτη μυς. (<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/fysiologia/phys2fylladia/electromyogram.pdf> Εργαστήριο φυσιολογίας II Καθηγητής Ρήγας Παύλος).

3.1.6 Μελέτη Αγωγιμότητας Νεύρων Μέσω Ηλεκτρομυογραφήματος

Εάν και κατά πόσο ένας ενδεχόμενος τραυματισμός στο νωτιαίο μυελό έχει επηρεάσει την λειτουργία στον κατώτερο κινητικό νευρώνα ή τα περιφερικά νεύρα, μπορεί να διαφανεί από την μελέτη της αγωγιμότητας νεύρων. Αυτή μπορεί να είναι κινητική ή αισθητική. Οι απαντήσεις των νευρικών δυναμικών στη περίπτωση βλάβης του κατώτερου κινητικού νευρώνα, είναι διαταραγμένες. Όσον αφορά την περίπτωση βλάβης του ανώτερου κινητικού νευρώνα, οι μελέτες αγωγιμότητας νεύρων κυμαίνονται στα φυσιολογικά όρια τόσο για το Σύνθετο Κινητικό Προκλητό Δυναμικό (ΣΚΠΔ) όσο και για την ταχύτητα αγωγής νεύρων.

Το ΣΚΠΔ μπορεί να είναι μειωμένο στην περίπτωση που τα υπό μελέτη νεύρα βρίσκονται στο επίπεδο ή κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Συνήθως, ένα μήνα μετά την κάκωση το ΣΚΠΔ μειώνεται και αργότερα σταθεροποιείται. Όλες οι καταγραφές με ηλεκτρομυογραφήματα που έχουν γίνει σε ασθενείς με τετραπληγία μπορούν να είναι χρήσιμες περαιτέρω για την πρόγνωση λειτουργικότητας άνω άκρων. Π.χ κανένας ασθενής που στο ηλεκτρομυογράφημα παρουσίαζε απουσία προκλητών

κινητικών δυναμικών στο μέσο και στο ωλένιο νεύρο, δεν επανέκτησε σχετική έστω λειτουργικότητα στα άνω άκρα. Οι ασθενείς αυτοί είχαν όλοι κινητικά ελλείμματα και αδυναμία τύπου του κατώτερου κινητικού νευρώνα στους αυτόχθονες μύες του χεριού. Επίσης, το κατά πόσο ο ηλεκτρικός ερεθισμός (ηλεκτροθεραπεία) μπορεί να βοηθήσει για την κινητική λειτουργικότητα διαφαίνεται από τις μελέτες ηλεκτρικής αγωγιμότητας. (Curt A, Dietz V. 1996).

3.1.7 Χρησιμότητα του Ηλεκτρομυογραφήματος

Το ηλεκτρομυογράφημα, αποτελεί μία διαγνωστική εξέταση που ενδείκνυται σε παθήσεις των κινητικών νεύρων και των μυών (σημείωση: νεύρο είναι το σύνολο πολλών νευρώνων). Με την εξέταση αυτή παίρνουμε πολύ χρήσιμες πληροφορίες για πολλές παθήσεις όπως νευρογενείς ή μυογενείς παρέσεις, μυοτονίες, μυασθένειες κτλ. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορούμε να καταγράψουμε δυναμικά ενέργειας από μεμονωμένες μυϊκές ίνες κατά τη διάρκεια εκούσιας σύσπασης.

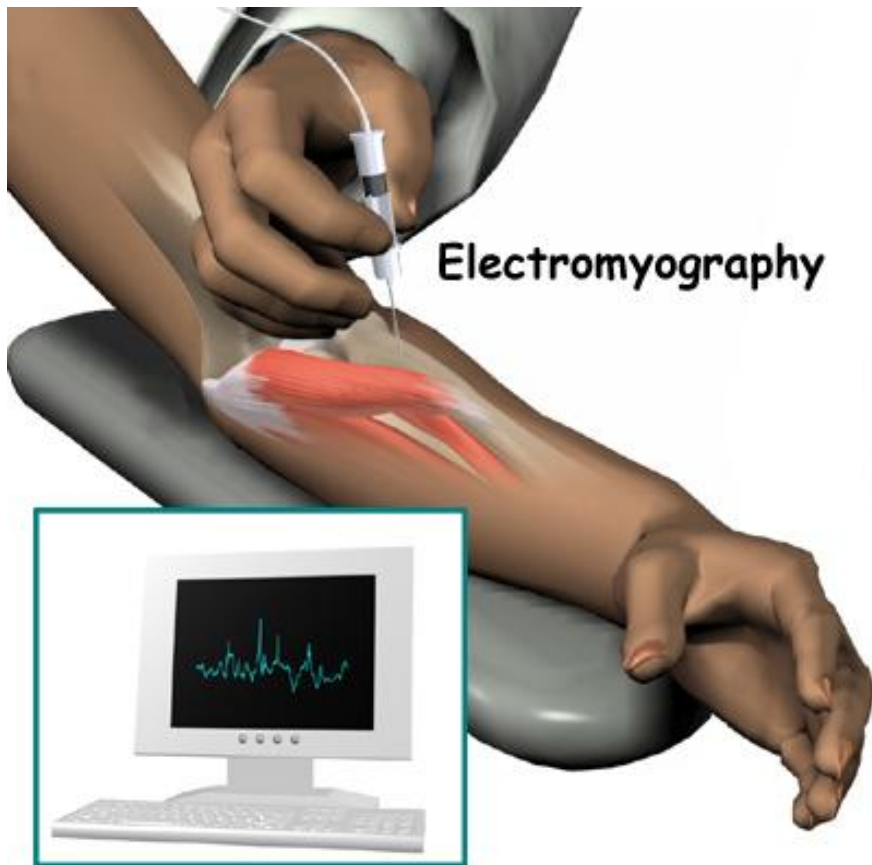
Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε ειδικά βελονοειδή ηλεκτρόδια με πολύ μικρή διάμετρο ώστε να είναι και μικρή η επιφάνεια καταγραφής. Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να έχουμε μια εκτίμηση για την πυκνότητα των μυϊκών ινών, καθώς επίσης να καταγράψουμε και να μελετήσουμε δυναμικά που παράγονται από μυϊκές ίνες που ανήκουν στην ίδια κινητική μονάδα και έτσι να πάρουμε χρήσιμες πληροφορίες σε παθολογικές καταστάσεις όπως η μυασθένεια. Όταν θέλουμε να καταγράψουμε γενικά την ηλεκτρική δραστηριότητα συνολικά ενός μύος ή μυϊκής ομάδας χρησιμοποιούμε επιφανειακά ηλεκτρόδια.

(<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/fysiologia/phys2fylladia/electromyogram.pdf>

Εργαστήριο φυσιολογίας II Καθηγητής Ρήγας Παύλος).

3.2 Συσκευές απαραίτητες για την εκτέλεση ηλεκτρομυογραφήματος.

- Ø Ένα ηλεκτρόδιο καταγραφής (ενδομυϊκής ή επιφανειακής) το οποίο προσλαμβάνει το σήμα (νευρομυϊκό σήμα + ηλεκτρικό θόρυβο, δηλαδή διάφορα άσχετα ηλεκτρικά σήματα από το περιβάλλον).
- Ø Ένα δεύτερο ηλεκτρόδιο επιστροφής (γείωση), το οποίο καταγράφει τον ηλεκτρικό θόρυβο. Το ηλεκτρόδιο γείωσης είναι εξίσου απαραίτητο να υπάρχει όπως και το ηλεκτρόδιο καταγραφής. Αυτό γιατί στην επεξεργασία του σήματος λαμβάνεται υπόψη ο θόρυβος που έχει ληφθεί από το ηλεκτρόδιο γείωσης και αφαιρείται από το ηλεκτρόδιο καταγραφής στο οποίο συνυπάρχει με το νευρομυϊκό σήμα. Η διαφορά των ηλεκτρικών σημάτων των δυο ηλεκτροδίων είναι το καθαρό σήμα, το σήμα του μυ που μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε.
- Ø Ειδικές ηλεκτρονικές διατάξεις – φίλτρα που διαχωρίζουν τον θόρυβο από το πραγματικό σήμα που θέλουμε να μελετήσουμε.
- Ø Ένας ενισχυτής που μεγαλώνει το καταγραφόμενο σήμα επειδή αρχικά είναι πολύ μικρό.
- Ø Ένας καθοδικός παλμογράφος ή κάποια άλλη απεικονιστική διάταξη (οθόνη) όπου βλέπουμε το σήμα.
- Ø Ένα εκτυπωτή - καταγραφέα στην περίπτωση που θέλουμε να καταγράψουμε σε χαρτί την κυματομορφή του ηλεκτρομυογραφήματος.
*(http://www.biomed.ntua.gr/Portals/1/chapter6_hlektromuografia_new.pdf
Ηλεκτρομυογραφία Δ. Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π).*



*Εικόνα 3.4 Στην εικόνα αναπαριστάται ο τρόπος λήψης για ΗΜΓ με την τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, βελόνας ή επιφανείας και η καταγραφή δίπλα.
(Τροποποίηση από : <http://nursingcrib.com/nursing-notes-reviewer/medical-surgical-nursing/electromyography-emg/>).*

3.3 Σύνδρομα στα οποία μπορεί να έχει εφαρμογή το ηλεκτρομυογράφημα

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, το ηλεκτρομυογράφημα είναι εξειδικευμένη διαδικασία, και θα πρέπει να διεξάγεται από γιατρό Νευρολόγο ή Φυσίατρο και οι οποίοι γνωρίζουν την λειτουργία του αλλά και την προγνωστική του αξία σε συγκεκριμένα σύνδρομα του ανθρώπινου οργανισμού. Με το ηλεκτρομυογράφημα εξετάζουμε την μυϊκή δραστηριότητα και λειτουργία. Η λειτουργία του βασίζεται στην τοποθέτηση ενός ειδικού ηλεκτροδίου στον μυ με το οποίο είναι δυνατόν να γίνει αυτή η καταγραφή. Το ηλεκτρόδιο αυτό εισάγεται ενδομυϊκά (βελόνα) και γι' αυτό η εξέταση αυτή μερικές φορές εκλαμβάνεται από τους ασθενείς ως επώδυνη. Αν όμως γίνεται από έμπειρο γιατρό, η εξέταση είναι γενικά καλά ανεκτή από τον ασθενή.

Ένα ερώτημα όμως το οποίο υπάρχει αρκετές φορές είναι αν είναι πρακτικά δυνατόν να έχουμε αξιόπιστο ηλεκτρομυογράφημα με ηλεκτρόδια επιφανείας. Γενικά μπορεί να είναι δυνατόν αλλά όμως χρειάζεται και εμπειρία εκ μέρους του εξεταστή. Ο μύς σε αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να είναι μην είναι μεγάλος, ούτε και να βρίσκεται κάτω από άλλους μυς όπως π.χ ο βραχύς απαγωγός του αντίχειρα. Στις περιπτώσεις αυτές είναι δυνατή η αξιόπιστη καταγραφή ηλεκτρομυογραφήματος χωρίς την χρήση ενδομυϊκών ηλεκτροδίων. Αυτό βέβαια σημαίνει και λιγότερο επώδυνη εξέταση για τον ασθενή αλλά και χωρίς κάποιο κίνδυνο για κάποια μόλυνση που θα μπορούσε θεωρητικά τουλάχιστον να προκληθεί από βελονοειδή ενδομυϊκά εισαγόμενα ηλεκτρόδια.

Το ηλεκτρομυογράφημα επιφανείας, μπορεί να προσφέρει αξιοπιστία άνω του 75% όσον αφορά στην καταγραφή των πολυφασικών μονάδων και της αυτόματης δραστηριότητας και άνω του 85% όσον αφορά την μέγιστη εκούσια σύσπαση. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι και οι ανατομικές ιδιαιτερότητες του ασθενούς, π.χ. μεγάλη ποσότητα υποδόριου λίπους, μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ακρίβεια της καταγραφής. Από την άλλη εξαρτάται τι μας ενδιαφέρει περισσότερο σε μια καταγραφή, π.χ. σε ένα σοβαρό τραυματισμό καρπιαίου σωλήνα δεν ενδιαφέρουν τόσο οι καταγραφές από τις πολυφασικές μονάδες τις οποίες βλέπουμε έτσι κι αλλιώς, αλλά η μέγιστη συνολική ενεργητική σύσπαση του μυός οπότε σε τέτοια περίπτωση χρησιμοποιώντας ηλεκτρόδια επιφανείας δεν επηρεάζεται κάτι από το τελικό συμπέρασμα της μελέτης.

Αντίστοιχα είναι χρήσιμο να σημειωθεί πως το ηλεκτρομυογράφημα είναι απαραίτητο στις περιπτώσεις παθήσεων του μυϊκού συστήματος όπως κληρονομικές και επίκτητες μυοπάθειες, όπως επίσης στη πολυμυοσίτιδα, θυρεοειδική μυοπάθεια κ.α. Εφ' όσον ο μυς αποτελεί μέρος του συνεργαζόμενου νευρο-μυϊκού συστήματος, με το ηλεκτρομυογράφημα εξετάζεται έμμεσα και το αντίστοιχο νεύρο ή ρίζα. Κατά συνέπεια το ηλεκτρομυογράφημα είναι χρήσιμο και στις περισσότερες παθήσεις νεύρων.

Στην πλειοψηφία των ασθενών που υποβάλλονται σε ηλεκτρομυογράφημα περιλαμβάνονται όσοι πάσχουν από μηχανικές βλάβες των περιφερικών νεύρων όπως ισχιαλγία, αυχεναλγία, σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα κ.α. (*David C.Preston, Barbara E.Shapiro 2005*).

