



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Διευθυντής ΠΜΣ: Αναπλ. Καθηγητής ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
“Ρομποτική στις παραλύσεις του νωτιαίου μυελού”

ΖΑΒΑΛΙΓΚΟΥ ΑΡΤΕΜΙΣ

Ψυχολόγος

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

«ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

Λάρισα, Φεβρουάριος 2024



DEPARTMENT OF MEDICINE
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
UNIVERSITY OF THESSALY



POSTGRADUATE PROGRAM
NEUROREHABILITATION

Director of the Postgraduate Program: Professor EFTHIMIOS G. DARDIOTIS

POSTGRADUATE THESIS

"Robotics in spinal cord palsy"

ZAVALIGKOU ARTEMIS
Psychologist

Submitted to fulfil part of the
requirements for obtaining the
Master of Science Degree on
“NEUROREHABILITATION”

Larisa, February 2024

«Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά και όπου απαιτείται έχω παραθέσει της πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας:

Υπογραφή: ΖΑΒΑΛΙΓΚΟΥ ΑΡΤΕΜΙΣ »

ZABALIGKOY ARTEMIS

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Ιατρικής, 2024

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Επιβλέπων: Δαρδιώτης Ευθύμιος, Καθηγητής Νευρολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τριμελής επιτροπή:

1. Δαρδιώτης Ευθύμιος, Καθηγητής Νευρολογία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2. Σγάντζος Μάρκος, Αναπλ. Καθηγητής Ανατομίας-Ιστορία της Ιατρικής, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
3. Σιώκας Βασίλειος, Διδάκτωρ Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά: "Robotics in spinal cord palsy"

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Δεν χρειάζεται να γράψω πολλά σε αυτό το σημείο. Έχω την ανάγκη ωστόσο, να μοιραστώ εδώ σε αυτή την εργασία ένα μεγάλο ευχαριστώ στην αγαπημένη μου οικογένεια. Τους γονείς μου Παναγιώτη και Ελένη που πέτυχαν τον Νοέμβριο του 2021 έφυγαν και οι δύο από την ζωή. Ήταν 45 χρόνια μαζί. Στη ζωή και στο θάνατο στο όμορφο «μαζί για πάντα». Οι γονείς μου ήταν, είναι και θα είναι τα πάντα για εμένα. Στα εύκολα και στα δυσκολεμένα μου. Στα πρώτα βήματα μου, στις επεμβάσεις, στις χημειοθεραπείες, στις διαγνώσεις των ασθενειών μου, όταν έπεφτα κυριολεκτικά και μεταφορικά ήταν εκεί. Για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα ταξιδεύαμε στη Θεσσαλονίκη στο πανεπιστήμιο και με περίμεναν με καρτερικότητα, ουσιαστικά σπούδαζαν μαζί μου. Μπορώ να γράφω σελίδες για εκείνους. Θα μοιραστώ την ημέρα της διάγνωσης που μάθαμε πως νοσώ από Πολλαπλή Σκλήρυνση. Εκείνη την ημέρα 3 Σεπτεμβρίου με βουρκωμένα μάτια με κοίταξαν και μου είπαν «μαζί θα είμαστε, μη φοβάσαι...». Στη θεία μου αγαπημένη Σοφία που έφυγε από την ζωή τον Γενάρη του 2022 την ευχαριστώ πολύ που ήταν πάντα δίπλα σε μένα και τα αδέρφια μου σαν μητέρα και στην υλοποίηση του μεταπτυχιακού μου. Στα αδέρφια μου Φιλίτσα, Σωτήρη και Σταυρούλα που είναι κοντά μου και συνεχίζουμε να συμπορευόμαστε μαζί όπως μας άφησε ο μπαμπάς μας την τελευταία του συμβουλή «Να συνεχίσετε μαζί όλοι και αγαπημένοι». Τέλος ένα ευχαριστώ στον καθηγητή μου κύριο Δαρδιάτη Ευθύμιο για την συνεργασία της μεταπτυχιακής εργασίας και την στήριξη του. Αφιερώνω αυτό το μεταπτυχιακό στον πατέρα, την μητέρα και την θεία μου που περίμεναν με ανυπομονησία να με δουν να ορκίζομαι...

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Ένα από τα σημαντικότερα συστήματα του ανθρωπίνου οργανισμού είναι το νευρικό σύστημα. Διότι η καλή και σωστή του λειτουργία επηρεάζει όλες τις λειτουργικές ικανότητες του οργανισμού. Στην παρακάτω βιβλιογραφική ανασκόπηση γίνεται έρευνα για τις βλάβες που μπορεί να προκληθούν στο νωτιαίο μυελό, τη βαρύτητα και τα αίτια αυτών καθώς και την αντιμετώπιση και διαχείριση αυτών των βλαβών μέσω της χρήσης της τεχνολογίας. Σε συνδυασμό η εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης και της τεχνολογίας επιτρέπουν την χρήση των ρομποτικών συστημάτων στην υγεία με στόχο την βέλτιστη αποκατάσταση του ατόμου και την επανένταξη του στην κοινωνία και στον τρόπο ζωής του.

Σκοπός: Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθούν και να κατανοηθούν οι βλάβες που μπορεί να προκληθούν στο νωτιαίο μυελό και να αξιολογηθεί η χρήση των ρομποτικών συστημάτων στην υγεία και στην καθημερινότητα του ατόμου και γενικότερα τα οφέλη της ρομποτικής στο κλάδο της υγείας.

Μεθοδολογία: Για την ανάλυση πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σε ελληνική και ξένη επιστημονική βιβλιογραφία καθώς και σε έγκυρες διαδικτυακές πηγές.

Αποτελέσματα: Σύμφωνα με τις εξελίξεις και τις σύγχρονες προσεγγίσεις στις βλάβες του νωτιαίου μυελού, κύριος στόχος είναι η όσο το δυνατόν πληρέστερη αποκατάσταση του ατόμου και η λειτουργικότητα του. Για την επίτευξη αυτού του στόχου ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο κατέχει η ρομποτική και η εφαρμογή της στην υγεία. Καθώς από μελέτες που αναλύονται στην παρούσα εργασία έχει αναδειχθεί πως η χρήση τέτοιων συστημάτων στην αποκατάσταση του ατόμου έχει καλύτερα αποτελέσματα από την μη χρήση τους στην αποκατάσταση.

Λέξεις κλειδιά: κακώσεις νωτιαίου μυελού, ρομποτικά συστήματα, αυτοάνοσα νοσήματα, παραλύσεις

ABSTRAC

Introduction: One of the most important systems of the human body is the nervous system. Because it is good and proper functioning affects all the functional abilities of the organism. The following literature review investigates spinal cord injuries, their severity and causes as well as the treatment and management of these injuries through the use of technology. In combination, the development of medical science and technology allow the use of robotic systems in health with the aim of optimal rehabilitation of the individual and his reintegration into society and his way of life.

Purpose: The aim of this study is to investigate and understand the damage that can be caused to the spinal cord and to evaluate the use of robotic systems in the health and daily life of the individual and in general the benefits of robotics in the health sector.

Methodology: For the analysis, a bibliographic review was carried out in Greek and foreign scientific literature as well as in valid online sources.

Results: According to the developments and modern approaches to spinal cord injuries, the main goal is the most complete rehabilitation of the person and their functionality. To achieve this goal, robotics and its application to health play a particularly important role. As studies analyzed in this work have shown that the use of such systems in the rehabilitation of the individual has better results than not using them in the rehabilitation.

Key words: spinal cord injuries, robotic systems, autoimmune diseases, paralysis

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

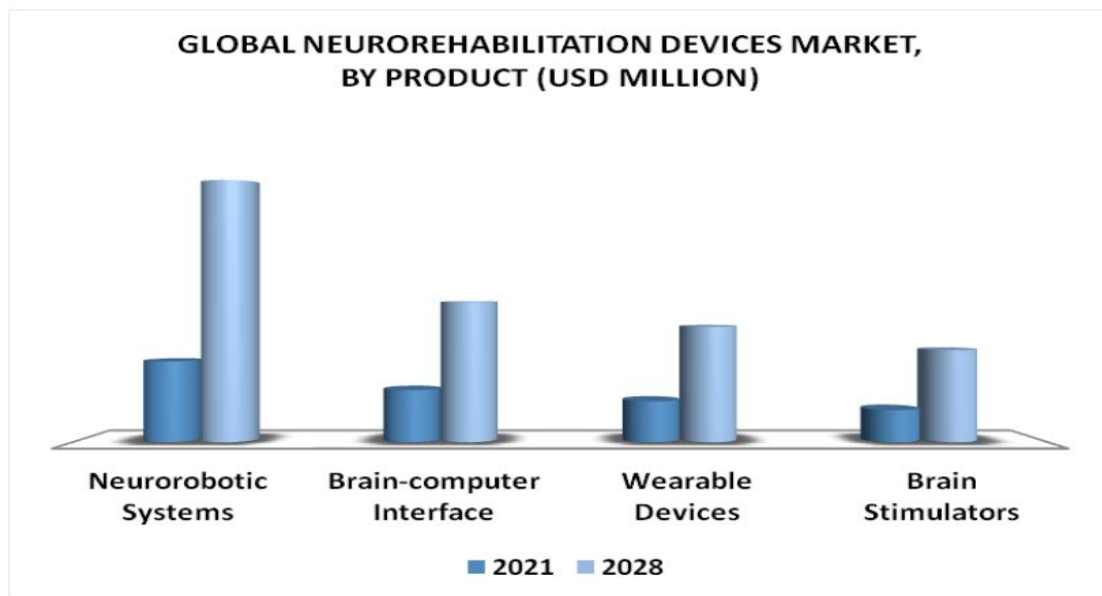
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRAC	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° - ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ	11
1.1 Ανατομία Νευρικού Συστήματος	11
1.2 Κύτταρα του Νευρικού Συστήματος	13
1.3 Φυσιολογία και Λειτουργία του Νευρικού Συστήματος	16
1.4 Δομή και Ανατομία του Νωτιαίου Μυελού	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο – ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ	18
2.1 Παθήσεις που προσβάλλουν το Νωτιαίο Μυελό	18
2.2 Κακώσεις του Νωτιαίου Μυελού και ταξινόμηση αυτών ανάλογα με τη βαρύτητα	20
2.3 Αίτια και Συμπτώματα Κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού	25
2.4 Επιπτώσεις της Κάκωσης Νωτιαίου Μυελού στα επιμέρους συστήματα του οργανισμού και επιδημιολογικά στοιχεία	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° - Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	30
3.1 Ορισμός ρομποτικών συστημάτων	30
3.2 Ρομποτικά συστήματα στην ιατρική	30
3.3 Ταξινόμηση Ρομποτικών συστημάτων Αποκατάστασης	31
3.4 Ρομποτικά συστήματα άνω άκρων	32
3.5 Ρομποτικά συστήματα κάτω άκρων	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° – Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	38
4.1 Η ρομποτική στις επιστήμες υγείας και στην αποκατάσταση του ατόμου	38
4.2 Προϋποθέσεις χρήσης των ρομποτικών μέσων στη αποκατάσταση των ασθενών	39
4.3 Αποτελεσματικότητα χρήσης των ρομποτικών μέσων στη θεραπεία της αποκατάστασης	39
4.4 Ποιότητα ζωής ατόμων με αναπηρία και χρήση ρομποτικών συστημάτων ή πρόσθετων μελών στην καθημερινότητα τους	40
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	43
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΕΣ	44
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	45
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ	52

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε χρόνο, εκτιμάται πως εμφανίζονται περίπου 250.000 – 500.000 νέες περιπτώσεις ασθενών με παράλυση ή μειωμένη κινητικότητα οφειλόμενη σε βλάβες του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) που περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, ενώ ο επιπολασμός του φαινομένου εκτιμάται πως αγγίζει τις 1.300 περιπτώσεις ανά εκατομμύριο πληθυσμού παγκοσμίως. (Anjum, 2020) Οι βλάβες αυτές μπορεί να προκληθούν από διάφορες αιτίες στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι τραυματισμοί στο νωτιαίο μυελό, νευροεκφυλιστικές ασθένειες όπως η νόσος του Parkinson καθώς και απομυελινωτικές νόσοι, όπως είναι για παράδειγμα η πολλαπλή σκλήρυνση. Αποτέλεσμα της βλάβης στο ΚΝΣ είναι η διατάραξη της νευρικής λειτουργίας, η οποία είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά μηνυμάτων μεταξύ του εγκεφάλου και του υπολοίπου σώματος, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις αισθητικές, κινητικές και αυτόνομες λειτουργίες των ασθενών και χαμηλώνοντας την ποιότητα ζωής τους. (Brian S. Armour PhD, Elizabeth A. Courtney-Long MA, MSPH, Michael H. Fox ScD, Heidi Fredine MPH, and Anthony Cahill PhD, 2016)

Η θεαματική πρόοδος στον τομέα της ρομποτικής τα τελευταία χρόνια καθώς και η ανακάλυψη νέων γνώσεων στον τομέα της νευροφυσιολογίας έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για τη νευροαποκατάσταση ασθενών με παράλυση, την ανάκτηση δηλαδή της κινητικής ικανότητας και λειτουργίας με στόχο την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Η εξέλιξη των υποστηρικτών τεχνολογιών και ρομποτικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση ασθενών με παράλυση είναι ραγδαία και η χρήση τους στα προγράμματα αποκατάστασης αυξάνεται συνεχώς, ενώ παράλληλα αναμένεται ο υπερδιπλασιασμός των πωλήσεών τους τα αμέσως επόμενα έτη (εικόνα 1). Στις τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνονται τα συστήματα διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή, η διακρανιακή μαγνητική διέγερση όπως επίσης και οι κλασικές ρομποτικές συσκευές στις οποίες ανήκουν οι μαλακές φορητές ρομποτικές συσκευές, όπου είναι συσκευές κατασκευασμένες από εύκαμπτα υλικά ώστε να ταιριάζουν στα χαρακτηριστικά του δέρματος αλλά και στις ανάγκες του χρήστη και τέλος υπάρχουν και οι ορθώσεις. (Nizamis, 2021)

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη του οφέλους των ρομποτικών συσκευών στη νευροαποκατάσταση ασθενών με παράλυση του νωτιαίου μυελού και του ΚΝΣ μέσα από την παρουσίαση και περιγραφή των διαφόρων ειδών συσκευών καθώς και η χρησιμότητά τους σε κάθε μία από τις νόσους που προκαλούν νευρολογικές βλάβες και απώλεια κινητικότητας.



Εικόνα 1- Πρόβλεψη για την αύξηση των συσκευών νευροαποκατάστασης από το 2021 έως το 2028 (Web1, 2022)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ

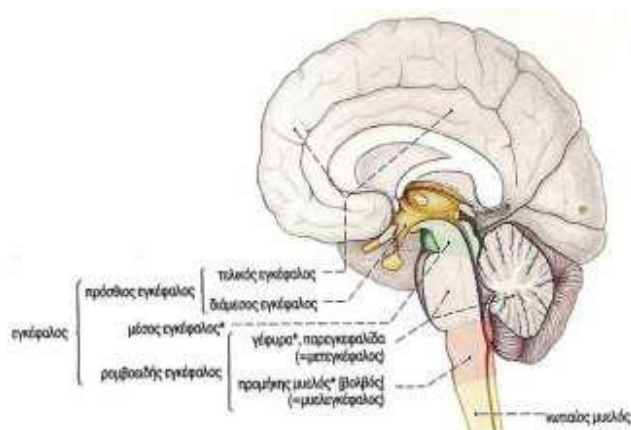
1.1 Ανατομία Νευρικού Συστήματος

Το Νευρικό Σύστημα (ΝΣ) είναι το σύστημα εκείνο το οποίο ελέγχει και συντονίζει τη λειτουργία όλων των οργάνων του ανθρωπίνου σώματος καθώς επίσης και τη μεταξύ τους επικοινωνία και συνεργασία για την εκτέλεση των λειτουργιών με σκοπό τη διατήρηση της ζωής. Σύμφωνα με την ιατρική βιβλιογραφία το ΝΣ είναι ένα αρκετά οργανωμένο και πολυσύνθετο σύστημα επικοινωνίας το οποίο δίνει τη δυνατότητα στο ανθρώπινο σώμα να αντιδρά στα ερεθίσματα που λαμβάνει από το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον του. Το ΝΣ διακρίνεται σε Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ) όπου με τη σειρά τους το ΚΝΣ αποτελείται από τον Εγκέφαλο και το Νωτιαίο μυελό και ΠΝΣ αποτελείται από το Σωματικό Νευρικό Σύστημα (ΣΝΣ) και Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα (ΑΝΣ). (Moore K.L, 2012) (Πλέσσας Σ., 2010) (Kahle W., 2010) (Barret K.E., 2011)