3.4 Τρόποι επίτευξης Ηλεκτρομυογραφικής μελέτης

3.4.1 Γενικότερος Τρόπος Λειτουργίας Ηλεκτρομυογραφήματος

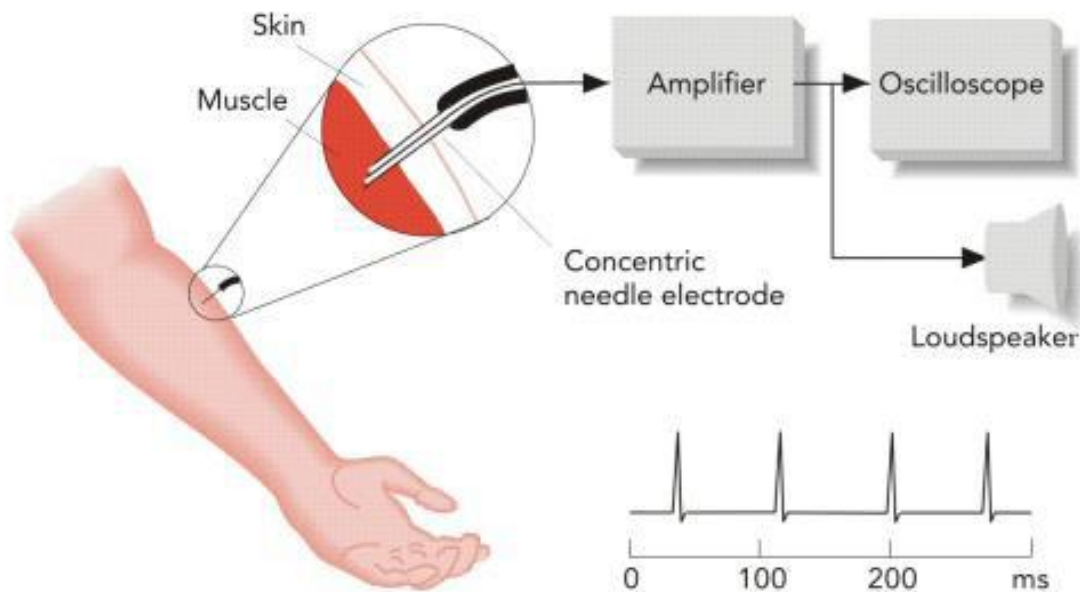
Σχετικά με τον τρόπο που επιτυγχάνεται η ηλεκτρομυογραφική καταγραφή, θα πρέπει να αναφερθεί πως κατά την στιγμή που ένα δυναμικό ενέργειας διαπερνάει την νευρομυική σύναψη και διατρέχει μια μυϊκή ίνα, ένα μικρό μέρος του ηλεκτρικού σήματος-ρεύματος φθάνει από το μυ και διαχέεται μέχρι και το δέρμα. Αν υπάρχει ενεργοποίηση - συστολή ταυτόχρονα σε πολλές μυϊκές ίνες, τότε όλα αυτά τα ηλεκτρικά δυναμικά αθροίζονται στο δέρμα δίνοντας ένα υψηλότερο σήμα.

Βάζοντας δύο ηλεκτρόδια στην επιφάνεια του δέρματος, πάνω από τον υπό εξέταση μυ ή εισάγοντας ηλεκτρόδια τύπου βελόνας μέσα στο μυ, είναι δυνατή η ηλεκτρική καταγραφή των σημάτων διέγερσής του, και που ονομάζεται ηλεκτρομυογράφημα (EMG - ΗΜΓ). Το ηλεκτρομυογράφημα λοιπόν είναι η τεχνική καταγραφής των μεταβολών του ηλεκτρικού δυναμικού ενός μύος, όταν αυτός ενεργοποιείται για συστολή. Στην πραγματικότητα είναι, το αλγεβρικό άθροισμα όλων των επί μέρους δυναμικών ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων ενός μυ, τα οποία διατρέχουν όλο το μήκος των μυϊκών ινών και που βρίσκονται μεταξύ των ηλεκτροδίων καταγραφής. Στο σχήμα απεικονίζεται μια τυπική διάταξη εφαρμογής και καταγραφής FW ΗΜΓ.

Για την καταγραφή και μελέτη των νευρομυικών - ηλεκτρικών σημάτων είναι απαραίτητες συγκεκριμένες συσκευές και εξοπλισμός. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται μπορεί να διαχωριστεί γενικά σε 2 κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τη λήψη, ενίσχυση και εμφάνιση - καταγραφή του νευρομυικού σήματος, ενώ η δεύτερη κατηγορία αφορά την επεξεργασία του σήματος και περιλαμβάνει τα φίλτρα θορύβου, τους ολοκληρωτές σήματος και κάθε άλλο μέρος του εξοπλισμού που χρειάζεται για την τροποποίηση της μορφής του μυοηλεκτρικού σήματος και την περαιτέρω ανάλυσή του ώστε να είναι δυνατή η παρατήρησή του.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την καταγραφή του σήματος θεωρητικά δεν έχει καμιά επίδραση στην αλλοίωση του περιεχομένου της πληροφορίας. Στην πραγματικότητα όλες οι ηλεκτρονικές διατάξεις, ενισχυτές κλπ. δημιουργούν μια παραμόρφωση που είναι όμως πρακτικά αμελητέα.

Για την καταγραφή του ΗΜΓ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ένα ή δύο ηλεκτρόδια. Στην πράξη, κατά κανόνα χρησιμοποιούνται 2 ηλεκτρόδια ώστε να έχουμε ένα διπολικό μοντέλο, σύμφωνα με την αρχή ότι τα δυναμικά αναφέρονται πάντα σε δύο σημεία, τα οποία στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι κατά μήκος της μυϊκής ίνας.



Εικόνα 3.5 Στο σχήμα φαίνεται μια τοπική διάταξη (ΗΜΓ) μέτρησης της χρονικής μεταβολής -καθυστέρησης του δυναμικού δράσης που μεταδίδεται από την κινητική πλάκα της νευρικής ίνας και προς τις δύο κατευθύνσεις της μυϊκής ίνας. Το ηλεκτρόδιο είναι μονωμένο εκτός από την αιχμή - άκρη του που εισάγεται διαδερμικά και το ηλεκτρόδιο αναφοράς - γείωση βρίσκεται στο εξωκνυττάριο υγρό. (Τροποποίηση από: <http://www.medtek.ki.se/medicaldevices/album/Ch%206%20Measurement%20methods%20&%20values/slides/F%206-20%20Electromyography.html>).

Στους παρακάτω τύπους το I δείχνει την πόλωση (polarization) ενώ το $-I$ την πτώση του ρεύματος και δείχνει την εκπόλωση (depolarization). Θεωρώντας ένα ηλεκτρόδιο καταγραφής το δυναμικό που καταγράφεται δίνεται από τον τύπο:

$$V = \frac{1}{4\pi\sigma} \times \frac{1}{r}$$

όπου σ εδώ είναι η αγωγιμότητα (conductivity) του μέσου (δέρματος και ιστών), και η οποία θεωρείται για πρακτικούς λόγους ισότροπη, ότι δηλαδή έχει την ίδια

αγωγιμότητα σε όλο το μήκος και κάθε κατεύθυνση (θεωρητικά όχι αλλά πρακτικά είναι το ίδιο).

Το δυναμικό που καταγράφεται χρησιμοποιώντας 2 ηλεκτρόδια μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο:

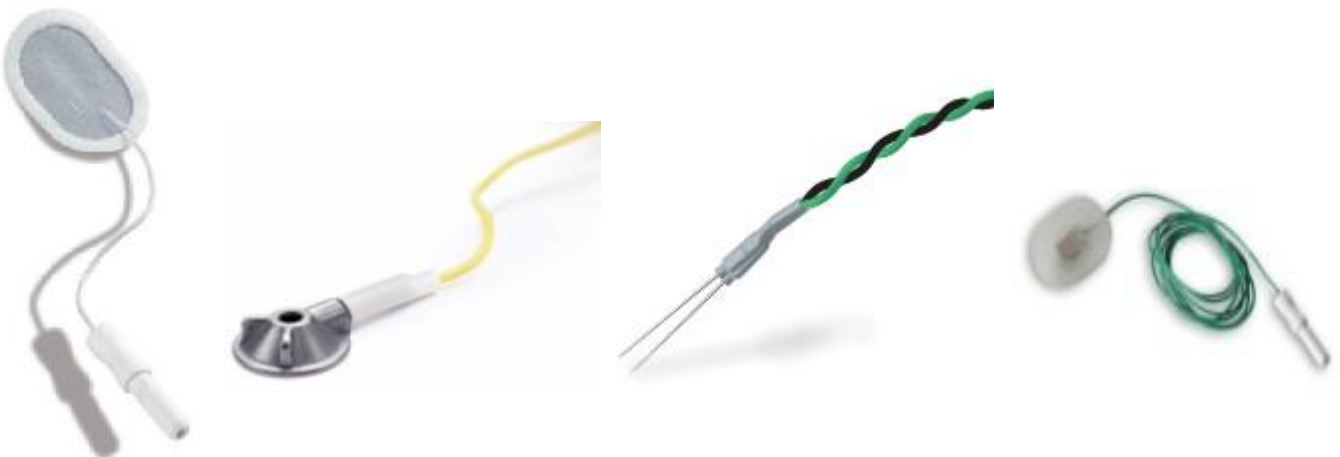
$$V = \frac{1}{4\pi\sigma} \times \frac{1}{r_1} - \frac{1}{4\pi\sigma} \times \frac{1}{r_2} = \frac{1}{4\pi\sigma} \times \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

όπου r_1 και r_2 ονομάζονται οι αντίστοιχες αποστάσεις των ηλεκτροδίων από την πηγές δυναμικών.

Στη περίπτωση που χρησιμοποιείται μόνο ένα ηλεκτρόδιο, καταγράφεται μόνο ένα διφασικό κύμα, αλλά σχεδόν πάντα στα ηλεκτρομυογραφήματα πρακτικά χρησιμοποιούνται δύο ηλεκτρόδια καταγραφής σήματος πάνω στο μυ, ώστε η τάση που καταγράφεται να είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων.

http://www.biomed.ntua.gr/Portals/1/chapter6_hlektromuografia_new.pdf

Ηλεκτρομυογραφία Δ. Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π).



Εικόνα 3.6 Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται διάφοροι τύποι ηλεκτροδίων όπως διαδερμικοί, βελόνας και επιφανείας για ηλεκτρομυογραφία. (Τροποποίηση από : <http://neurotech.ru/eng/production.aspx>).

3.4.2 Ηλεκτρομυογραφία με προκλητά δυναμικά.

Τα προκλητά δυναμικά εμφανίστηκαν για πρώτη φορά σε κλινικές εφαρμογές το 1937 από τον χειρουργό W. Penfield στον τομέα της νευροχειρουργικής ώστε να βοηθήσουν στην χαρτογράφηση των κινητικών και άλλων περιοχών του εγκεφάλου. Προκλητά δυναμικά είναι η παραγωγή εξωτερικού δυναμικού (προκλητού) από ειδική συσκευή, και η μετάδοσή του ερεθίσματος που παράγεται μέσω των νεύρων σε απόσταση μέσα στο σώμα (από την περιφέρεια μέχρι την αντίστοιχη περιοχή στο φλοιό), ή και αντίστροφα ώστε να μετρηθούν τυχόν καθυστερήσεις, παύσεις, ή μειωμένο σήμα και έτσι να εξακριβωθεί η ακεραιότητα της νευρικής οδού ή του συγκεκριμένου νευρικού τμήματος. Στην κλινική εφαρμογή χρησιμεύουν ώστε να αναδεικνύονται πλήθος νευρολογικών διαταραχών ή παθήσεων όπως: Αισθητικές διαταραχές, υποψία για κάποια απομυελινωτική νόσο, στον καθορισμό κάποιας ανατομικής νευρικής βλάβης, αλλαγές στην πορεία της εξέλιξης ενός νευρολογικού ασθενούς. Για παράδειγμα σε περιπτώσεις ΣΚΠ έχουμε καθυστερήσεις και παύσεις που αυτές οφείλονται σε καταστροφή του ελύτρου μυελίνης, το οποίο μονώνει τα νεύρα. Στα προκλητά δυναμικά περιλαμβάνονται:

∅ Τα οπτικά προκλητά δυναμικά (VER/VEP).

Ελέγχεται η αγωγή των νευρικών ώσεων μέσω των οπτικών νεύρων με την ανταπόκριση του εγκεφάλου. Γίνονται επανειλημμένες μετρήσεις και ελέγχεται ο μέσος όρος της καθυστέρησης που φυσιολογικά είναι 100-120 msec. Καθυστέρηση μπορεί να σημαίνει και ΣΚΠ.

∅ Τα στελεχιαία ακουστικά ή ηχητικά προκλητά δυναμικά (AER/AEP).

Εντοπίζονται διαταραχές της ακουστικής οδού προς το εγκεφαλικό στέλεχος επίσης διαταραχές στην παρεγκεφαλίδα και τις κεντρομόλους οδούς.

∅ Τα μαγνητικά προκλητά δυναμικά .

Έχουμε αντίστροφη μέτρηση, δηλαδή με επιφανειακά ηλεκτρόδια στους μύς του χεριού ή του ποδιού μετράται ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην διέγερση του εγκεφάλου και την ενεργοποίηση του μυός. Σε 2^η φάση εφαρμόζονται ερεθίσματα

στην αυχενική μοίρα και στην οσφυϊκή ώστε να διαφανεί εάν η καθυστέρηση οφείλεται στον εγκέφαλο ή το νωτιαίο μυελό.

Ø Τα κινητικά προκλητά δυναμικά (MEP's).

Τα κινητικά προκλητά δυναμικά είναι πολύ χρήσιμο εργαλείο ιδίως για τους ορθοπαιδικούς χειρουργούς. Ουσιαστικά μετρώνται τα δυναμικά της κινητικής οδού πριν, κατά την διάρκεια, και μετά την επέμβαση σε ένα ασθενή ώστε να διαπιστωθούν τυχόν αλλαγές που πιθανά σημαίνουν πίεση - ενόχληση νεύρων, τραυματισμός νεύρου ή ακόμη και βλάβη. Π.χ. κατά την διάρκεια επέμβασης σπονδυλοδεσίας με βίδες και πλάκες, δισκοεκτομές, σκολιώσεις κ.α. Η διαδικασία είναι σχετικά ανώδυνη και η καταγραφή γίνεται με ηλεκτρόδια που τοποθετούνται διαδερμικά στις σχετικές μυϊκές ομάδες. Κριτήριο στην διάγνωση με τα (MEP's) είναι η καταγραφή μειωμένων δυναμικών μετά το πέρας της επέμβασης ή κατά την διάρκεια. Δυναμικά μειωμένα κατά 50% είναι ένδειξη για νευρολογική βλάβη-ζημιά, 80% σοβαρή καταστροφή νεύρου, απουσία ενώ υπήρχαν πριν την επέμβαση σημαίνει πιθανή παράλυση.

Ø Γνωσιακά προκλητά δυναμικά

Τα γνωστικά προκλητά δυναμικά (Event-Related Potentials, ERP's) είναι μία σύγχρονη μέθοδος αντικειμενικής αξιολόγησης της λειτουργίας του ΚΝΣ μετά από αντίδραση σε συγκεκριμένο ερέθισμα (οπτικό, ακουστικό). Βοηθάει στη αξιολόγηση εγκεφαλικών λειτουργιών όπως μνήμη, αντίληψη για περίπλοκα νοσήματα όπως δυσλεξία, άνοια, εκφυλισμό εγκεφάλου, διανοητικές καθυστερήσεις, ψυχώσεις ενώ προέκτασή της είναι η ανίχνευση ψεύδους μέσω ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος.