Το ΚΝΣ:

Το ΚΝΣ, είναι ένα σύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για πολλές από τις λειτουργίες του οργανισμού. Αποτελείται από τον εγκέφαλο και το ΝΜ τα οποία προστατεύονται στο εσωτερικό του από τις μήνιγγες που τα περιβάλλουν και από το Εγκεφαλονωτιαίο Υγρό (ΕΝΥ).

- Ο εγκέφαλος, χαρακτηρίζεται το σπουδαιότερο όργανο του οργανισμού καθώς ελέγχει περιοχές που ορίζουν την κίνηση, τις αισθητικές αισθήσεις, δηλαδή την αφή, την όσφρηση, τις συνειρμικές περιοχές, δηλαδή όλες τις πνευματικές λειτουργίες όπως μνήμη, η αιτιολόγηση, η έκφραση μέσω του λόγου, η κρίση, τα συναισθήματα. Αποτελεί μία μάζα νευρικού ιστού η οποία είναι αρκετά μαλακή η οποία βρίσκεται στο κρανίο. Αποτελείται από το εγκεφαλικό στέλεχος, τον πρόσθιο εγκέφαλο και την παρεγκεφαλίδα. Αιματώνεται μέσω δύο σπονδυλικών αρτηριών οι οποίες συνδέονται στον αρτηριακό κύκλο του Willis και των δύο έσω καρωτίδων.
- Ο ΝΜ είναι μια λεπτή σωληνοειδής δέσμη νευρικών κυττάρων όπου εκτείνεται από τον εγκέφαλο και βρίσκεται από τον τράχηλο έως την ιππουρίδα, κατά μήκος στο εσωτερικό της σπονδυλικής στήλης και αποτελεί βασική μονάδα του ΚΝΣ. Προστατεύεται από τα οστά της σπονδυλικής στήλης. (Πλέσσας Σ., 2010) (Kahle W., 2010)



Εικόνα 2- Τμήματα του εγκεφάλου (Web2, 2022)

Το ΠΣ:

Το ΠΝΣ, αποτελείται από νωτιαία νεύρα, εγκεφαλικά νεύρα και τα γαγγλία τους. Τα εγκεφαλικά νεύρα βρίσκονται στο στέλεχος και είναι είτε κινητικά είτε αισθητικά. Τα νεύρα περιέχουν νευρικές ίνες που μεταφέρουν τα ερεθίσματα που δέχεται το άτομο. Είναι χρήσιμα για την όσφρηση, τη κίνηση των οφθαλμών, την νευρώση τραπεζοειδούς και στερνοκλειδομαστοειδή μυ καθώς και στην αισθητικότητα γλώσσας και προσώπου. (Barret K.E., 2011)

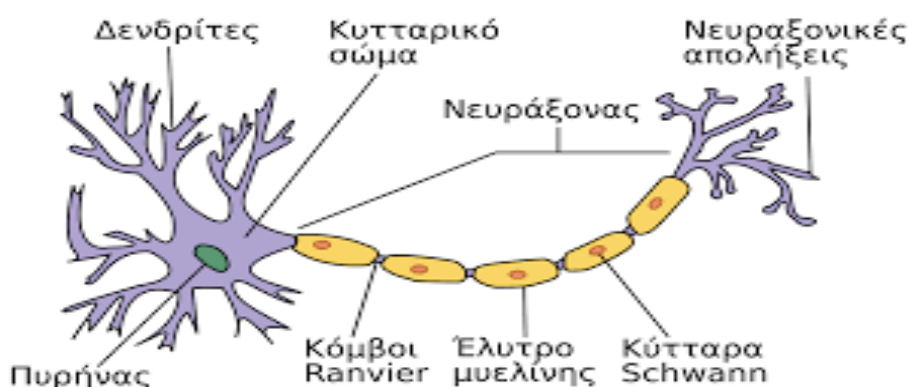
Τα νωτιαία νεύρα ταξινομούνται σε δώδεκα θωρακικά, οκτώ αυχενικά, πέντε ιερά, πέντε οσφυϊκά και ένα κοκκυγικό. Το ΠΣ διακρίνεται στο ΑΝΣ και στο ΣΝΣ: (Πλέσσας Σ., 2010) (Kahle W., 2010) (Martin S.T., 2015) (Drake R.L, 2007)

- Το ΑΝΣ, έχει την αρμοδιότητα της ομοιοστάσης του εσωτερικού περιβάλλοντος μέσω της ρύθμισης των λειτουργιών των οργάνων. Επιπλέον νευρώνει το σύνολο των οργάνων εκτός των σκελετικών μυών οι οποίοι νευρώνονται από το ΚΝΣ. Επίσης το ΑΝΣ έχει την ιδιότητα να ρυθμίζει σπλαχνικές λειτουργίες. Διακρίνεται σε συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα τα οποία μεταξύ τους έχουν ανταγωνιστική δράση. Το συμπαθητικό ενεργοποιείται σε αγχώδεις καταστάσεις ενώ το παρασυμπαθητικό ενεργοποιείται σε καταστάσεις χωρίς ένταση. Δηλαδή το συμπαθητικό προκαλεί αύξηση του καρδιακού ρυθμού ενώ το παρασυμπαθητικό προκαλεί μείωση του καρδιακού ρυθμού. (Στεργίου., 2012) (Corry., 2007)
- Το ΣΝΣ, έχει την ιδιότητα να λειτουργεί εκούσια με τη συμμετοχή του εγκεφάλου. Επιπρόσθετα είναι υπεύθυνο για την πραγματοποίηση των καθημερινών αναγκών του οργανισμού. Τέλος ελέγχει τις κινήσεις των μυών του σκελετού.

Οι νευρώνες είναι κύτταρα που έχουν τη δυνατότητα στην επεξεργασία, υποδοχή, αποθήκευση και μεταβίβαση καθώς και στην ανάκληση των πληροφοριών. Μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά διαφέρουν ανατομικά μεταξύ τους ανάλογα με το σημείο όπου βρίσκονται και ποια λειτουργία εκτελούν. Επίσης να επιδρούν σε χημικά και φυσικά ερεθίσματα, να απελευθερώνουν χημικές ουσίες και να μεταφέρουν ηλεκτροχημικές ώσεις. Οι νευρώνες του ΝΜ είναι υπεύθυνοι για τα λεγόμενα αντανακλαστικά του οργανισμού, τα οποία αποτελούν ακούσιες μυϊκές αντιδράσεις οι οποίες προκαλούνται ως απάντηση σε διάφορα ερεθίσματα.