Ø Τα σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά (SSER/SSEP).

Μετράται η καλή μετάδοση νευρικών ώσεων οι οποίες προκαλούνται από εξωτερική συσκευή και μεταδίδονται από τα άνω ή κάτω άκρα προς τον εγκέφαλο μέσω των νευρικών οδών της αφής. Η καταγραφή γίνεται στο φλοιό του εγκεφάλου και μετράται η αντίδραση στο αισθητικό (απτικό) ερέθισμα. Έχουν πολλές εφαρμογές σε διάγνωση και αξιολόγηση προόδου για πλήθος νευρολογικών παθήσεων. Αποτελούν και σήμερα αντικείμενο έρευνας και θα αναλυθούν διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο. (Keith H. Chiappa 1997).

4. Κεφάλαιο τέταρτο:

Ηλεκτρομυογραφία με Σωματοαισθητικά Προκλητά Δυναμικά (ΣΠΔ)

4.1 Η Έννοια των Σωματοαισθητικών Προκλητών Δυναμικών-Βασικές Αρχές

Το 1951 ο Dawson εισήγαγε την έννοια των σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών (SSER/SSEP) καταγράφοντας την αντίδραση του ΚΝΣ μετά από ηλεκτρικό ερεθισμό αππικών νεύρων (αφής) της περιφέρειας. Ουσιαστικά όμως η εφαρμογή τους ξεκίνησε να έχει κλινική αξία μετά το 1970, κι αυτό επειδή λόγω της τεχνολογίας της εποχής οι ερευνητές μελετούσαν κύματα που εμφανίζονταν περίπου 70 msec μετά το ερέθισμα (long delayed waveform) τα οποία όμως δεν είχαν σταθερή επανάληψη, και επηρεάζονταν εύκολα από μη σταθερούς παράγοντες όπως την υπνηλία ή την συγκέντρωση του ασθενούς. Με την πρόοδο της τεχνολογίας όμως και κατόπιν παρατηρήσεων στην συνέχεια, ανιχνεύτηκαν κύματα που εμφανίζονται στα 30 msec (short delayed waves) τα οποία έχουν πολύ σταθερότερα χαρακτηριστικά και είναι αυτά που μελετούνται σήμερα. Έκτοτε μελετήθηκαν οι εφαρμογές τους, βελτιώθηκαν οι τεχνικές ανάλυσής τους καθώς και ο εξοπλισμός εξελίχθηκε και αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο στην διαγνωστική νευρολογία.

Στα σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά μετράται η ευαισθησία στην αφή (αππική ευαισθησία) σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος και συχνότερα στα άκρα, μέσω της ταχύτητας μετάδοσης των νευρικών σημάτων – ώσεων προς τον εγκέφαλο τα οποία προκαλούν μια συγκεκριμένη απάντηση μικρής χρονικής διάρκειας στο φλοιό (ετερόπλευρα) η οποία και καταγράφεται.

Είναι μια μέθοδος μη επεμβατική και ανώδυνη για τον ασθενή, ενώ πρόκειται για αντικειμενικές μετρήσεις που καταγράφονται και έχουν μετά από χρόνια ερευνών υψηλή αξιοπιστία και έχει αναπτυχθεί μέθοδος – πρωτόκολλο εφαρμογής ώστε εύκολα να μπορούν να επαναληφθούν συγκεκριμένες μετρήσεις κάτω από ίδιες συνθήκες, στον ίδιο ασθενή από το ίδιο ή κάποιιο άλλο εργαστήριο και να μπορούν να είναι συγκρίσιμα και σχετιζόμενα τα αποτελέσματα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό ώστε να υπάρχει μια συνέχεια αξιοποιήσιμη στο ιστορικό του ασθενούς που να

προσφέρει ταυτόχρονα αξιοπιστία και κατά αυτό τον τρόπο να παρακολουθείται η πορεία και εξέλιξη ενός νευρολογικού ασθενή.



Εικόνα 4.1 Σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά: Στο σημείο *A* βλέπουμε το σημείο διέγερσης του μέσου νεύρου, στο σημείο *B* το σημείο διέγερσης του κνημιαίου νεύρου, *Fz* το σημείο εφαρμογής του ηλεκτροδίου αναφοράς. *A1* η κυματομορφή που λαμβάνεται από το σημείο *Erb* (*N9*) στο μέσο της κλείδας.

(Τροποποίηση από : <http://www.paediatrici.gr/data/issue3/02-Teflioudi.pdf>).

Τα περισσότερο συνηθισμένα νεύρα που διεγείρονται είναι το μέσο και το ωλένιο νεύρο για το χέρι και το κνημιαίο και περονιαίο στο πόδι. Θεωρητικά πάντως μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε νεύρο μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες, και εισέρχεται στο νωτιαίο μυελό σε επίπεδο χαμηλότερα από το επίπεδο της βλάβης ή της διαταραχής.

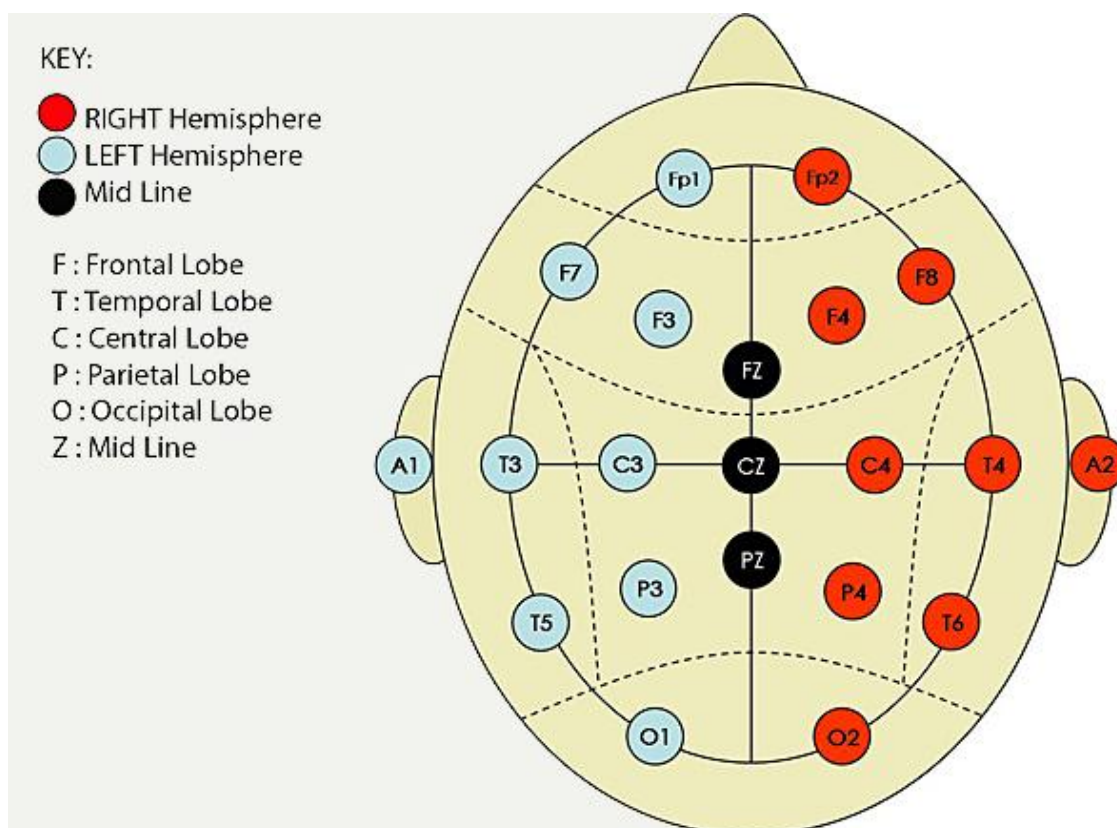
Επειδή στα ΣΠΔ συνδυάζεται η ηλεκτροδιέγερση με το εγκεφαλογράφημα, εφαρμόζονται βασικά τουλάχιστο 4 είδη ηλεκτροδίων: Τα ηλεκτρόδια διέγερσης (stimulators) είναι αυτά που δίνουν το ηλεκτρικό ερέθισμα στο υπό μελέτη νεύρο. Συνήθως είναι σε σχήμα 2 μεταλλικών δίσκων καλυμμένοι στην επάνω πλευρά με μονωτικό πλαστικό, το ένα αποτελεί την κάθοδο ενώ το άλλο την άνοδο (γείωση). Στο σημείο τοποθέτησης του ηλεκτροδίου το δέρμα πρέπει να καθαρίζεται καλά ώστε να υπάρχει καλή επαφή με χαμηλή αντίσταση. Η συχνότητα διέγερσης κυμαίνεται σε 3-8 παλμούς ανά δευτερόλεπτο διάρκειας 0,1 - 0,3 msec και είναι σχετικά ανώδυνη για τους ασθενείς. Η ένταση του ρεύματος που απαιτείται διαφέρει από ασθενή σε ασθενή και πάντως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 mA, σε ακραίες περιπτώσεις πρέπει να δίνεται προσοχή για δερματικά εγκαύματα στο σημείο τοποθέτησης του ηλεκτροδίου. Όταν το υπό μελέτη νεύρο είναι μικτό δηλαδή περιέχει και κινητικές ίνες τότε μια μικρή παρατηρούμενη σύσπαση των μυών που νευρώνονται από το ίδιο νεύρο είναι ένδειξη ικανοποιητικής έντασης ρεύματος. Σε περίπτωση που η εξέταση

γίνεται αμφοτερόπλευρα αυτονόητο είναι ότι για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα εφαρμόζεται η ίδια παραμετροποίηση για τα ρεύματα διέγερσης και στις 2 πλευρές. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής εφαρμόζονται στο τριχωτό της κεφαλής, στο νωτιαίο μυελό ή σε άλλα σημεία πορείας του νεύρου (π.χ. στο μέσο της κλείδας - Erb). Αποτελούνται από ένα τουλάχιστο ηλεκτρόδιο που τοποθετείται σε ενεργό σημείο όπου θα παρουσιαστεί η δραστηριότητα καταγραφής και ένα άλλο όπου τοποθετείται σε σημείο ανενεργό (ηλεκτρόδιο αναφοράς). Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των 2 ηλεκτροδίων είναι το μετρούμενο σήμα. Η διάμετρος των ηλεκτροδίων κυμαίνεται μεταξύ 5-10 χιλ. ενώ η επιφάνεια επαφής των ηλεκτροδίων αυτών είναι συνήθως κατασκευασμένη από άργυρο (Ag) και χλωριούχο άργυρο (AgCl) που διευκολύνει την καλή επαφή με το δέρμα του κρανίου. Στα σημεία που τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια το δέρμα καθαρίζεται καλά συνήθως με αιθυλική αλκοόλη ώστε να υπάρχει καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα με χαμηλή αντίσταση κάτω των 5KΩ. Στα σημεία εφαρμογής των ηλεκτροδίων δεν γίνεται αποτρίχωση, αντί αυτού εφαρμόζεται μεταξύ ηλεκτροδίου και δέρματος ειδική πάστα – τζελ που συγκρατεί το ηλεκτρόδιο στη θέση του και ταυτόχρονα διευκολύνει την αγωγιμότητα (conductive EEG paste), ενώ καθαρίζεται στη συνέχεια εύκολα.

Κατά την διαδικασία μεταδίδονται μικρά δυναμικά από εξωτερική συσκευή με ηλεκτρόδια επιφανείας είτε στον αστράγαλο στο οπίσθιο κνημιαίο νεύρο ή στο περνιαίο νεύρο για το κάτω άκρο είτε στην εσωτερική πλευρά του καρπού στο ωλένιο ή το μέσο νεύρο για το άνω άκρο (εικόνα.). Η μέτρηση για μετάδοση του ερεθίσματος (κεντρομόλες ώσεις) γίνεται στο αντίστοιχο τμήμα στο φλοιό του εγκεφάλου καταγράφοντας την απάντηση ως κυματομορφή. Η καταγραφή της απάντησης γίνεται χρησιμοποιώντας ηλεκτρόδια επιφανείας τοποθετημένα στο δέρμα του κρανίου. Μερικές φορές γίνονται μετρήσεις των ώσεων στον εγκέφαλο καθώς και τον νωτιαίο μυελό είτε κατά μήκος του περιφερικού νεύρου ώστε να διευκρινιστεί που οφείλεται η καθυστέρηση (κλασματικό SSER/SSEP).

Στην πραγματικότητα πρόκειται για πολλαπλές διαδοχικές μετρήσεις οι οποίες επεξεργάζονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή που αθροιστικά υπολογίζει τον μέσο όρο (averaging) και το οποίο βλέπουμε στην οθόνη ως αποτέλεσμα. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής τοποθετούνται στο κρανίο σύμφωνα με το διεθνές σύστημα τοποθέτησης 10-20. Αυτό εξασφαλίζει ότι σε επόμενες μετρήσεις τα ηλεκτρόδια

καταγραφής θα τοποθετηθούν με τον ίδιο τρόπο και έτσι τα αποτελέσματα θα μπορούν να είναι συγκρίσιμα. Στα ΣΠΔ που καταγράφονται με διέγερση του μέσου νεύρου το ηλεκτρόδιο διέγερσης τοποθετείται στον καρπό ενώ η γείωση στο αντιβράχιο. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής τοποθετούνται στην περιοχή του αισθητικού φλοιού ετερόπλευρα στο κρανίο στα σημεία C3', C4' (διεθνές σύστημα 10-20), το ηλεκτρόδιο αναφοράς τοποθετείται στο σημείο Fz της κεφαλής. Επίσης στην πορεία της νευρικής οδού μπορούμε να πάρουμε καταγραφές ομόπλευρα με το διεγερόμενο νεύρο στο μέσο της κλείδας σημείο Erb (N9), καθώς και στην σπονδυλική στήλη (A3 - A6). Όταν η μελέτη γίνεται με διέγερση του κνημιαίου νεύρου τότε το ηλεκτρόδιο διέγερσης τοποθετείται ακριβώς πίσω από το έσω σφυρό ενώ η γείωση στην κνήμη. Για τον νωτιαίο μυελό μπορούν να τοποθετηθούν επιπλέον ηλεκτρόδια λήψης χαμηλά (Θ11 - O2), ενώ στο κρανίο η λήψη γίνεται στο σημείο Cz – Cz' με ηλεκτρόδιο αναφοράς στο FpZ' ανάμεσα στο Fz και FpZ. (Keith H. Chiappa 1997).