Αναλυτικά παρουσιάζονται τα μέρη ενός νευρώνα όπου αποτελείται από 4 μέρη:. (Πλέσσας Σ., 2010) (Nichols-Larsen D.S., 2017)

- Το περικάρυο ή κυτταρικό σώμα, όπου γίνεται η μεταβίβαση των ώσεων, πραγματοποιείται η σύνθεση πρωτεϊνών καθώς γίνονται και οι διαδικασίες επιδιόρθωσης των κυττάρων.
- Τους δενδρίτες, οι οποίοι έχουν την ευθύνη να λαμβάνουν τις νευρικές ώσεις
- Τον νευράξονα, η ευθύνη του οποίου είναι ν' άγει την νευρική ώση είτε σε μυϊκά είτε σε νευρικά κύτταρα
- Τα τελικά κλωνία ή νευρικές απολήξεις, όπου βρίσκονται εκεί που τελειώνει ο νευράξωνας και χρειάζονται για τη μεταφορά των πληροφοριών.



Εικόνα 5- Νευρώνας (E-books-Edu, 2022)

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω οι νευρώνες διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα τον αριθμό τους, τη θέση αλλά και τη διαδικασία στην οποία εκτελούν μέσα στο ΝΣ.

Αναλυτικά ταξινομούνται: (Πλέσσας Σ., 2010)_(Ι., 2003)

- Ταξινόμηση Νευρώνων ανάλογα με τη λειτουργία που εκτελούν:

- Αισθητικοί νευρώνες μεταφέρουν προς τον εγκέφαλο και το ΝΜ τα ερεθίσματα και τις πληροφορίες που λαμβάνουν από το εξωτερικό περιβάλλον
- Κινητικοί νευρώνες μεταφέρουν από τον εγκέφαλο και το ΝΜ πληροφορίες και ερεθίσματα ως απάντηση σε αυτά που έχουν δεχθεί από το εξωτερικό περιβάλλον. Διακρίνονται σε σωματικούς κινητικούς νευρώνες όπου η πληροφορία φτάνει στους σκελετικούς μυς και σε σπλαχνικούς ή αυτόνομους κινητικούς νευρώνες όπου η πληροφορία φτάνει στους λείους μυς τον καρδιακό μυ και τους αδένες.
- Διάμεσοι νευρώνες είναι υπεύθυνοι για την μεταφορά των νευρικών ώσεων μεταξύ ενός κινητικού και ενός αισθητικού νευρώνα.
- Ανάλογα με το αριθμητικό μέγεθος των αποφυάδων τους και το σχήμα τους:
 - Πολύπολοι νευρώνες οι οποίοι βρίσκονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα και συχνά είναι νευρώνες κινητικού τύπου
 - Ψευδομονόπολοι νευρώνες ή μονόπολοι οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στα νωτιαία γάγγλια και όλοι τους αποτελούν αισθητικοί νευρώνες. Δίπολοι νευρώνες, οι οποίοι βρίσκονται στον οσφρητικό βλεννογόνο, στον αμφιβληστροειδή, στα αισθητικά γάγγλια του κοχλιακού και αιθουσαίου νεύρου.
- Ανάλογα την θέση εντόπισή τους:
 - Ανώτερος κινητικός νευρώνας ο οποίος ελέγχει το σύνολο των ενεργειών των κατώτερων κινητικών νευρώνων και είναι τοποθετημένος ολόκληρος στο ΚΝΣ.
 - Κατώτερος κινητικός νευρώνας ο οποίος ορίζεται ως ο περιφερικός νευρώνας όπου η αρχή του βρίσκεται στο πρόσθιο κέρασ της φαιάς ουσίας του Νωτιαίου Μυελού και νευρώνει σε τελικό στάδιο τον μυ.

Νευρογλοιακά Κύτταρα

Τα νευρογλοιακά κύτταρα είναι μη νευρικά κύτταρα όπου αποτελούν δομικό συμπλήρωμα του νευρώνα παρέχοντας του στήριξη και προστασία και για αυτό διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη πορεία ενός φυσιολογικού, σωστού μικροπεριβάλλοντος, με σκοπό οι νευρώνες να έχουν ορθή λειτουργία. Τα νευρογλοιακά κύτταρα σύμφωνα με την ιατρική βιβλιογραφία διακρίνονται σε νευρογλοιακά κύτταρα του Περιφερικού Νευρικού Συστήματος (ΠΝΣ) και σε εκείνα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ). Επιπλέον σχηματίζουν το ήμισυ της συνολική του μάζας του ΚΝΣ. (Snell R., 1995)

Πιο αναλυτικά τα νευρογλοιακά κύτταρα διακρίνονται σε 4 κατηγορίες: (Πλέσσας Σ., 2010) (Nichols-Larsen D.S., 2017) (Πανουτσόπουλος, 2020)

- Στα αστροκύτταρα, τα οποία έχουν αστεροειδές σχήμα, καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των νευρώνων και είναι στηρικτικά κύτταρα του νευρικού συστήματος και ο ρόλος τους είναι ο σχηματισμός αιματοεγκεφαλικού φραγμού
- Στα ολιγοδενδροκύτταρα, όπου αυτά τα κύτταρα συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση μυελίνης
- Στα επενδυματικά κύτταρα όπου παράγουν εγκεφαλονωτιαίο υγρό ΕΝΥ και τέλος
- Στα μικρογλοιακά κύτταρα, όπου είναι εξειδικευμένα ανοσοκύτταρα του ΚΝΣ. Σε τελικό στάδιο, τα μικρογλοιακά κύτταρα έχουν την δυνατότητα φαγοκυττάρωσης του ιστού του εγκεφάλου όταν αυτός φλεγμαίνει ή εκφυλίζεται.

1.3 Φυσιολογία και Λειτουργία του Νευρικού Συστήματος

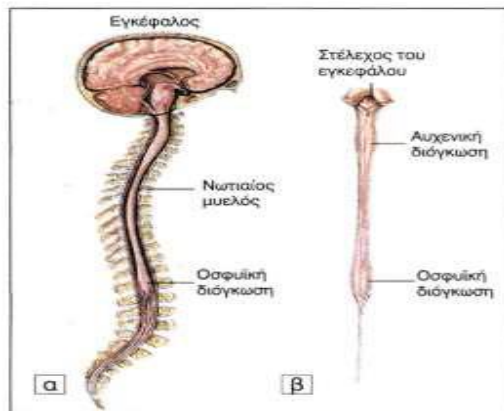
Οι λειτουργίες του ΝΣ είναι βασικές για τη λειτουργικότητα του ατόμου στην ομαλή καθημερινότητα του. Όπως περιγράφονται παρακάτω αυτές είναι: (Pearson, n.d.) (Mc Stephen, 2002) (Βαρσαμίδα, 2001)

- Να δέχεται και να επεξεργάζεται από το εξωτερικό περιβάλλον γύρω του αισθητηριακές πληροφορίες
- Να επεξεργάζεται μέσω του ΚΝΣ και ειδικότερα του εγκεφάλου τις πληροφορίες αυτές που λαμβάνει από το εξωτερικό του περιβάλλον
- Να ανταποκρίνεται στις πληροφορίες και τα ερεθίσματα που δέχεται από το εξωτερικό περιβάλλον γύρω του

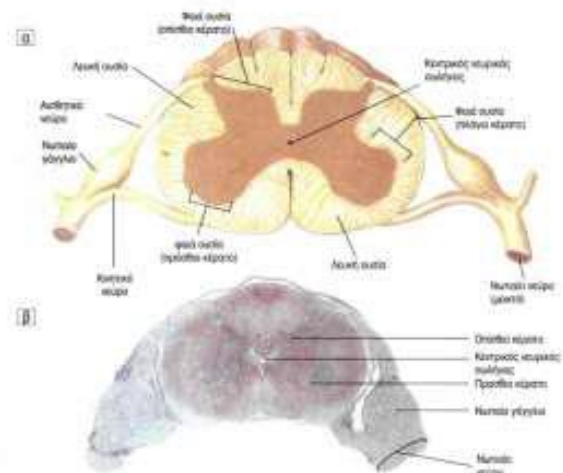
1.4 Δομή και Ανατομία του Νωτιαίου Μυελού

Ο νωτιαίος μυελός αποτελεί τη συνέχεια του προμήκη από τον εγκέφαλο και συγκεκριμένα τον τράχηλο προς τα κάτω μέχρι την ιππουρίδα σύμφωνα με την εικόνα 6. Βρίσκεται μέσα στο κεντρικό τμήμα του σπονδυλικού σωλήνα όπου τροφοδοτείται με αίμα από τις μεσοπλεύριες, οσφυϊκές και σπονδυλικές αρτηρίες ενώ περιβάλλεται από το ΕΝΥ και τέλος παροχετεύει το αίμα από τις νωτιαίες φλέβες. (Martin S.T., 2015) (Kahle W., 2010) (Μπάκας Ε., 2012) Το σχήμα και το μέγεθος του Νωτιαίου Μυελού ποικίλει σε όλη την επιφάνειά του και εξαρτάται από το αν τα εξερχόμενα κινητικά νεύρα νευρώνουν τον κορμό ή τα άκρα (Μπάκας Ε., 2012) (Martin S.T., 2015) (Kahle W., 2010) Αποτελείται απο:

- Τη φαιά ουσία, η οποία αποτελείται από νευρικά κύτταρα, νευρικές ίνες και νευρογλοιακά κύτταρα και έχει σχήμα Η, σύμφωνα με την εικόνα 7.
- Τη λευκή ουσία, οποία περιβάλλει τη φαιά ουσία και αποτελείται από νευρικές ίνες και νευρογλοία



Εικόνα 6- Νωτιαίος Μυελός (E-books-Edu, 2022)



Εικόνα 7- Εσωτερικό Νωτιαίου Μυελού (E-books-Edu, 2022)

Λειτουργίες του Νωτιαίου Μυελού: (Λαζαρίδης, 2001)

- Σαν αντανakλαστικό κέντρο. Αντανakλαστικό ονομάζεται η ακούσια αυτόματη απάντηση του νευρικού συστήματος σε κάποιο ερέθισμα.
- Σαν νευρική οδός, η οποία συνδέει κεντρομόλα και φυγόκεντρα ολόκληρο σχεδόν το σώμα με τον εγκέφαλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο – ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

2.1 Παθήσεις που προσβάλλουν το Νωτιαίο Μυελό

Ο ΝΜ προσβάλλεται από λοιμώξεις ή νοσήματα ή μπορεί να προκληθεί και κάκωση η οποία να επηρεάσει τη λειτουργικότητα του ΚΝΣ και γενικότερα του οργανισμού του ατόμου. Παρακάτω αναφέρονται οι ποικίλες παθήσεις οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στο ΝΜ όπως :

- Αυτοάνοσα Νοσήματα. Κάποιες διαταραχές είναι γνωστές να προκαλούν βλάβες στο νωτιαίο μυελό εκ των οποίων είναι:
 - ο Η Σκλήρυνση κατά Πλάκας (ΣΚΠ) ή πολλαπλή σκλήρυνση, πρόκειται για ένα αυτοάνοσο νόσημα το οποίο προσβάλλει τον εγκέφαλο και το ΝΜ. Πρόκειται για μια νόσο η οποία εμφανίζεται κυρίως σε άτομα ηλικίας 20-40 ετών, κυρίως σε γυναίκες με αναλογία 3:1 και δεν θεωρείται κληρονομική. Ο μηχανισμός της λειτουργίας της νόσου είναι να δρα στη μυελίνη και να την καταστρέφει προκαλώντας προβλήματα του εγκεφάλου με τα υπόλοιπα όργανα. Δηλαδή τα μηνύματα που δέχεται ο εγκέφαλος από το εξωτερικό περιβάλλον καθιστούν δύσκολη τη μετάδοση στα υπόλοιπα συστήματα καταστροφής της μυελίνης. Οι βλάβες που προκαλούνται από τη νόσο μπορεί να είναι μόνιμες ή να ανακτούνται σε κάποιο βαθμό. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει θεραπεία της νόσου, όμως οι υπάρχουσες θεραπευτικές αγωγές που υπάρχουν μπορούν να επηρεάσουν περιορίσουν τα συμπτώματα αλλά και την πορεία της εξέλιξης της νόσου. (Wolfgang Bigenzahn, 1999)
 - ο Συστηματικός Ερυθηματώδης Λύκος (ΣΕΛ), πρόκειται για άλλο ένα νόσημα το οποίο προσβάλλει το ΚΝΣ. Εμφανίζεται κατά μέσο όρο σε ηλικία 15-44 έτη, κυρίως σε γυναίκες σε ποσοστό 90%. Η φαρμακευτική αγωγή για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων γίνεται εξατομικευμένα σε κάθε άτομο αφού αναλυθούν τα οφέλη και τα μειονεκτήματα της κάθε αγωγής. Ο μηχανισμός της νόσου είναι ο ίδιος ο οργανισμός επιτίθεται λανθασμένα σε δικά του όργανα και ιστούς και πρωτοεμφανίζεται όταν είναι εξασθετισμένο το ανοσοποιητικό σύστημα του ατόμου. Ονομάζεται Συστηματικός γιατί επηρεάζει και τα υπόλοιπα συστήματα του οργανισμού όπως τις αρθρώσεις, το δέρμα, τα αγγεία, τα κύτταρα του αίματος και άλλα εσωτερικά όργανα (τον εγκέφαλο, το νευρικό σύστημα, την καρδιά και τους πνεύμονες).

Υπάρχουν 4 διαφορετικές κατηγορίες αυτής της νόσου:

- Ο Συστηματικός Ερυθηματώδης Λύκος (ΣΕΛ): όπου αποτελεί την πιο κοινή μορφή εμφάνισης της νόσου
- Ο Δερματικός Ερυθηματώδης Λύκος: όπου η εμφάνιση των συμπτωμάτων περιορίζεται στο Δέρμα
- Ο Φαρμακευτικός Λύκος: όπου προκαλείται από τη χρήση συγκεκριμένων φαρμάκων τα οποία είναι η Ιδραλαζίνη, η Προκαϊναμίδη, η Ισονιαζίδη. Η λήψη αυτών δεν συνεπάγεται και η αυτόματη εμφάνιση της νόσου απλά είναι σύνηθες μετά από μακροχρόνια χρήση αυτών να εμφανίζονται συμπτώματα τα οποία προσομοιάζουν τον ΣΕΛ αλλά με τη διακοπή αυτών των φαρμάκων και την πάροδο 6 μηνών, τα συμπτώματα αυτά συνήθως εξαλείφονται.
- Λύκος των Νεογνών – Νεογνικός Ερυθηματώδης Λύκος (ΝΕΛ): πρόκειται για μια σπάνια νόσο στην οποία συνήθως προσβάλλονται τα νεογνά των πασχόντων γυναικών. Τα συμπτώματα όμως των νεογνών εξαφανίζονται μετά τη γέννηση τους σε διάστημα 6 μηνών. (Emily C. Somers, 2013)
- ο Σύνδρομο Sjogren: είναι μια πάθηση η οποία εμφανίζει συμπτώματα όπως ξηροστομία και ξηροφθαλμία. Συνοδεύει συνήθως άλλες διαταραχές του συστήματος όπως ο λύκος και η ρευματοειδής αρθρίτιδα. (M G Humphreys-Beher, 1993)
- Λοιμώξεις: Ως λοίμωξη ορίζεται η κατάσταση όταν ένας μικροοργανισμός βρίσκεται σε ένα σημείο του οργανισμού όπου φυσιολογικά δεν έπρεπε να υπάρχει και η ανάπτυξη του δημιουργεί τοξικότητα και φλεγμονή όπου γίνεται αντιληπτή με την εμφάνιση διαφορών κλινικών συμπτωμάτων. Κύριο μέλημα είναι η άμεση αντιμετώπιση του με αντιβιοτική θεραπευτική αγωγή ανάλογα με το είδος της λοίμωξης και σε σοβαρές περιπτώσεις απαιτείται χειρουργική επέμβαση για την αντιμετώπιση ή τον περιορισμό της βλάβης. Η διάγνωση των λοιμώξεων πραγματοποιείται με αξονική/μαγνητική τομογραφία, οσφυονωτιαία παρακέντηση (ΟΝΠ) ή ειδικές ορολογικές εξετάσεις σε κάποιες περιπτώσεις. (Μυλωνάς Ι., 2016)
 - ο Ιογενείς Λοιμώξεις: τέτοιες μπορεί να είναι όπως ο ιός τύπου Ι ή έρπητα (HSV1), ο HSV2 οι οποίοι αν προσβάλλουν τον εγκέφαλο προκαλούν εγκεφαλίτιδες και πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα.
 - ο Μικροβιακές Λοιμώξεις: εδώ αναφερόμαστε στις λοιμώξεις των μηνιγγών του εγκεφάλου και τα συνήθη μικρόβια είναι ο στρεπτόκοκκος, ο πνευμονιόκοκκος (μηνιγγιτιδόκοκκος), αιμόφιλος και σπανιότερα η λιστέρια, η Escherichia Coli (E.Coli) και άλλα.