Εικόνα 4.2 Το διεθνές σύστημα τοποθέτησης ηλεκτροδίων στο κρανίο για την λήψη Ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος (EMG) 10-204.2. (Τροποποίηση από : <http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/view/564/260>)

4.2 Η αξία των ΣΠΔ στην μελέτη κακώσεων νωτιαίου μυελού

Αν και ένας ικανός αριθμός μελετών έχει γίνει ώστε να υπολογιστεί η αξία των σωματοαισθητικών προκλητών στην πρόγνωση των ασθενών με ΚΝΜ εν τούτοις εξακολουθούν να υπάρχουν διαφωνίες μεταξύ των ερευνητών. Είναι αποδεδειγμένο ότι τα ΣΠΔ μπορούν να δώσουν την διάκριση ανάμεσα σε πλήρη ή ατελή κάκωση, αφού η απουσία φλοιικών αποκρίσεων μετά από προκλητά δυναμικά σε περιφερικά νεύρα κάτωθεν της βλάβης δείχνει πλήρη ΚΝΜ, και κατά συνέπεια δίνει φτωχή πρόγνωση για τη πορεία ανάρρωσης του ασθενή. (*York DH, Watts C, Raffensberger M, Spagnolia T, Joyce C. 1983*).

Παρότι τα ΣΠΔ είναι ενδεικτικά κυρίως της λειτουργίας των οπίσθιων δεσμών του ΝΜ, όμως σε πολλές περιπτώσεις αντανακλούν κάποια βλάβη σε περιφερικά νεύρα μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Αν μετά από διέγερση του κνημιαίου νεύρου πχ με προκλητά δυναμικά δεν υπάρχει περιφερική απάντηση μπορεί να οφείλεται σε βλάβη του περιφερικού κινητικού νευρώνα. Είναι σημαντικό για την διάγνωση και εκτίμηση ότι τα ΣΠΔ δεν επηρεάζονται από το νωτιαίο σοκ, ούτε από τον βαθμό συνείδησης του ασθενούς ακόμη και σε περίπτωση καταστολής. Η περίπτωση τα ΣΠΔ να επανέρθουν κοντά σε φυσιολογικά επίπεδα σε πρώιμο χρόνο μετά από μια ΚΝΜ πιθανά σημαίνει και μια εμφανή κλινική βελτίωση στις κινητικές και αισθητικές λειτουργίες. (*Young W. 1982*).

Οι καταγραφές των ΣΠΔ γίνονται συνήθως με διέγερση δερματομιακών ή μεικτών νεύρων ανάλογα αν το ζητούμενο είναι εκτίμηση της βλάβης ή πρόγνωση. Μερικοί ερευνητές έχουν αναφέρει ότι η τεχνική με τα δερματομιακά ΣΠΔ των άνω άκρων με εφαρμογή ηλεκτροδίων (ring type electrodes) στον αντίχειρα, δείκτη, και μικρό δάκτυλο (Α6, Α7, Α8 αντίστοιχα) είναι μια αξιόλογη τεχνική ώστε να εξακριβωθεί το ακριβές επίπεδο της βλάβης. Η καταγραφή γίνεται με ηλεκτρόδια στο κρανίο από την αντίπλευρη φλοιική επιφάνεια και από το σημείο Erb (N9) στην κλείδα. Τα μεικτά νεύρα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι το μέσο, το ωλένιο, το αϊδοϊκό, και το κνημιαίο και βοηθούν τόσο στην εκτίμηση της βλάβης όσο και στην πρόγνωση. Τα διάφορα συστήματα βαθμολόγησης που είχαν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για το πλάτος και τον λανθάνων χρόνο κατά την καταγραφή σε διάφορες έρευνες ίσως να ευθύνονται για την διαφορά στα συμπεράσματα όσον αφορά το

βαθμό προγνωστικής αξίας των ΣΠΔ. (*Cheliout-Heraut F, Loubert G, Mastri-Zada T, Auburn F, Pasteyer J. 1998*).

Κάποιες μελέτες πάντως έχουν δείξει ότι τα ΣΠΔ δεν επιτυγχάνουν καλύτερη πρόγνωση από ότι επιτυγχάνεται με την κλινική εξέταση με την κλίμακα αξιολόγησης ASIA, και σε πλήρη κάκωση NM αλλά κυρίως με ασθενείς με ατελή κάκωση NM. Η βελτίωση των καταγραφών ΣΠΔ δεν σημαίνει πάντα και κινητική βελτίωση γιατί τα ΣΠΔ δείχνουν κυρίως την λειτουργία των οπισθίων δεσμών που είναι αισθητικές ενώ η κινητική λειτουργία εξαρτάται από τις πρόσθιες και πλάγιες δέσμες στο NM που έχουν και διαφορετική τροφοδοσία αίματος. (*Afls CM, Koelman JHTM, Meyjes FEP, De Visser BWO 1993*).

Σε άλλες έρευνες πάλι φαίνεται ότι τα ΣΠΔ προσφέρουν πρόσθετη πρόγνωση σε συνδυασμό με την κλινική εξέταση. (*Curt A, Dietz V 1997*).

Επιπλέον τα ΣΠΔ είναι πολύ χρήσιμα σε περιπτώσεις ασθενών που δεν μπορούν να συνεργαστούν ή λόγω απώλειας συνείδησης δεν μπορεί να γίνει ή είναι δυσχερής η κλινική εξέταση γενικά ή με κλίμακα ASIA ώστε να ελεγχθεί ΚΝΜ. Επίσης η διαφορική διάγνωση ανάμεσα σε κάκωση νωτιαίου μυελού και αντίδραση μετατροπής μπορεί να είναι δύσκολη και τα ΣΠΔ να βοηθήσουν σημαντικά. (*Dickson H, Cole A, Engle S, Jones RF 1984*).

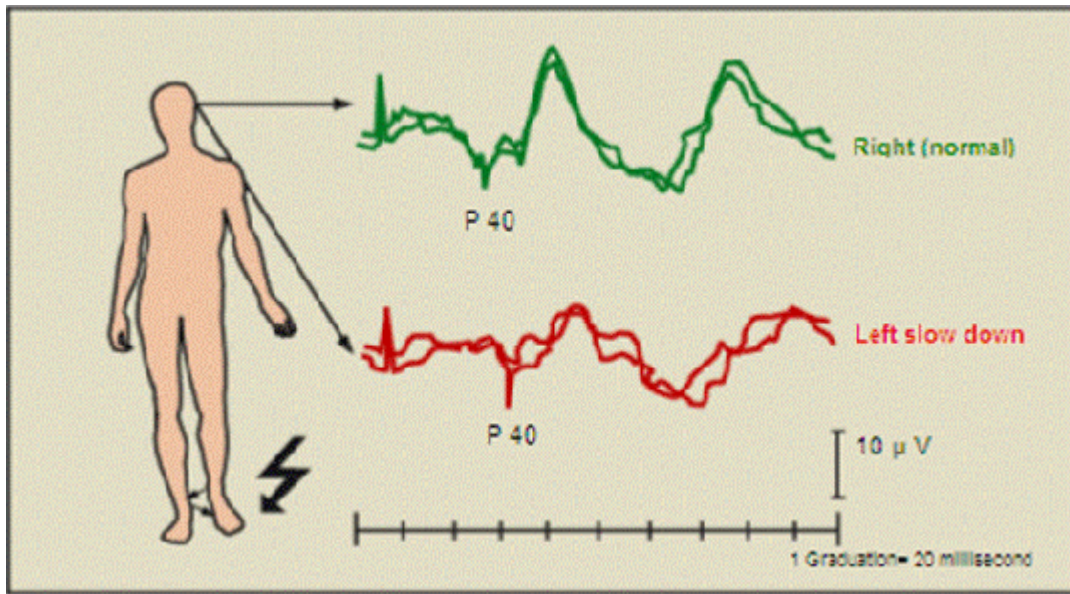
Οι Curt και Dietz διαπιστώνουν πως η αξιολόγηση με ΣΠΔ από τα χέρια σχετίζονται με αισθητικές διαταραχές και από αυτό προκύπτει αξιόλογη πρόγνωση για την πρόοδο της λειτουργικής ανάρρωσης του χεριού. Οι καταγραφές των ΣΠΔ από το μέσο και ωλένιο νεύρο μπορούν να δώσουν διάκριση όσον αφορά το επίπεδο της βλάβης στην αυχενική μοίρα του NM (σε ανώτερη A3-A6, και κατώτερη A6-Θ1). Σε βλάβες της ανώτερης μοίρας A3-A6 οι καταγραφές των ΣΠΔ από το μέσο νεύρο ήταν μη φυσιολογικές στο 52% των ασθενών, ενώ σε βλάβες της κατώτερης αυχενικής μοίρας A6-Θ1 ήταν μη φυσιολογικά σε 20% των ασθενών. Σε καταγραφές ΣΠΔ όμως από το ωλένιο νεύρο ήταν μη φυσιολογικά άνω του 80% για όλες αυχενικές κακώσεις NM. Κανένας από όσους ασθενείς είχαν απώλεια σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών στο μέσο και ωλένιο νεύρο δεν επανέκτησαν λειτουργικότητα στο χέρι. Ασθενείς όμως με φυσιολογικό λανθάνων χρόνο (latency) των ΣΠΔ στο μέσο και ωλένιο νεύρο επανέκτησαν λειτουργική

ικανότητα στο χέρι σε ποσοστό άνω του 90%, στις περισσότερες περιπτώσεις με σημαντική ικανότητα εκτέλεσης των καθημερινών δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα των καταγραφών ΣΠΔ έδειξαν παρόμοια δυνατότητα όπως και με την κλίμακα κατά ASIA στην πρόγνωση για την επανάκτηση της λειτουργικότητας του χεριού. (*Curt A, Dietz V. 1996*).

Οι Jacobs et al, πάντως δεν βρήκαν παρόμοια συσχέτιση μεταξύ των ΣΠΔ του μέσου και του επιπολής κερκιδικού νεύρου με την επαναλειτουργία του κερκιδικού εκτείνοντα το καρπό μυ. (*Jacobs SR, Sarlo FB, Baran EM, Herbison GJ, Dituno JF. 1992*).

Οι Iseli et al μετά από μελέτες στα κάτω άκρα, κατέληξαν ότι γενικά οι καταγραφές των ΣΠΔ είχαν μεγαλύτερη προγνωστική αξία στις τραυματικές βλάβες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ισχαιμικές, και ότι η μέγιστη δυνατή πρόγνωση επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των ηλεκτροφυσιολογικών δεικτών και των κινητικών βαθμολόγησης που προκύπτουν από τη κλινική εξέταση με ASIA. (*Iseli E, Cavigelli A, Dietz V, Curt A 1999*).

Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι οι καταγραφές των ΣΠΔ δεν βελτιώνονται πάντα ταυτόχρονα με τη λειτουργική ανάρρωση. Ενώ η κινητική λειτουργική ανάρρωση επιτελείται με τη πάροδο του χρόνου, οι παθολογικές καταγραφές των ΣΠΔ δεν δείχνουν πάντα σημαντική βελτίωση. (*Dietz V, Wirz M, Curt A, Columbo G. 1998*).



Εικόνα 4.3 Φαίνεται καταγραφή με SSER/SSEP. Η επάνω καταγραφή είναι το σήμα από την δεξιά φυσιολογική πλευρά, ενώ κάτω η καταγραφή από την αριστερή παρηκτική πλευρά όπου μπορούμε να διακρίνουμε:

- α) Το μειωμένο σε πλάτος σήμα.
- β) Την καθυστέρηση του σήματος (στις αιχμές).

(Τροποποίηση από:

<http://www.themforum.com/canada/en/msnetwork/general/features/picture9.jsp>)

4.3 Ερευνητική ανασκόπηση

Συνεχώς γίνονται προσπάθειες νεώτερων μελετών προκειμένου να βεβαιωθεί ο βαθμός της προγνωστικής αξίας μέσω ηλεκτροφυσιολογικής μελέτης με την μέθοδο των προκλητών σωματοαισθητικών δυναμικών (ΣΠΔ). Υπάρχουν πολύ περισσότερες μελέτες όσον αφορά την αξιολόγηση της σοβαρότητας της κάκωσης με ΣΠΔ, και θεωρείται πλέον δεδομένη η αξία της σε αυτό όπου και γίνεται χρήση προκειμένου να διευκρινιστούν ατελείς ή πλήρης βλάβες καθώς και η έκταση και το επίπεδο της βλάβης. Η εφαρμογή και αξιοποίηση αφορά από νευρολογικές διαταραχές ενηλίκων που οφείλονται σε τραυματικές κακώσεις (ατύχημα), ή άλλες παθολογικές ασθένειες (εγκεφαλικά, ΣΚΠ, μυελοπάθεια κ.ά.) ακόμη και νεογέννητων με νευρολογικές βλάβες (περιγεννητική ασφυξία). Αυτό οδηγεί δευτερευόντως σε μια προγνωστική αξία για την πρόοδο του ασθενή, αλλά όχι πάντα, δεδομένου ότι όλοι οι ασθενείς δεν ανταποκρίνονται με τον ίδιο τρόπο στην σοβαρότητα μιας κάκωσης καθώς υπάρχουν ασθενείς που δεν έχουν την αναμενόμενη πρόοδο ενώ άλλοι που με βάση την σοβαρότητα του τραυματισμού έχουν μια θεωρούμενη πτωχή πρόγνωση κάποια

στιγμή δείχνουν μια απρόσμενα καλή εξέλιξη. Οι κλινικές και εργαστηριακές εξετάσεις δεν καταφέρνουν πάντα να αποδείξουν ή να εξηγήσουν αυτή την εξέλιξη καθώς παρότι υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στον τομέα των απεικονιστικών και εργαστηριακών εξετάσεων μακροσκοπικά δεν είναι πάντα δυνατόν να διαφανούν λεπτομέρειες της βλάβης στα νεύρα και πως θα μπορούσε να εξελιχθεί επανεύρωση ή προσαρμογή του νευρικού συστήματος. Κάποιες παρατηρήσεις αρχικά είχαν δείξει ότι καταγραφές από προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά που προϋπήρχαν κατά πολύ της κινητικής βελτίωσης και αφορούσαν διάφορες παραμέτρους (latency, amplitude) φαίνεται να έχουν υψηλή συσχέτιση με το πώς θα εξελιχθεί η κινητική και αισθητική ανάρρωση και άρα έχουν προγνωστική αξία όσον αφορά την πρόοδο στην νευρολογική αποκατάσταση του ασθενή. Αυτό οδήγησε σε μια σειρά ερευνητικές προσπάθειες να εξακριβωθεί η αξία της πρόγνωσης, σε μερικές εκ των οποίων είχαν αμφίβολο αποτέλεσμα εξαιτίας πολλών παραγόντων όπως παραμέτρων των ΣΠΔ (latency, amplitude) καθώς με αυτή καθαυτή την φυσιολογία της ΚΝΜ (παθολογικά, τραυματικά αίτια). (York DH, Watts C, Raffensberger M, Spagnolia T, Joyce C. 1983). Νεώτερες όμως έρευνες συμπεριέλαβαν τέτοιους συσχετισμούς ώστε να βγουν ακριβέστερα συμπεράσματα.