- ο Παρασιτικές λοιμώξεις, σήμερα οι λοιμώξεις από παράσιτα είναι σπάνιες όμως εξακολουθούν να υφίστανται. Η προσβολή μπορεί να είναι από εχينوκοκκίαση ή κυστικέρκωση, που οφείλονται σε έλλειψη ατομικής υγιεινής ή μη επαρκής καθαριότητας τροφίμων.
- ο Μυκητιασικές λοιμώξεις: σε αυτή την κατηγορία έχουμε λοιμώξεις του ΚΝΣ από μύκητες όπως *Candida albicans*, ο ασπέργιλλος και ο κρυπτόκοκκος.
- ο Εγκάρσια Μυελίτιδα: οφείλεται φλεγμονή του ΝΜ, με αποτέλεσμα να μην γίνεται η μεταφορά των πληροφοριών που λαμβάνει το άτομο από το ΚΝΣ στα υπόλοιπα συστήματα του οργανισμού. Υπάρχουν αρκετά που ενοχοποιούν την εμφάνιση της εγκάρσιας μυελίτιδας όμως δεν έχει εξακριβωθεί το ακριβές αίτιο. Μία οικογένεια ιών που γίνεται συχνά η ενοχοποίησή τους είναι ο ιός της ανεμευλογίας- έρπητα ζωστήρα, οι ερπητοϊοί, ιός του απλού έρπητα, ο ιός Ζίκα, ο κυτταρομεγαλοϊός, η ιλαρά, ο ιός του Δυτικού Νείλου, ο ιός της ηπατίτιδας Β, η ερυθρά ιλαρά και η παρωτίτιδα, καθώς και ο ιός του Epstein-Barr. Μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε ηλικία, φύλο ή φυλή. Δεν υπάρχει θεραπεία, αλλά η θεραπευτική αγωγή χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων.
- Κάκωση του ΝΜ: όπου αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό των βλαβών του ΝΜ. Παρακάτω θα αναλυθεί εκτενέστερα στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αυτή η κατηγορία.

2.2 Κακώσεις του Νωτιαίου Μυελού και ταξινόμηση αυτών ανάλογα με τη βαρύτητα

Κάκωση του ΝΜ ορίζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), ως η βλάβη του ΝΜ σε οποιοδήποτε σημείο του από τον τράχηλο έως την ιππουρίδα, η οποία μπορεί να προκαλέσει μόνιμες ή προσωρινές αλλαγές επηρεάζοντας τη λειτουργικότητα αλλά και ολόκληρη τη μετέπειτα ζωή του ατόμου. (Bickenbach, 2013) Άλλος ένας ορισμός περιγράφει την κάκωση του ΝΜ ως το αποτέλεσμα τραυματισμού των δομών του τα οποία οδηγούν σε διαταραχές της φυσιολογικής αισθητικής, αυτονομικής ή κινητικής λειτουργίας, η οποία μπορεί να είναι είτε μόνιμη είτε προσωρινή. (Brigitte Wirth, 2008)

Για το λόγο αυτό οι βλάβες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την κατάσταση της βαρύτητας τους σε:

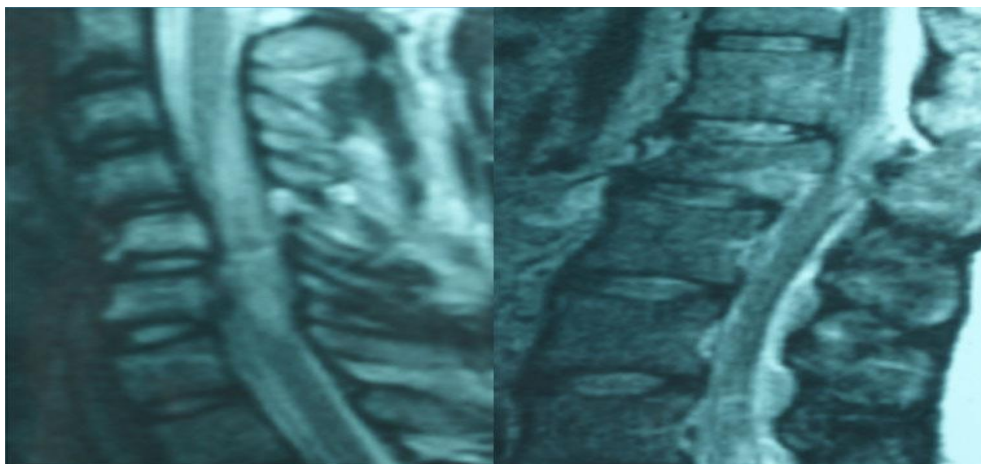
- Διάσειση, είναι η κατάσταση στην οποία οι αισθητηριακές αλλαγές που μπορεί να έχει το άτομο επανέρχονται σε φυσιολογικά επίπεδα λίγες ώρες μετά το τραυματικό γεγονός ή την ίαση της προϋπάρχουσας νόσου.

- Καταπληξία, σε αυτή την κατάσταση υπάρχει πλήρης πτώση των λειτουργιών του ΝΜ (η λειτουργία αισθητικότητας και κινητικότητας, η αντίδραση των αντανακλαστικών, η λειτουργία της ουροδόχου κύστης και του ορθού). Σε αυτή την κατάσταση τα συμπτώματα υποχωρούν σε ένα με δύο εικοσιτετράωρα.
- Θλάση - Κάκωση, είναι η κατάσταση υπάρχει πλήρης πτώση των λειτουργιών του ΝΜ (η λειτουργία αισθητικότητας και κινητικότητας, η αντίδραση των αντανακλαστικών, η λειτουργία της ουροδόχου κύστης και του ορθού). Τα συμπτώματα δεν επανέρχονται και πρέπει να εκπαιδευτεί ο ασθενής και να μπει σε πρόγραμμα αποκατάστασης.

Η κάκωση του ΝΜ μπορεί να είναι τραυματική ή μη τραυματική. Αυτό καθορίζεται από τον τρόπο και το αίτιο που θα προκαλέσει τη βλάβη, δηλαδή: (Bickenbach, 2013)

- Τραυματική βλάβη του ΝΜ αναφέρεται σε βλάβη από ατύχημα ή ατύχημα και γενικά βλάβη πάσης φύσεως που προκλήθηκε με κάκωση του ΝΜ. Σε αυτές τις περιπτώσεις περιλαμβάνονται τα τροχαία, τα ατυχήματα.
- Μη τραυματική βλάβη του ΝΜ είναι η κατάσταση όπου η βλάβη του δεν προκλήθηκε από κάποιο σοβαρό τραυματικό αίτιο αλλά από παθογένεια. Μπορεί να προκληθεί από λοιμώξεις, φλεγμονή, αρθρίτιδα, λοιμώδη νοσήματα ή και από την εμφάνιση όγκων.

Η κάκωση του ΝΜ μπορεί να οδηγήσει σε αναπηρία μακροχρόνιας διάρκειας με δραματικές συνέπειες για την ανθρώπινη ζωή, την καθημερινότητα, την υγεία των ατόμων που την υποφέρουν καθώς επίσης και στο ευρύτερο και άμεσο κοινωνικό τους περιβάλλον. (Swartz M., 2013)



Εικόνα 8 - Νευροαπεικόνιση κάκωσης ΝΜ (E-books-Edu, 2022)

Ταξινόμηση της ΚΝΜ:

Ανάλογα με το βαθμό και τη θέση της κάκωσης του ΝΜ ταξινομείται σε κατηγορίες ανάλογα με τη κάκωση του ΝΜ.

Οι κατηγορίες με βάση τη βαρύτητα της κάκωσης είναι:

- Τέλεια (πλήρης) κάκωση, όπου σε αυτή την κατηγορία το άτομο χάνει την ικανότητα αίσθησης και κίνησης από το σημείο τραυματισμού
- Ατελής κάκωση, όπου σε αυτή την κατηγορία το άτομο έχει μερική αισθητηριακή ή κινητική λειτουργία από το σημείο τραυματισμού και κάτω, στην οποία συμπεριλαμβάνεται η περιπρωκτική περιοχή (I4-I5)
- Τετραπληγία, όπου σε αυτή την κατηγορία επηρεάζονται από τον τραυματισμό του νωτιαίου μυελού τα άνω άκρα, ο κορμός, τα κάτω άκρα και τα πυελικά όργανα
- Παραπληγία, όπου σε αυτή την κατηγορία η παράλυση αυτή επηρεάζει ολόκληρο ή μέρος του κορμού, των ποδιών και των πυελικών οργάνων

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω για την ταξινόμηση του βαθμού της βλάβης χρησιμοποιείται η κλίμακα American Spinal Injury Association (ASIA) όπως παρουσιάζεται παρακάτω: (Basso, 2000)(Burns. et.al, 2012)

- A = Τέλεια: Το άτομο δεν διατηρεί καθόλου κινητικότητα ή αισθητηριακή λειτουργία στα ιερά τμήματα I4-05 της σπονδυλικής στήλης
- B = Ατελής: Το άτομο διατηρεί την αισθητηριακή λειτουργία αλλά όχι την κινητικότητα κάτω από το επίπεδο της βλάβης
- C = Ατελής: Το άτομο διατηρεί την κινητική του λειτουργία κάτω από το νευρολογικό επίπεδο, με κλίμακα κάτω του 3
- D = Ατελής: Το άτομο διατηρεί την κινητική του λειτουργία κάτω από το νευρολογικό επίπεδο
- E = Φυσιολογική: Το άτομο διατηρεί σε φυσιολογικά επίπεδα την κινητική και αισθητηριακή του λειτουργία

Όνομα ασθενή _____
 Όνομα εξεταστή _____ Ημερομηνία/Ωρα εξέτασης _____

ASIA AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION
ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΚΩΣΗΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ
ISCOS

ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
 ΚΥΡΙΟΙ ΜΥΕΣ
 (Βαθμολογία στην κλίμα αάβα)

Δ Α
 A5 ☐ ☐ Καμπτήρες αγκώνα
 A6 ☐ ☐ Εκτείνοντες τον καρπό
 A7 ☐ ☐ Εκτείνοντες τον αγκώνα
 A8 ☐ ☐ Εκτείνοντες τα δάκτυλα
 Θ1 ☐ ☐ Απαγωγόι δακτύλου (μεγάλο δακτύλο)
 ΣΥΝΟΛΟ ☐ + ☐ = ☐
 ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ (ΜΕΓΕΤΟ) (25) (25) (50)

Σχόλια:

Ο2 ☐ ☐ Καμπτήρες ισχίου
 Ο3 ☐ ☐ Εκτείνοντες το γόνατο
 Ο4 ☐ ☐ Ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής
 Ο5 ☐ ☐ Μακροί εκτείνοντες τα δάκτυλα
 Ι1 ☐ ☐ Πελματιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής
 ΣΥΝΟΛΟ ☐ + ☐ = ☐
 ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ (ΜΕΓΕΤΟ) (25) (25) (50)

ΕΛΑΦΡΑ ΑΦΗΣ ΝΥΓΜΟΣ
 Δ Α
 A2 ☐ ☐
 A3 ☐ ☐
 A4 ☐ ☐
 A5 ☐ ☐
 A6 ☐ ☐
 A7 ☐ ☐
 A8 ☐ ☐
 Θ1 ☐ ☐
 Θ2 ☐ ☐
 Θ3 ☐ ☐
 Θ4 ☐ ☐
 Θ5 ☐ ☐
 Θ6 ☐ ☐
 Θ7 ☐ ☐
 Θ8 ☐ ☐
 Θ9 ☐ ☐
 Θ10 ☐ ☐
 Θ11 ☐ ☐
 Θ12 ☐ ☐
 Ο1 ☐ ☐
 Ο2 ☐ ☐
 Ο3 ☐ ☐
 Ο4 ☐ ☐
 Ο5 ☐ ☐
 Ι1 ☐ ☐
 Ι2 ☐ ☐
 Ι3 ☐ ☐
 Ι4-5 ☐ ☐
 ΣΥΝΟΛΟ ☐ + ☐ = ☐
 (100) (100) (200) (200)

ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
 ΚΥΡΙΑ ΑΙΣΘΗΤΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ

0 = Απουσία
 1 = Ελλιπαστική
 2 = Φυσιολογική
 ΔΕ = Δεν εξετάζεται

Οπισθοποδο αίσθηση (Πα/Οα)
 ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΝΥΓΜΟΥ (μέγ. α 112)
 ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΕΛΑΦΡΑΣ ΑΦΗΣ (μέγ. α 112)

ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
 Το πιο ανώτερο τμήμα με φυσιολογική λειτουργία

ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Δ Α
 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Δ Α

ΤΕΛΕΙΑ Ή ΑΤΕΛΗΣ;
 Ατελής α Οπισθοποδο αίσθηση
 ή αίσθηση λειτουργία στο ΔΕ

ΚΑΙΜΑΚΑ ΕΛΑΙΜΜΑΤΟΣ ASIA

ΖΩΝΗ ΜΕΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ
 Ουκεία ένταση μηχανικής αντιστάσεως ταυτίζονται

ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Δ Α
 ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ Δ Α

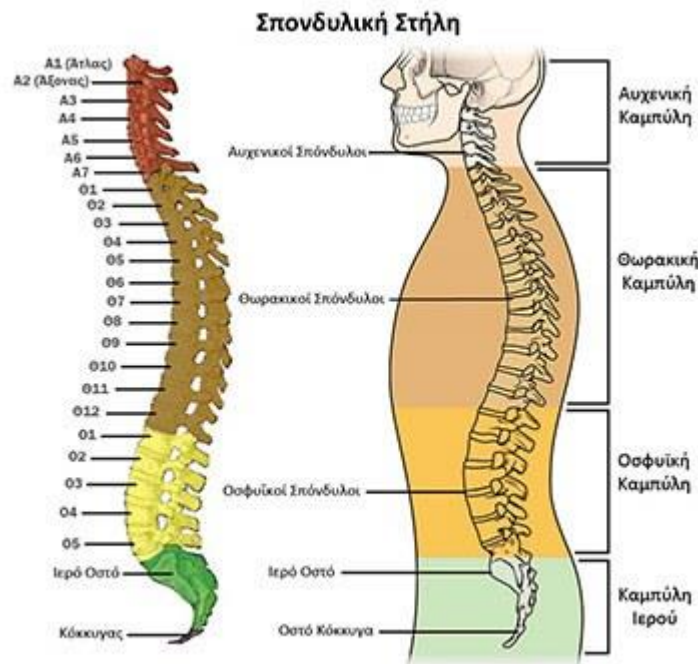
Αυτή η φόρμα μπορεί να αντιγραφεί ελεύθερα, αλλά δεν μπορεί να μεταβληθεί χωρίς την άδεια από την ένωση American Spinal Injury Association

EIKONA 1-8 American Spinal Injury Association (ASIA), πρότυπη νευρολογική ταξινόμηση της κάκωσης νωτιαίου μυελού. (Ευγενική παραχώρηση από American Spinal Injury Association, Atlanta, GA, 2006.)