Σε έρευνα που διενεργήθηκε με καταγραφή σωματοαισθητικών δυναμικών σε 21 ασθενείς με κακώσεις νωτιαίου μυελού αυχενικής μοίρας (Picozzi P, Perrone P, Tonarelli GP, Griner AC, Pozzi GC, Rocca A 1989), κάθε ασθενής υπεβλήθη σε τεστ ΣΠΔ καθώς και πλήρους νευρολογικής εξέτασης 1 ημέρα μετά την εισαγωγή στο νοσοκομείο, μετά την εγχείρηση, και πάλι στις επόμενες 3-6 εβδομάδες που ακολούθησαν. Επίσης επαναλήφθηκε τεστ ΣΠΔ και κλινικής εκτίμησης 3-6 μήνες μετά τον τραυματισμό. Η νευρολογική κατάσταση των ασθενών βαθμολογήθηκε σύμφωνα με την κλίμακα Sunnybrook Scale. Σε όλους τους ασθενείς εκτιμήθηκε ο λανθάνων χρόνος αντίδρασης στο ερέθισμα (latency), καθώς και το πλάτος (amplitude) του σήματος των ΣΠΔ το οποίο επιτεύχθηκε από την διέγερση του μέσου νεύρου καθώς και του κνημιαίου νεύρου. Αμέσως μετά τον τραυματισμό τα ΣΠΔ ήταν απόντα σε 6 ασθενείς, διαταραγμένα σε 10 ασθενείς και φυσιολογικά σε 5 ασθενείς. Στους ασθενείς με φυσιολογικά ΣΠΔ δεν υπήρξε καμία χειρουργική επέμβαση όπου εξετάσεις επίσης μυελογραφίας και αξονικής τομογραφίας δεν έδειξαν τραυματισμούς με ένδειξη για χειρουργείο. 4 ασθενείς παρουσίασαν περιφερική κινητική βελτίωση αλλά τα ΣΠΔ εξακολουθούσαν να είναι απόντα. Οι ασθενείς αυτοί είχαν γενικά

αργότερα ισχνή κινητική πρόοδο. Σε ένα ασθενή υπήρξε μικρή αλλά ανιχνεύσιμη βελτίωση των ΣΠΔ μετά από χειρουργείο αλλά καμία κινητική βελτίωση. Σε χειρουργείο χρειάστηκε να υποβληθούν 10 συνολικά ασθενείς οι οποίοι όλοι είχαν διαταραγμένα ΣΠΔ: Σε 7 ασθενείς από αυτούς υπήρξε κινητική βελτίωση μετεγχειρητικά. Σε 2 ασθενείς από αυτούς εμφανίστηκε μια σχεδόν άμεση βελτίωση στα ΣΠΔ πολύ πριν εμφανιστεί κάποιο ίχνος κινητικής βελτίωσης που επακολούθησε. Οι ασθενείς αυτοί είχαν στην συνέχεια και την καλύτερη εξέλιξη. Στους άλλους 5 ασθενείς τα ΣΠΔ άρχισαν να βελτιώνονται αργότερα σχεδόν σύμφωνα με την κινητική εξέλιξη αλλά αυτοί οι ασθενείς είχαν μια μακρόχρονη και αργή διαδικασία ανάρρωσης με κινητικά ελλείμματα.

Σε έρευνα στο νοσοκομείο Hôpital Raymond-Poincaré στο Παρίσι έγινε έρευνα για εκτίμηση και πρόγνωση με κινητικά προκλητά δυναμικά καθώς και σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά σε ασθενείς με τραυματική κάκωση νωτιαίου μυελού αυχενικής μοίρας. (*Chéliout-Hérait F, Loubert G, Masri-Zada T, Aubrun F, Pasteyer J. 1998*).

Για την έρευνα επιλέχθηκαν 17 ασθενείς με σοβαρή κάκωση ΝΜ αυχενικής μοίρας. Οι ασθενείς κατά την διάρκεια της 1^{ης} εβδομάδας μετά τον τραυματισμό, και επίσης μετεγχειρητικά όλοι υποβλήθηκαν σε ηλεκτρομυογραφική καταγραφή (EMG) με δερμοτομικά σωματοαισθητικά δυναμικά (D.SSEP), επίσης οπίσθιου κνημιαίου νεύρου σωματοαισθητικά δυναμικά (PTN-SEP), καθώς και κινητικά προκλητά δυναμικά (MEP). Για τα (D.SSEP) λήφθηκαν υπόψη ο λανθάνων χρόνος (καθυστέρηση) καθώς και το πλάτος (amplitude) στις κυματομορφές N9 –N20 από τις μετρήσεις στα άνω άκρα, καθώς και καταγραφές κυματομορφών P40 – P60 για τα κάτω άκρα. Τα (MEP) κατεγράφησαν από τους περιφερικούς μύες των άνω και κάτω άκρων με διακρανιακό ηλεκτρικό ερεθισμό του εγκεφαλικού φλοιού. (Μαγνητικός ερεθισμός δεν ενδεικνυόταν καθώς υπήρχαν μεταλλικά εμφυτεύματα στην αυχενική περιοχή στους περισσότερους ασθενείς). Καταγραφές από σωματοαισθητικά καθώς και κινητικά προκλητά δυναμικά κρίθηκε απαραίτητο να γίνουν ώστε να συγκριθούν και να βελτιωθεί η αξιολόγηση από 2 διαφορετικές νευρικές οδούς. Στους ασθενείς με ατελή κάκωση οι αποκρίσεις από PTN.SEP, D.SEP και MEP καταγράφηκαν σε περιοχές που ήταν κλινικά παθολογικές. Ασθενείς με πλήρη κάκωση και απουσία αποκρίσεων σωματοαισθητικών προκλητών δυναμικών και κινητικών προκλητών

δυναμικών είχαν πολύ φτωχά αποτελέσματα. Πολύ καλός συσχετισμός βρέθηκε επίσης μεταξύ της σοβαρότητας της κάκωσης του νωτιαίου μυελού όπως βεβαιώθηκε από κλινικές και εργαστηριακές εξετάσεις και της διαβάθμισης στην απόκριση των ΣΠΔ καθώς και ως προγνωστικός δείκτης κινητικής ανάρρωσης υπήρξε πολύ καλός συσχετισμός (συντελεστής συσχέτισης 0,84). Στα κινητικά προκλητά δυναμικά η παρουσία ή απουσία των μεσοπλεύριων αποκρίσεων (A4) σε αυχενικούς και φλοιϊκούς ερεθισμούς ήταν επίσης πολύ καλός προγνωστικός παράγοντας (συντελεστής συσχέτισης 7,2). Ο συνδυασμός ηλεκτροφυσιολογικής διερεύνησης με ΚΠΔ και ΣΠΔ αποδείχτηκε ένα πού χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση ασθενών με σοβαρούς τραυματισμούς νωτιαίου μυελού.

Μια άλλη πολύ ενδιαφέρουσα έρευνα που θα αναφερθεί περιληπτικά αμέσως παρακάτω συσχετίζει την αξιολόγηση και προγνωστική αξία μεταξύ κλινικής αξιολόγησης σύμφωνα με το πρότυπο της κλίμακας ASIA και ηλεκτροφυσιολογικών δεδομένων και ανάλυσης με προκλητά σωματοαισθητικά δυναμικά (ΣΠΔ). Το ενδιαφέρον και καινοτόμο σε αυτή την έρευνα είναι επίσης ότι ελέγχει και διαχωρίζει τους ασθενείς με κάκωση νωτιαίου μυελού σε 2 ομάδες: Στην μια ομάδα η κάκωση NM προέρχεται εξ' αιτίας ισχαιμικών παραγόντων από μυελοπάθεια και στην άλλη ομάδα εξ' αιτίας καθαρά τραυματικής κάκωσης (ατύχημα κλπ).

Πρόγνωση και ανάρρωση μετά από ισχαιμικές και τραυματικές κακώσεις νωτιαίου μυελού: Κλινική καθώς και ηλεκτροφυσιολογική μελέτη με ΣΠΔ και εκτίμηση. (*Esther Iseli, Arno Cavigelli, Volker Dietz, Armin Curt Prognosis and recovery in ischaemic and traumatic spinal cord injury: clinical and electrophysiological evaluation 1999*).

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Swiss Paraplegic Centre, University Hospital Balgrist, Zürich, Switzerland.

Αντικείμενο: Σύγκριση προγνωστικών παραγόντων και λειτουργικής αποκατάστασης μεταξύ παραπληγικών ασθενών είτε με ισχαιμική (28 ασθενείς) είτε με τραυματική (39 ασθενείς) κάκωση Νωτιαίου μυελού (KNM).

Μέθοδοι: Κατά την εισαγωγή στην κλινική μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού καθώς και 6 μήνες μετά οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε κλινικές εξετάσεις (σύμφωνα με τον κανονισμό και το πρότυπο της αμερικανικής εταιρίας κακώσεων NM) καθώς και σε ηλεκτροφυσιολογικές εξετάσεις (ΣΠΔ) παράλληλα. Ο βαθμός της περιπατητικής ικανότητας των ασθενών αξιολογήθηκε μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος αποκατάστασης ή τουλάχιστον 6 μήνες μετά.

Αποτελέσματα:

Κατά την οξεία φάση της ισχαιμικής είτε της τραυματικής ΚΝΜ υπήρχαν καταγραφές κινητικών και αισθητικών ελλειμμάτων καθώς και παθολογικές καταγραφές ΣΠΔ. Και οι 2 ομάδες ασθενών ανέκτησαν σε περίπου παρόμοιο βαθμό τις κινητικές αισθητικές και περιπατητικές ικανότητες. Οι κλινικές εξετάσεις και στις 2 ομάδες ασθενών παρείχαν πολύ καλή πρόγνωση για την λειτουργική αποκατάσταση και ο πιο ευαίσθητος προγνωστικός παράγων για τους ισχαιμικούς ασθενείς, ενώ για τους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ λίγο πιο ευαίσθητη φάνηκε η ηλεκτροφυσιολογική μελέτη με ΣΠΔ από το γεννητικό νεύρο.

Συμπεράσματα:

Παρότι οι 2 ομάδες ασθενών είναι παθοφυσιολογικά διαφορετικές η σοβαρότητα και η έκταση των νευρολογικών ελλειμμάτων καθώς και ο ρυθμός αποκατάστασης είναι απολύτως παρόμοια. Και στις 2 ομάδες με ισχαιμική και τραυματική ΚΝΜ οι κλινικές και ηλεκτροφυσιολογικές εξετάσεις έχουν προγνωστική αξία για την λειτουργική αποκατάσταση με μεγαλύτερη βαρύτητα στις κλινικές εξετάσεις όσον αφορά την ισχαιμική αιτία ενώ για την τραυματική αιτία τα ΣΠΔ.

Ασθενείς με ισχαιμική ΚΝΜ:

Στην μελέτη συμπεριλήφθησαν 28 ασθενείς με οξεία ισχαιμική μυελοπάθεια και ΚΝΜ (χωρίς τραυματικούς ή συμπιεστικούς παράγοντες). Οι 28 ασθενείς είχαν εισαχθεί στο κέντρο μεταξύ Μάρτιος 1985 και 1997 και αντιπροσωπεύουν το 4,2% (28 από 667 ασθενείς) όλων των εισαγωγών για πρώτου βαθμού αποκατάσταση. Αυτή η ομάδα αποτελείτο από 4 γυναίκες και 4 άνδρες με επίπεδο κάκωσης A6 – O2. Οι αιτίες της ισχαιμικής μυελοπάθειας ήταν αορτικό ανεύρυσμα (12 ασθενείς), αρτηριοφλεβικές δυσμορφίες (2 ασθενείς), ισχαιμία λόγω σκολίωσης – κύφωσης (3 ασθενείς), νωτιαία υπόταση λόγω μέθης (2 ασθενείς). Στους υπόλοιπους 9 ασθενείς αποδίδεται στη βάση κάποιας αιφνίδιας έναρξης. Άλλες πιθανές αιτίες είχαν

αποκλειστεί μετά από πολλές εξετάσεις συμπεριλαμβανομένης ραδιογραφίας, CT, MRI, CSF.

Iseli, Cavigelli, Dietz, et al

Clinical data and mean ASIA scores (95% confidence interval) of the patients with ischaemic and traumatic spinal cord lesion

	<i>Ischaemic lesions</i>		<i>Traumatic lesions</i>				
	<i>Initial (n=28)</i>	<i>After 6 months (n=18)</i>	<i>Initial (n=39)</i>	<i>After 6 months (n=39)</i>			
Age†	56.07	(48.67-63.47)		40.01	(34.57-45.43)		
ASIA motor score	57.22	(51.35-63.1)	62.21*	(53.92-70.5)	59.92	(55.56-64.28)	
ASIA light touch score	75.26	(65.3-85.22)	85.01*	(72.27-97.73)	86.21	(80.88-91.53)	
ASIA pin prick score†	65.85	(57.99-73.72)	69.37	(59.54-79.21)	82.46	(76.67-88.25)	
					86.89*	(80.86-92.93)	

*Significant increment 6 months after admission.

†Significant difference between the two patient groups.

Πίνακας 4.1 Πίνακας δεδομένων και τιμών κατά ASIA σε ασθενείς με ισχαιμική και τραυματική ΚΝΜ.

Ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ.

Μελετήθηκαν 39 ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ (9 γυναίκες και 30 άνδρες) με επίπεδο κάκωσης μεταξύ Θ1 - Ο5, οι οποίοι εισήχθησαν στο νοσοκομείο για το πρώτο στάδιο αποκατάστασης μεταξύ 1992 και 1994. Και οι δύο ομάδες ασθενών δεν έπασχαν από άλλες ασθένειες του περιφερικού νευρικού συστήματος (πολυνευροπάθεια, παγίδευση -πίεση νεύρων), και εγκεφαλικοί τραυματισμοί είχαν αποκλειστεί με κλινικές και ηλεκτροφυσιολογικές εξετάσεις. Όλοι οι ασθενείς είχαν ενημερωθεί για τον σκοπό της μελέτης και είχαν συγκατατεθεί. Επιπλέον, κάθε ασθενής μπορούσε οποιαδήποτε στιγμή επιθυμούσε να διακόψει την συμμετοχή του στο πρόγραμμα.

Κλινική αξιολόγηση περιπατητικής ικανότητας.

Η περιπατητική ικανότητα των ασθενών κατατασσόταν σε 4 κατηγορίες: (1) μη περιπατητική ικανότητα – ο ασθενής δεν μπορούσε ούτε να περπατήσει ούτε να σταθεί. (2) θεραπευτική περιπατητική ικανότητα – όρθια στάση και περπάτημα μόνο με υποστήριξη από 2 φυσικοθεραπευτές, ή με Π, ή με 2 πατερίτσες και βοήθεια συνοδού (ο ασθενής μπορεί να εκτελέσει αυτή τη διαδικασία μόνο σαν θεραπευτική προσέγγιση. (3) λειτουργική περιπατητική ικανότητα – περπάτημα καθημερινά σε μικρές αποστάσεις, χωρίς τη βοήθεια κάποιου προσώπου, ενώ επιτρέπεται η χρήση μιας ή δύο πατερίτσες ή Π (η περιπατητική ικανότητα είναι μία από τις τακτικές καθημερινές δραστηριότητες στη ζωή, καθώς και απαραίτητη για εργασία). (4) πλήρη περιπατητική ικανότητα – λίγη ή καθόλου διαταραχή στο βάδισμα. Αυτή η αξιολόγηση ανταποκρίνεται με βάση προηγούμενες μελέτες. Το αποτέλεσμα της

περιπατητικής ικανότητας αξιολογήθηκε στο χρονικό στάδιο της κάκωσης νωτιαίου μυελού τουλάχιστον 6 μήνες μετά τον τραυματισμό. Η κατηγοριοποίηση εστιάστηκε στο επίπεδο περιπατητικής ικανότητας καθώς και στις περιπατητικές δραστηριότητες που κανονικά εξασκεί στο σπίτι ο ασθενής.

Κλινική εξέταση: Οι νευρολογικές εξετάσεις όλων των ασθενών έγιναν σύμφωνα με την κλίμακα ASIA του 1992. Δύο εξετάσεις ολοκληρώθηκαν, η πρώτη κατά την εισαγωγή του ασθενούς στο κέντρο αποκατάστασης και η δεύτερη 6 μήνες αργότερα. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο ASIA εκτιμήθηκαν οι ακόλουθοι δείκτες: (1) βαθμολογία κινητικής ικανότητας, (2) βαθμολόγηση αισθητικότητας με διάκριση πόνου - πίεσης (τεστ βελόνας), (3) βαθμολόγηση ελαφράς αισθητικότητας, (4) διάκριση μεταξύ ολικής και μη ολικής κάκωσης. Οι νευρολογικές εξετάσεις έγιναν από εξειδικευμένους φυσίατρος, οι οποίοι ήταν όλοι καλά εξοικειωμένοι με την χρήση πρωτόκολλου της κλίμακας ASIA.

Ηλεκτροφυσιολογικές καταγραφές.

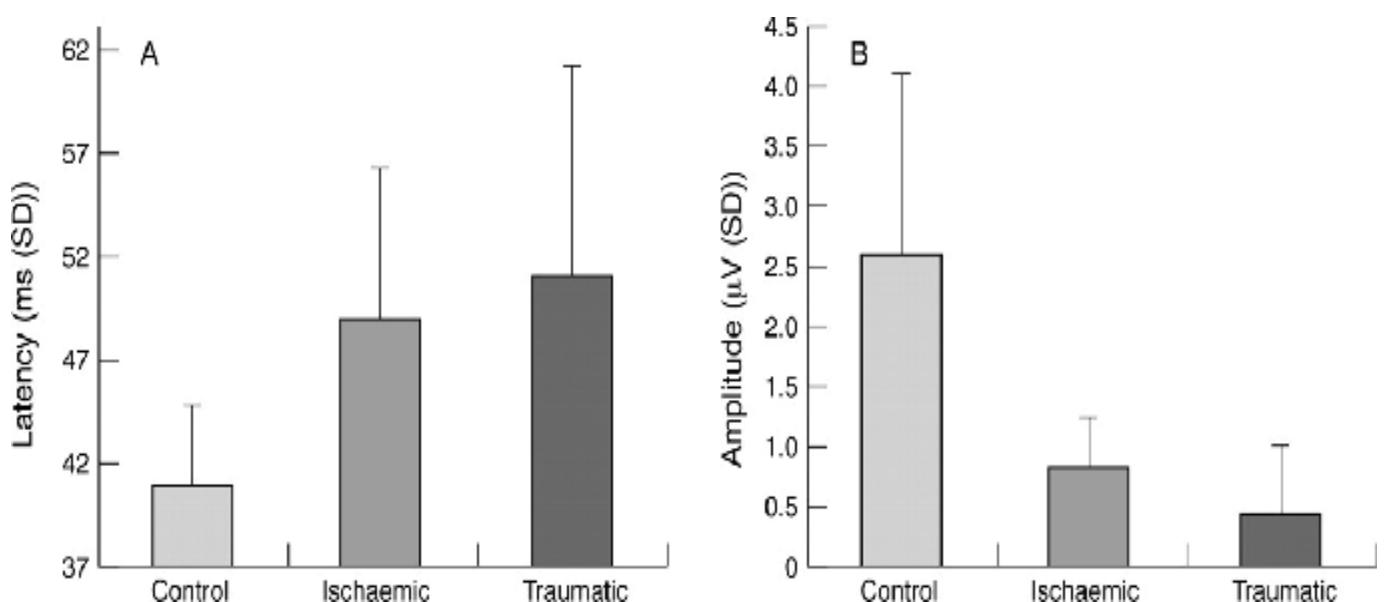
Κνημιαία σωματοαισθητικά προκλητά δυναμικά (ΣΠΔ) προκλήθηκαν με ηλεκτρικό ερεθισμό (τετράγωνης κυματομορφής διάρκειας 0,2 ms, συχνότητας 3 κύκλων-Hz) με διέγερση των κνημιαίων νεύρων και στα δύο πόδια, στον αστράγαλο με την κάθοδο τοποθετημένη 2-3 εκατοστά από την άνοδο. Η ένταση του ρεύματος ερεθισμού ήταν το ανώτερο 40 mA και ρυθμισμένη έτσι ώστε να παράγει μία καθαρή ή αισθητή μυϊκή σύσπαση. Τα ΣΠΔ της γεννητικής περιοχής προκλήθηκαν με τις ίδιες παραμέτρους ηλεκτρικού ερεθισμού με εφαρμογή κυκλικών ηλεκτροδίων στην περιοχή του πέους για τους άνδρες, και με δερματικά ηλεκτρόδια στο επίπεδο της κλειτορίδας για τις γυναίκες. Οι ασθενείς βρίσκονταν σε πρηνή θέση με θερμοκρασία περιβάλλοντος στο χώρο. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής (συμβατικά 0,5 cm με επικάλυψη χρυσού) εφαρμόστηκαν δερματικά στον ιγνυακό βόθρο προκειμένου για κνημιαία ΣΠΔ (ώστε να ελεγχθεί η επίδραση του ηλεκτρικού ερεθισμού και η μετάδοση της πρόκλησης δυναμικού διαμέσου του περιφερικού νευρικού τμήματος). Κρανιακά ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στα Cz - Fz (διεθνές σύστημα τοποθέτησης ηλεκτροδίων 10/20). Η αντίσταση των ηλεκτροδίων κυμαινόταν σε <5 kΩ. Ο ενισχυτής ήταν ρυθμισμένος στην κλίμακα των 5 μV και ο χρόνος ανάλυσης στα 60 ms. Μετρήθηκαν δύο σειρές των 500 αποκρίσεων και εξήχθη ο μέσος όρος ώστε να σιγουρευτεί η μέτρηση. Ηλεκτροφυσιολογικές καταγραφές από ομάδα αναφοράς 10

υγιών ατόμων (5 άνδρες και 5 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 29,6 χρόνια, μεταξύ ηλικιών 24 και 38 ετών) χρησιμοποιήθηκαν ως σύγκριση.

Στατιστικά στοιχεία.

Οι στατιστικές αξιολογήσεις έγιναν χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό. Το τεστ του χ^2 χρησιμοποιήθηκε ώστε να οριστούν οι διαφορές μεταξύ ολικής και μη ολικής κάκωσης σύμφωνα με το αποτέλεσμα της περιπατητικής ικανότητας. Η κλίμακα Spertman's συντελεστή συσχέτισης χρησιμοποιήθηκε ώστε να ορίσει την προγνωστική αξία σε σχέση με την ηλικία, βαθμολόγηση ASIA, και ηλεκτροφυσιολογικών καταγραφών για περιπατητική ικανότητα. Για να καθοριστεί ο καλύτερος συνδυασμός μεταβλητών για την πρόγνωση της περιπατητικής ικανότητας εφαρμόστηκε η ανάλυση σταδιακής απόκλισης εξαρτημένης στατιστικής μεταβλητής (stepwise regression analysis), (η τιμή ορίστηκε στο 0,15). Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) και το τεστ Scheffe's για σύγκριση πολλαπλών ζευγών χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση των καταγραφών ΣΠΔ στις 2 ομάδες ασθενών και την ομάδα ελέγχου. Για όλα τα στατιστικά τεστ και συσχετισμούς θεωρήθηκε σημαντικό $p < 0,05$ και μόνο φυσιολογικές τιμές ηλεκτροφυσιολογικών καταγραφών υπολογίστηκαν.

Prognosis in ischemic and traumatic spinal cord injury

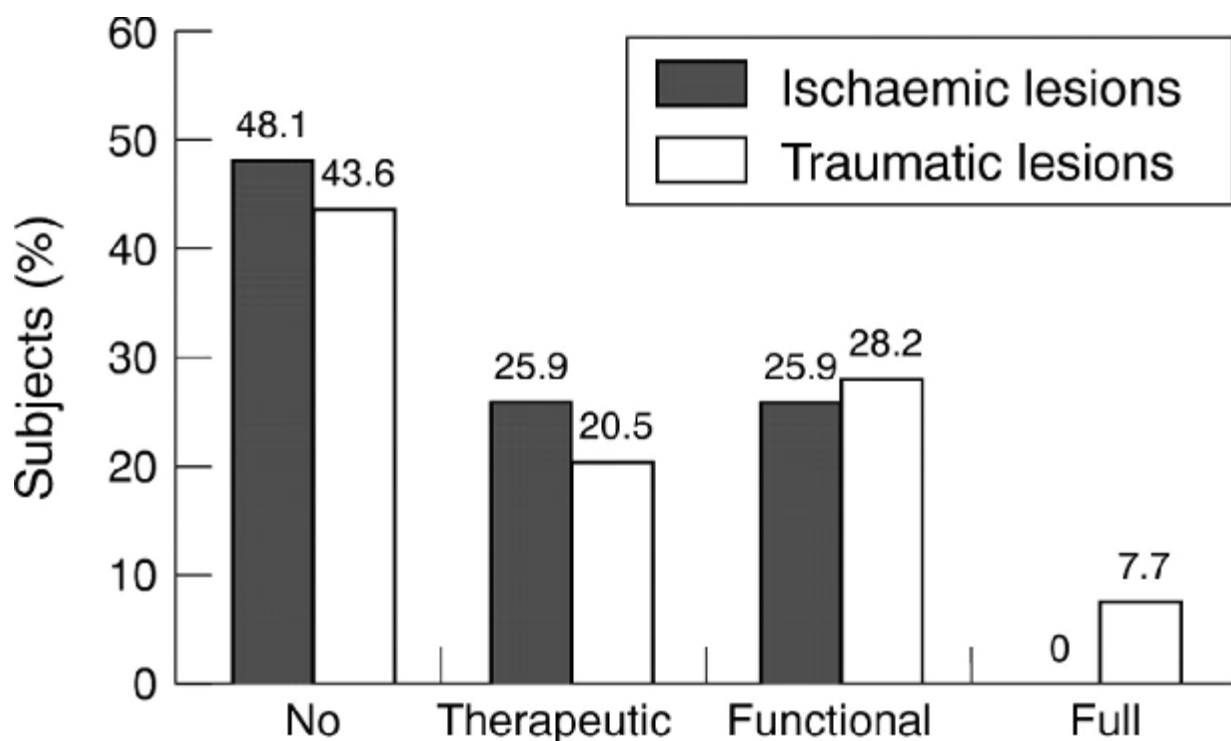


Πίνακας 4.2 Τιμές (μέσοι όροι) από κνημιαία ΣΠΔ για καθυστέρηση σήματος (A) και πλάτος σήματος (B) από υγιή άτομα (ομάδα ελέγχου) και τις 2 ομάδες ασθενών.

Αποτελέσματα.

Ασθενείς.

Η μέση ηλικία των ασθενών με ισχαιμική κάκωση NM (56,1 χρόνια) ήταν (t test, $p < 0,001$) σημαντικά υψηλότερη από τους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ (40,0 χρόνια). Η κλινική διάκριση σε πλήρη ή ατελή ΚΝΜ χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο ASIA έδειξε ότι η αναλογία πλήρους και ατελούς ήταν παρόμοια (χ^2 test, $p > 0,05$) και στις 2 ομάδες ασθενών (ισχαιμικές κακώσεις 1:1.33, τραυματικές κακώσεις 1:1.29).

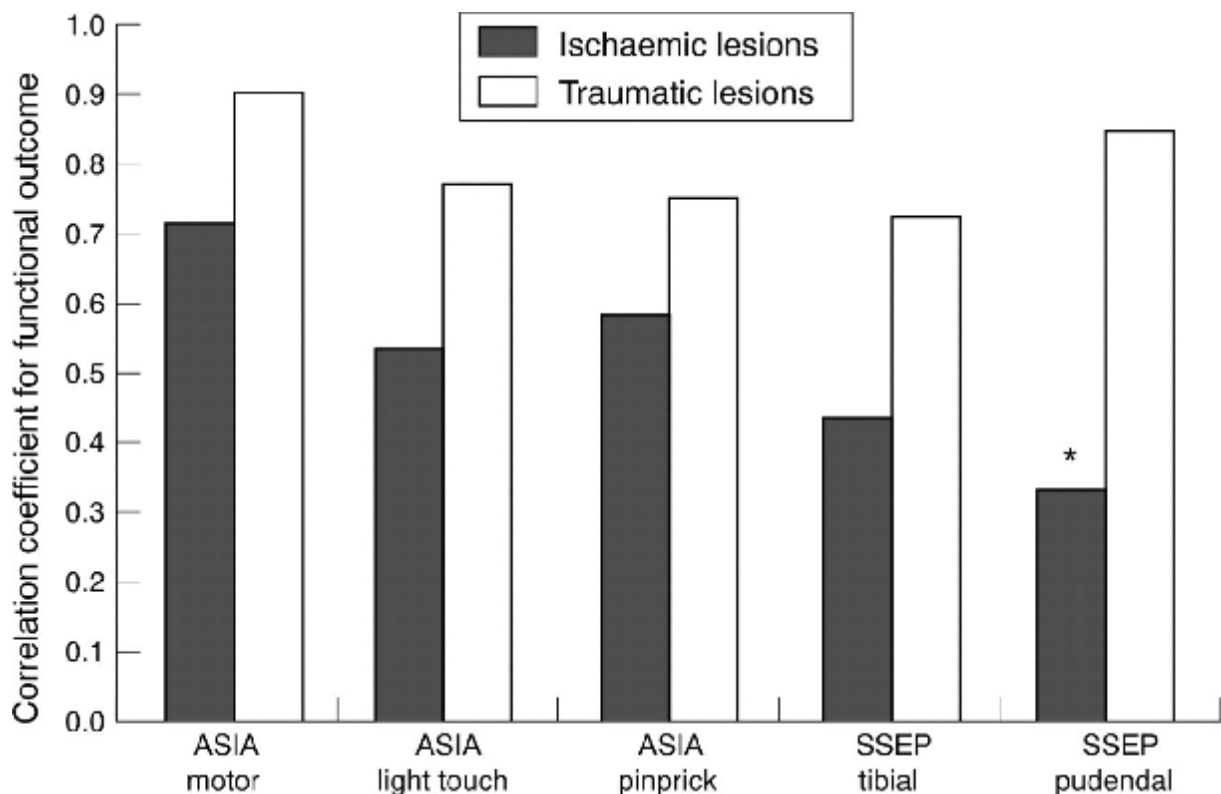


Πίνακας 4.3 Αποτελέσματα περιπατητικής ικανότητας στο τέλος του προγράμματος αποκατάστασης και για τις 2 ομάδες ασθενών.

Νευρολογικά ελλείμματα και αποκατάσταση.

Οι αρχικές κλινικές εξετάσεις μετά την εισαγωγή για αποκατάσταση έγιναν για την ομάδα των ασθενών με ισχαιμική κάκωση (IK) μεταξύ 0 - 30 ημέρες (μέσος όρος 2,1 ημέρες) και για την ομάδα με τραυματική κάκωση (TK) μεταξύ 1 - 35 ημέρες (μ.ο 10 ημέρες) μετά την επίπτωση της παραπληγίας. Και οι 2 ομάδες ασθενών είχαν παρόμοιες τιμές στην κινητική βαθμολόγηση και ελαφράς

αισθητικότητας. Στο τεστ αισθητικότητας διάκρισης πόνου – πίεσης (pinprick test), η βαθμολογία ήταν σημαντικά χαμηλότερη για τους ΙΚ ασθενείς απ’ ότι για τους ΤΚ (t test, $p < 0,0007$). Οι καταγραφές παρακολούθησης που έγιναν 6 μήνες αργότερα έδειξαν ότι όλοι οι δείκτες ASIA είχαν σημαντική αύξηση στους ΤΚ ασθενείς (t test, motor score: $p < 0,0001$, light touch score: $p < 0,007$, pinprick score: $p < 0,005$). Στην ομάδα ασθενών με ΙΚ μόνο οι δείκτες κινητικής και ελαφράς αισθητικότητας αυξήθηκαν (t test, motor score $p < 0,007$, light touch score $p < 0,03$, pinprick score $p > 0,20$). Η έκταση της νευρολογικής ανάρρωσης υπολογίστηκε από την αύξηση στις τιμές της κλίμακας ASIA και ήταν παρόμοια για τις 2 ομάδες ασθενών (t test, $p > 0,3$).



Πίνακας 4.4 Εδώ φαίνεται η συσχέτιση (Spearman’s rank correlation) μεταξύ κλινικών και νευροφυσιολογικών δεικτών με τα αποτελέσματα της περιπατητικής ικανότητας. (* χωρίς σημαντική αξία).

Καταγραφές ΣΠΔ.

Οι καταγραφές ΣΠΔ έγιναν παράλληλα με τις κλινικές εξετάσεις. Και στις 2 ομάδες το μέσο πλάτος από τα κνημιαία ΣΠΔ στους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ (39 άτομα) κυμάνθηκε στα 0,42 μV , και στους ασθενείς με ισχαιμική

KNM (24 άτομα) στα 0,77 μV , και ήταν σημαντικά μειωμένο σε σύγκριση με την υγιή ομάδα ελέγχου (2,6 μV) Scheffe's test, $p < 0,05$. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις βλάβες μεταξύ των 2 ομάδων. Το τεστ ANOVA για τα κνημιαία ΣΠΔ έδωσε τιμές στην απόκριση λανθάνων χρόνου (latency) για την ομάδα ελέγχου 40,99 ms, για τους ασθενείς με TKNM 50,83 ms και για IKNM 48,8 ms δείχνοντας σημαντική διαφορά μεταξύ υγείων υποκειμένων και ασθενών ($p < 0,05$). Μια περαιτέρω ανάλυση με το τεστ Scheffe's έδειξε μια τάση για μεγαλύτερους λανθάνων χρόνους στα κνημιαία ΣΠΔ στους ασθενείς με TKNM σε σχέση με τους IKNM ($p < 0,06$). Οι καταγραφές ΣΠΔ από το γεννητικό νεύρο για τις 2 ομάδες ασθενών έδειξαν παρόμοια πλάτη σήματος απόκρισης (amplitude: TKNM= 0,33 μV , IKNM= 0,22 μV $p < 0,3$), και τιμές λανθάνων χρόνου (latency: TKNM= 53,68 ms, IKNM= 50,77 ms $p < 0,1$).

Αποκατάσταση της περιπατητικής ικανότητας.

Ο βαθμός της αποκατάστασης της περιπατητικής ικανότητας καθορίστηκε μετά το τέλος του προγράμματος αποκατάστασης ή μετά από τουλάχιστον 6 μήνες, και ήταν παρόμοιος και για τις 2 ομάδες ασθενών ισχαιμικής και τραυματικής κάκωσης NM (χ^2 test, $p > 0,05$). Και στις 2 ομάδες ασθενών ακόμη υπήρχαν σοβαρές εκπτώσεις στην λειτουργία των κάτω μελών. Μόνο περίπου ένα 25% από τους ισχαιμικούς ασθενείς πέτυχε μια λειτουργική περιπατητική ικανότητα ενώ ένα 35% των ασθενών με τραυματική κάκωση πέτυχαν αποκατάσταση τουλάχιστον λειτουργικής περιπατητικής ικανότητας .

Πρόγνωση της περιπατητικής ικανότητας .

Η ηλικία των ασθενών όταν συνέβη η KNM δεν ήταν στην προγνωστική εκτίμηση για αποκατάσταση περιπατητικής ικανότητας (ischaemic $r = -0.14$, $p > 0.05$; traumatic injury $r = -0.19$, $p > 0.05$). Η κλινική διάκριση σε πλήρη ή ατελή KNM ήταν ενδεικτική για την αποκατάσταση της περιπατητικής ικανότητας σε ασθενείς με τραυματική κάκωση NM (χ^2 test, $p < 0.001$). Μόνο 12,5% αυτών των ασθενών επανέκτησε κάποια σχετική περιπατητική ικανότητα

μετά το τέλος της αποκατάστασης, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των αρχικώς με πλήρη κάκωση στους ισχαιμικούς ασθενείς ήταν 35%. Η αρχική βαθμολόγηση με την κλίμακα ASIA για κινητική και αισθητική ικανότητα έδινε ισχυρή ένδειξη για ανάρρωση και στις 2 ομάδες ασθενών. Ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας για την ASIA ήταν η κινητική βαθμολόγηση (ischemic Patients $r=0.71$, $p<0.0001$; traumatic injury patients $r=0.90$, $p<0.0001$). Παρόμοια με την κλινική αξιολόγηση τα κνημιαία ΣΠΔ έδιναν ισχυρή ένδειξη για τον βαθμό της περιπατητικής αποκατάστασης (traumatic injury patients $r=0,72$, $p<0,00001$, ischemic patients $r=0,43$ $p <0,04$). Οι καταγραφές των ΣΠΔ από το γεννητικό νεύρο έδειξαν πολύ σημαντική συσχέτιση με την περιπατητική ικανότητα αλλά μόνο με τους ασθενείς από τραυματική ΚΝΜ ($r= 0,83$ $p<0,0001$). Για τους ισχαιμικούς ασθενείς ο συντελεστής συσχέτισης ήταν μόλις 0,33 ($p>0,17$). Γενικά οι καταγραφές από τα ΣΠΔ έδειξαν λιγότερη προγνωστική αξία στους ισχαιμικούς ασθενείς σε σύγκριση με αυτούς από τραυματική κάκωση. Από όλους τους κλινικούς και ηλεκτροφυσιολογικούς δείκτες η καλύτερη πρόγνωση στα αποτελέσματα περιπατητικής ικανότητας επετεύχθη με τον συνδυασμό της κινητικής βαθμολόγησης και κνημιαίων ΣΠΔ και στις 2 ομάδες ασθενών.

Συζήτηση

Σε αρκετές μελέτες με τραυματική ΚΝΜ ασθενείς με εκτεταμένα νευρολογικά ελλείμματα ακολουθούν εξετάσεις για νευρολογική αποκατάσταση, λειτουργικά αποτελέσματα, και προγνωστικοί παράγοντες έχουν εκτιμηθεί από μια αναγνωρισμένη κλίμακα βαθμολόγησης (ASIA protocol) ή με κάποια ηλεκτροφυσιολογική μέθοδο καταγραφών. (*Jacobs SR, Yeane NK, Herbison GJ, et al. 1995*).

Σε αυτή την ανάλυση επεκτάθηκε η έρευνα και σε ασθενείς με ισχαιμική ΚΝΜ που έχει μια διαφορετική παθολογική φυσιολογία. Γι αυτό σε αυτή την έρευνα επεκτάθηκε η αξιολόγηση στις 2 διαφορετικές ομάδες ασθενών με

σύγκριση επίσης επάνω σε πρότυπα κλινικών και ηλεκτροφυσιολογικών εξετάσεων ταυτόχρονα. Τα κύρια ευρήματα είναι: 1) Και οι 2 ομάδες ασθενών (ισχαιμικής & τραυματικής KNM) έδειξαν παρόμοια έκταση νευρολογικών ελλειμμάτων όταν αξιολογήθηκαν με κλινικές εξετάσεις (ASIA) καθώς και τις ίδιες επίσης παθολογικές καταγραφές με ΣΠΔ. 2) Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις 2 ομάδες ασθενών στο βαθμό νευρολογικής ανάρρωσης στην κινητική και αισθητική λειτουργία μετά την βλάβη. 3) Στους ασθενείς και των 2 ομάδων αποκαταστάθηκε η περιπατητική ικανότητα σε παρόμοιο βαθμό. 4) Οι κλινικές εξετάσεις και οι καταγραφές ΣΠΔ και στις 2 κατηγορίες τραυματικής καθώς και ισχαιμικής KNM είχαν σημαντική αξία για την πρόγνωση της έκτασης της λειτουργικής ανάρρωσης.

Για ασθενείς με οξεία κάκωση NM ανεξαρτήτου αιτιολογίας οι κλινικές εξετάσεις είναι η πρώτη και πιο σημαντική προσέγγιση στην διαγνωστική αξιολόγηση της KNM. (*Ditunno JF, Young W, Donovan WH, et al. 1994*).

Αρκετές μελέτες σε ασθενείς με τραυματική KNM έχουν δείξει ότι η κλινική αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης καθώς και αισθητικότητας μπορούν να προβλέψουν τα αποτελέσματα της αποκατάστασης της περιπατητικής ικανότητας με μια ακρίβεια περίπου 80%. Το πρωτόκολλο ASIA περιγράφει μια συγκεκριμένη διαδικασία κλινικής εξέτασης της μυϊκής και αισθητικής λειτουργίας σε περιπτώσεις με τραυματική KNM. Αυτό βεβαιώνει όχι μόνο την ακρίβεια της επικοινωνίας μεταξύ των εξεταστών ή ερευνητών αλλά επίσης την απ' ευθείας σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ερευνητικών μελετών. Πάντως το πρωτόκολλο ASIA δεν έχει μέχρι τώρα εκτιμηθεί ειδικά για ασθενείς με ισχαιμική KNM. Και γι' αυτό δεν υπάρχει περαιτέρω συγκριτική μελέτη μεταξύ τραυματικής και ισχαιμικής KNM που να έχει περιγραφεί και να χρησιμοποιεί ένα καθιερωμένο πρωτόκολλο κλινικής εξέτασης. (*Waters RL, Adkins R, Yakura J, et al 1994*).

Και οι 2 ομάδες ασθενών έδειξαν παρόμοιο βαθμό νευρολογικών ελλειμμάτων κατά την εισαγωγή τους και επίσης 6 μήνες μετά. Οι ισχαιμικοί ασθενείς έδειξαν τον ίδιο βαθμό νευρολογικής αποκατάστασης όπως και οι ασθενείς με τραυματική κάκωση ΝΜ παρά το γεγονός ότι ήταν γενικά πιο ηλικιωμένοι και η αιτιολογία της ΚΝΜ ήταν εντελώς διαφορετική. Σύμφωνα με προηγούμενες αναφορές οι ισχαιμικές κακώσεις συχνά προκύπτουν ως επιπλοκή μετά από εγχείρηση αορτής, άλλες καταστάσεις που δημιουργούν σπονδυλική υπόταση, ή συνδέεται γενικά με ανωμαλίες αιματικής ροής όπως η αρτηριοσκλήρωση. Το ίδιο όπως και σε άλλες μελέτες, περίπου 30% των ισχαιμικών ασθενών που συμμετείχαν σε αυτή την μελέτη ήταν ύποπτοι ισχαιμικής κάκωσης απλά αποκλείοντας άλλες ασθένειες.

Οι ηλεκτροφυσιολογικές καταγραφές προσφέρουν συμπληρωματικές πληροφορίες στην κλινική εξέταση και είναι πολύ σημαντικές ιδίως σε ασθενείς που δεν μπορούν να συνεργαστούν ώστε να επιτευχθεί κλινική εξέταση. (*Houlden DA, Schwart ML, Klettke KA 1992*).

Επίσης ηλεκτροφυσιολογικές καταγραφές ΣΠΔ μπορούν να είναι χρήσιμες ώστε να προσδιοριστούν συνοδές κακώσεις του περιφερικού νευρικού συστήματος, που είναι δύσκολο να ελεγχθούν σε οξεία ΚΝΜ με κλινικές εξετάσεις. (*Rowed DW, McLean JAG, Tator CH 1978*).

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι οι καταγραφές ΣΠΔ από το γεννητικό και κνημιαίο νεύρο είναι σοβαρά επηρεασμένες τόσο σε ασθενείς με ισχαιμική ΚΝΜ όσο και σε τραυματική ΚΝΜ. Το πλάτος σήματος ΣΠΔ (amplitude) ήταν σημαντικά μειωμένο και στις 2 ομάδες με ΚΝΜ, ενώ ο λανθάνων χρόνος (latency) είχε μεγαλύτερη καθυστέρηση στους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ από ότι στους ισχαιμικούς. Αυτό οφείλεται στον διαφορετικό υποκείμενο παθοφυσιολογικό μηχανισμό καθώς μια ισχαιμική κάκωση προσβάλλει πρωτίτως τους κεντρικούς άξονες και νευρωνικές δομές της σπονδυλικής

στήλης, και αυτό είναι που επιφέρει λιγότερο την απομυελίνωση απ' ό τι μια τραυματική κάκωση. Αυτό είναι ευθυγραμμισμένο με τα ευρήματα στην αισθητικότητα (pinprick test sensation) και τις καταγραφές ΣΠΔ του γεννητικού νεύρου που είναι πιο επηρεασμένα σε ισχαιμικής απ' ό τι σε τραυματικής κάκωσης ασθενείς.

Μια πρόωμη πρόγνωση λειτουργικής αποκατάστασης όπως είναι η αποκατάσταση της περιπατητικής ικανότητας είναι ουσιώδης σε ασθενείς οξείας ΚΝΜ ώστε να σχεδιαστεί ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα φυσικής και λειτουργικής εκπαίδευσης καθώς και οι ανάλογες προσαρμογές για το σπίτι. (*Jacobs SR, Yeane NK, Herbison GJ, et al. 1995*).

Ως εκ τούτου η περιπατητική ικανότητα που αξιολογήθηκε 6 μήνες αργότερα μετά τον αρχικό τραυματισμό διαφοροποιήθηκε σε 4 κατηγορίες που αφορούν τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Πολλές μελέτες έχουν τεκμηριώσει μια θετική συσχέτιση της αξιολόγησης ASIA με τα αποτελέσματα περιπατητικής ικανότητας σε ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ. Τα αποτελέσματά μας αποδεικνύουν επίσης θετική συσχέτιση σε ασθενείς με ισχαιμική ΚΝΜ. Παρότι τα ΣΠΔ καταγράφουν αντανάκλαση αισθητικών ελλειμμάτων σχετιζόμενων με την λειτουργία του ΝΜ αποδεικνύονται πολύ σημαντικής προγνωστικής αξίας σε σχέση με την περιπατητική ικανότητα. Φάνηκε μια πολύ ισχυρή συσχέτιση των ΣΠΔ του κνημιαίου και ιδιαίτερα του γεννητικού νεύρου με την αποκατάσταση της περιπατητικής ικανότητας σε ασθενείς με τραυματική κάκωση ΝΜ. Στην ομάδα των ισχαιμικών ασθενών τα ΣΠΔ έδειξαν συσχέτιση στα αποτελέσματα περιπατητικής ικανότητας μόνο από το κνημιαίο νεύρο, ενώ από το γεννητικό ήταν πρακτικά ασήμαντη η συσχέτιση.

Συνοψίζοντας παρότι οι 2 ομάδες ήταν παθοφυσιολογικά διαφορετικές, η σοβαρότητα και η έκταση των νευρολογικών ελλειμμάτων καθώς και οι ρυθμοί ανάρρωσης ήταν απόλυτα παρόμοιοι. Και στις 2 ομάδες με ισχαιμική

και τραυματική ΚΝΜ τόσο η κλινική εξέταση με την κλίμακα ASIA όσο και η ηλεκτροφυσιολογική με ΣΠΔ είχαν σημαντική προγνωστική αξία όσον αφορά την λειτουργική αποκατάσταση, με περισσότερο ευαίσθητη να είναι η κλίμακα ASIA κινητικής αξιολόγησης και για τις 2 ομάδες ασθενών, ενώ για τα ΣΠΔ περισσότερο ευαίσθητες έδειξαν οι καταγραφές από το γεννητικό νεύρο για τους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ. Από αυτές τις εξετάσεις προκύπτει προγνωστική αξία που να επιτρέπει τον πρώιμο βέλτιστο σχεδιασμό του προγράμματος αποκατάστασης, των βοηθημάτων που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και όλης της διαδικασίας. (*Esther Iseli, Arno Cavigelli, Volker Dietz, Armin Curt 1999*).

5. Κεφάλαιο Πέμπτο: Επίλογος – Συμπεράσματα

Το σύνολο σχεδόν των ερευνητικών μελετών σχετικά με την προγνωστική αξία των σωματοαισθητικών δυναμικών σε κακώσεις νωτιαίου μυελού δίνουν θετική συσχέτιση για την πρόγνωση στην ανάρρωση των ασθενών. Η διαφορά στις μελέτες μεταξύ των ερευνητών έγκειται κυρίως στην αξία της πρόγνωσης δεδομένου ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ερευνών στα αποτελέσματα σχετικά με τον βαθμό συσχέτισης πρόγνωσης (συντελεστής συσχέτισης).

Άλλες έρευνες πάλι δείχνουν ότι τα ΣΠΔ δεν δίνουν καλύτερη πρόγνωση απ' αυτή που μπορούμε να πάρουμε με την κλινική εξέταση με την κλίμακα ASIA. (*Afls CM, Koelman JHTM, Meyjes FEP, De Visser BWO. 1993*). Όμως παρόλα αυτά τα ΣΠΔ μπορούν να δώσουν επιπρόσθετη πρόγνωση σε συνδυασμό με την κλινική εξέταση. (*Curt A, Dietz V 1997*).

Επιπλέον τα ΣΠΔ είναι πολύ χρήσιμα σε περιπτώσεις ασθενών που δεν μπορούν να συνεργαστούν, ή λόγω απώλειας συνείδησης δεν μπορεί να γίνει ή είναι δυσχερής γενικότερα η κλινική εξέταση ακόμη και με την κλίμακα ASIA, ώστε να ελεγχθεί κάκωση νωτιαίου μυελού. (*Houlden DA, Schwart ML, Klettke KA. 1992*).

Επίσης είναι αποδεδειγμένο ότι τα ΣΠΔ δίνουν διάκριση ανάμεσα σε πλήρη και ατελή βλάβη KNM, αφού η πλήρης απουσία καταγραφών από τον φλοιό μετά από προκλητά δυναμικά σε νεύρα κάτωθεν της βλάβης, σημαίνει πλήρη KNM και κατά συνέπεια κακή πρόγνωση για την ανάρρωση του ασθενή. (*York DH, Watts C, Raffensberger M, Spagnolia T, Joyce C 1983*).

Όσον αφορά τις μεγάλες διαφορές που υπάρχουν στις διάφορες έρευνες στον βαθμό συσχέτισης με την πρόγνωση, ένας λόγος θα μπορούσε να είναι ότι στο παρελθόν είχαν χρησιμοποιηθεί στις έρευνες διάφορα συστήματα βαθμονόμησης για τις παραμέτρους των ΣΠΔ (πλάτος, λανθάνων χρόνος). (*Cheliout-Heraut F, Loubert G, Mastri-Zada T, Auburn F, Pasteyer J. 1998*).

Ένας άλλος επίσης λόγος που ίσως εξηγεί τις διαφορές στα αποτελέσματα των ερευνών, διεφάνη στην έρευνα στην σύγκριση ασθενών με KNM από ισχαιμικές αιτίες και τραυματικές αιτίες. Είναι εκπληκτικό το γεγονός ότι οι 2 αυτές κατηγορίες

ασθενών παρουσιάζουν απολύτως παρόμοια έκταση νευρολογικών ελλειμμάτων και επίσης ίδιο ρυθμό αποκατάστασης παρά την εντελώς διαφορετική παθοφυσιολογία στην κάκωση νωτιαίου μυελού η οποία όμως τελικά αντανακλάται στα αποτελέσματα στον συντελεστή συσχέτισης πρόγνωσης για τις 2 ομάδες ασθενών, όπου για τους μεν ασθενείς με ισχαιμική ΚΝΜ είναι πολύ χαμηλός έως ασήμαντος ενώ στους ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ αρκετά υψηλός. Στην έρευνα αυτή διευκρινίζονται ίσως σημαντικά οι μεγάλες διαφορές προηγούμενων ερευνών όπου δεν αναφέρεται τέτοιος διαχωρισμός στους ασθενείς με ΚΝΜ, και φαίνεται ότι η προγνωστική τους αξία τελικά έχει υψηλή συσχέτιση για κάκωση νωτιαίου μυελού από τραυματικό αίτιο. (*Esther Iseli, Arno Cavigelli, Volker Dietz, Armin Curt. 1999*).

Ακόμη δεν είναι γνωστός ο ακριβής νευροφυσιολογικός μηχανισμός με τον οποίο προχωράει η αποκατάσταση μετά από ΚΝΜ ούτε και το πως ακριβώς αντανακλάται αυτό στις καταγραφές των ΣΠΔ, βλέπουμε τα αποτελέσματα αλλά λίγα γνωρίζουμε για το τι ακριβώς συμβαίνει σε επίπεδο νευρώνων. (*Grundy BL, Friedman W 1987*).

Από όλα όσα περιγράφονται πιο πάνω γίνεται φανερό ότι τα ΣΠΔ προσφέρουν πολλά σε επίπεδο πρόγνωσης σε ασθενείς με ΚΝΜ, είτε ανεξάρτητα, είτε επικουρικά με άλλες εξετάσεις (ASIA), είτε ως εξειδικευμένο εργαλείο μερικές φορές αντικειμενικής διάκρισης κακώσεων ΝΜ που δίνει αποτέλεσμα προγνωστικής αξίας (διάκριση ατελούς – πλήρης κάκωσης, ή ασθενείς σε κώμα- καταστολή, μη συνεργαζόμενοι).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) **Afls CM, Koelman JHTM, Meyjes FEP, De Visser BWO.** Posterior tibial and sural nerve somatosensory evoked potentials: A study in spastic paraparesis in spinal cord lesions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 89:437-41
- 2) **Bordeli A, Inghillari M, Formisano R, Accornero N, Manfredi M.** Stimulation of motor tracts in motor neuron diseases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1987; 50:732-7
- 3) **Cheliout-Heraut F, Loubert G, Mastri-Zada T, Auburn F, Pasteyer J.** Evaluation of early motor and sensory evoked potentials in cervical spinal cord injury. *Neurophysiol Clin* 1998; 28:39-55
- 4) **Curt A, Dietz V.** Ambulatory capacity in spinal cord injury: Significance of somatosensory evoked potentials and ASIA protocol in predicting outcome. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:39-43
- 5) **Curt A, Dietz V.** Nerve conduction study in cervical spinal cord injury: significance for hand function. *NeuroRehabil* 1996;7:165-173
- 6) **Crossman A. R. & Neary D.** *Νευροανατομία, εκδόσεις Παρισσιανός* 2003
- 7) **Curt A, Dietz V.** Traumatic cervical spinal cord injury: Relation between somatosensory evoked potentials, neurologic deficit, and hand function. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77:48-53
- 8) **David C.Preston, Barbara E.Shapiro:** *Electromyography and Neuromuscular Disorders* 2005
- 9) **Dietz V, Wirz M, Curt A, Columbo G.** Locomotor pattern in paraplegic patients: training effects and recovery in spinal cord function. *Spinal Cord* 1998; 36:380-90
- 10) **Ditunno JF, Young W, Donovan WH, et al.** The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Paraplegia* 1994;32:70–80
- 11) **Grundy BL, Friedman W.** Electrophysiological evaluation of the patient with acute spinal cord injury. *Crit Care Clin* 1987;3:519–48
- 12) **Houlden DA, Schwart ML, Klettke KA.** Neurophysiologic diagnosis in uncooperative trauma patients: confounding factors. *J Trauma* 1992;33:244–51
- 13) **Iseli E, Cavigelli A, Dietz V, Curt A.** Prognosis and recovery in ischaemic and traumatic spinal cord injury: clinical and electrophysiological evaluation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1999; 67:567-571
- 14) **Jacobs SR, Sarlo FB, Baran EM, Herbison GJ, Dituno JF.** Extensor carpi radialis recovery predicted by qualitative SEP and clinical examination in quadriplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73:790-93

- 15) **Jacobs SR, Yeaney NK, Herbison GJ, et al.** *Future ambulation prognosis as predicted by somatosensory evoked potentials in motor complete and incomplete quadriplegia.* *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:635–41
- 16) **Keith H. Chiappa** 1997 *Evoked potentials in clinical medicine*
- 17) **Pisano, Micera S, Mazzone A, Delconte Γ, Carrozza MC, Dario P, Minuco G.** (2005), *Techniques in Robotics for Evaluation and Rehabilitation of Upper Limbs in Patients with Cerebral Accidents,* *Rehab Engng* 13:311-324
- 18) **Rowed DW, McLean JAG, Tator CH.** *Somatosensory evoked potentials in acute spinal cord injury: prognostic value.* *Surg Neurol* 1978;9:203–10.
- 19) **Stein Jay H.** *Παθολογία, εκδόσεις Πασχαλίδης τόμος 2^{ος}, 1997*
- 20) **Waters RL, Adkins R, Yakura J, et al.** *Prediction of ambulators performance based on motor scores derived from standards of the American Spinal Injury Association.* *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:756–60
- 21) **York DH, Watts C, Raffensberger M, Spagnolia T, Joyce C.** *Utilization of somatosensory evoked cortical potentials in spinal cord injury – prognostic limitations.* *Spine* 1983; 8:832-39
- 22) **Young W.** *Correlation of somatosensory evoked potentials and neurological findings in spinal cord injury. Early management of acute spinal cord injury.* Ed. CH Tator. New York, Raven Press 1982; PP 153-65

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. (http://www.biomed.ntua.gr/Portals/1/chapter6_hlektromuografia_new.pdf
Ηλεκτρομυογραφία Δ. Κουτσούρης, καθηγητής Ε.Μ.Π).
2. (<http://www.teiath.gr/userfiles/akanellou/fysiologia/phys2fylladia/electromyogram.pdf>
Εργαστήριο φυσιολογίας II Καθηγητής Ρήγας Παύλος).