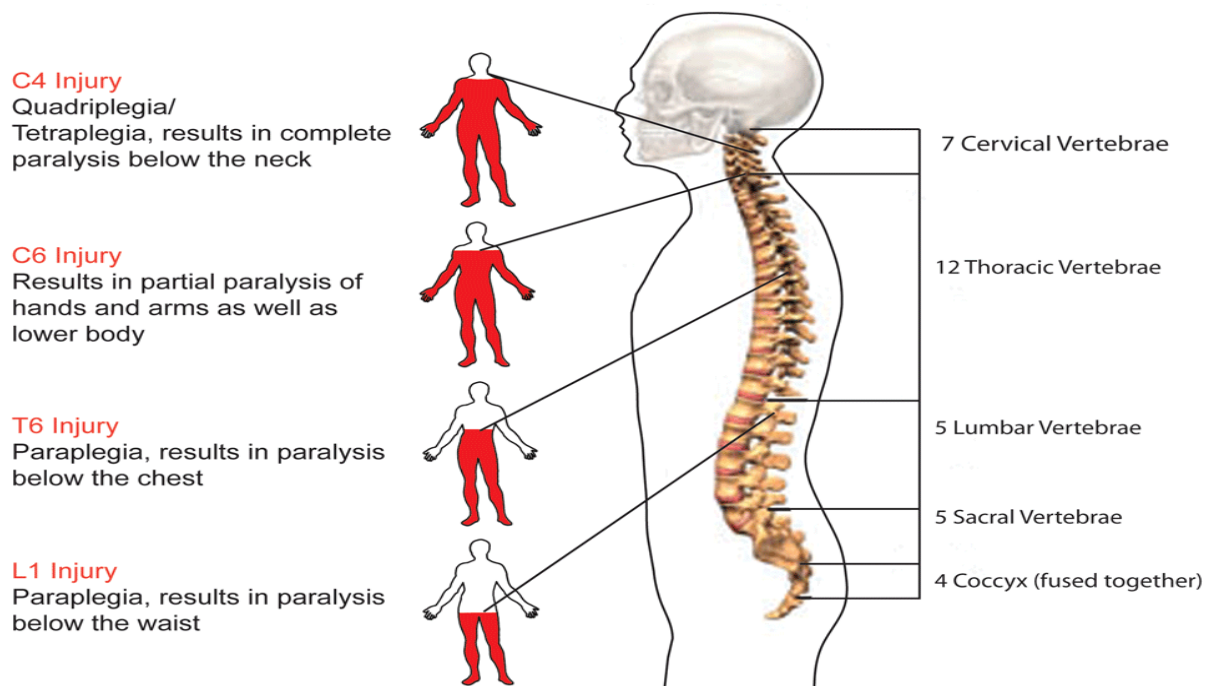
Εικόνα 9 - Απεικόνιση φόρμας ταξινόμησης KNM (Association, 2022)

Για την εξακρίβωση του επιπέδου της κάκωσης, γίνεται έλεγχος σε δέκα θεμελιώδεις μυϊκές ομάδες οι οποίες έχουν οριστεί από την American Spinal Injury Association (ASIA) και είναι οι παρακάτω: (Burns S., 2012)

- A5-Καμπτήρες του αγκώνα
- A6-Εκτείνοντες του καρπού
- A7-Εκτείνοντες του αγκώνα
- A8-Καμπτήρες των δαχτύλων
- Θ1-Απαγωγόι των δαχτύλων
- Ο2-Καμπτήρες του ισχίου
- Ο3-Εκτείνοντες του γόνατος
- Ο4-Ραχιαίοι καμπτήρες της ποδοκνημικής
- Ο5-Εκτείνοντες του μεγάλου δαχτύλου
- Ι1-Πελματιαίοι καμπτήρες της ποδοκνημικής



Εικόνα 10 - Απεικόνιση των μοιρών της σπονδυλικής στήλης του ΝΜ και πιθανή έκπτωση των λειτουργιών σε κάθε του σημείο ύστερα από βλάβη (Δαβανέλος, 2023)



Εικόνα 11 - Βλάβες του ΝΜ με βάση τη θέση της κάκωσης (Δαβανέλος, 2023)

2.3 Αίτια και Συμπτώματα Κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού

Μείζον πρόβλημα της ιατρικής και θεραπευτικής περίθαλψης αποτελεί τις τελευταίες δεκαετίες οι ΚΝΜ όπου αποτελούν και κοινωνικό πρόβλημα. Κύριες αιτίες κάκωσης του ΚΝΜ είναι τα ατυχήματα, οι πτώσεις, τα αθλήματα και οι πράξεις εγκληματικότητας και βίας. (Nichols-Larsen D.S., 2017) (Mckinley W.O., 2002) Τα τροχαία ατυχήματα είναι αυτή τη στιγμή η κορυφαία αιτία τραυματισμού, η επόμενη ακολουθούμενη αιτία κάκωσης είναι από πτώσεις, μετέπειτα ακολουθούν οι πράξεις βίας (κυρίως τραύματα από πυροβολισμούς) και τέλος άλλη μια αιτία αποτελούν οι αθλητικές/ψυχαγωγικές δραστηριότητες. (National Spinal Cord Injury Statistical Center , 2017)

Η κάκωση νωτιαίου μυελού, ανεξάρτητα από τον τύπο της, μπορεί να οδηγήσει στα εξής συμπτώματα: (Αμπατζίδης, 1998)

- Συμπτώματα από βλάβη της φαιάς ουσίας:
 - ο Ελάττωση του μυϊκού τόνου, ατροφία ή ελάττωση των αντανακλαστικών
 - ο Διαταραχές των αισθήσεων και του πόνου
 - ο Διαταραχές της αισθητικότητας, της αφής
- Συμπτώματα από βλάβη της λευκής ουσίας:
 - ο Βλάβη των εξωπυραμιδικών οδών και της παρεγκεφαλίδας όπου ευθύνονται για τη διατήρηση της ισορροπίας και του μυϊκού τόνου
 - ο Κατάργηση της αισθητικότητας (αφή, θερμότητα, πόνος κάτω από το επίπεδο της βλάβης)
 - ο Βλάβη των αισθητικών δερμάτων του Gal που σχετίζεται με την εμφάνιση προβλημάτων στην κίνηση

2.4 Επιπτώσεις της Κάκωσης Νωτιαίου Μυελού στα επιμέρους συστήματα του οργανισμού και επιδημιολογικά στοιχεία

Οι κακώσεις του ΝΜ έχουν επίπτωση στα διάφορα συστήματα του οργανισμού. Αναλυτικότερα: (Τσαγκουριάς, 1995)

Στο Αναπνευστικό Σύστημα:

Η κύρια αιτία θανάτου ασθενών με κάκωση του ΝΜ είναι η αναπνευστική ανεπάρκεια. Το αναπνευστικό σύστημα επηρεάζεται από τα νεύρα στο ύψος του Α4 νευροτομίου με μικρή συμμετοχή του Α3 νευροτομίου και Α5 νευροτομίου.

- Αν προκληθεί βλάβη στο επίπεδο από το εγκεφαλικό στέλεχος έως το επίπεδο του A1 τότε χαρακτηρίζεται ως πενταπληγία και χρήζει αναπνευστικής υποστήριξης.
- Αν η βλάβη προκληθεί από το επίπεδο του A2-A3 τότε χαρακτηρίζεται ως αναπνευστική τετραπληγία και το άτομο δεν μπορεί να παραμείνει στη ζωή χωρίς αναπνευστική υποστήριξη λόγω παράλυσης του διαφράγματος
- Αν η βλάβη προκληθεί πάνω από το επίπεδο A4, τότε εμφανίζεται απώλεια του ελέγχου της εκούσιας αναπνοής δημιουργώντας σοβαρό πρόβλημα στην ολοκλήρωση της διαδικασίας της αναπνοής.
- Αν η βλάβη προκληθεί κάτω από το επίπεδο A4, τότε αναμένεται η διατήρηση της εκούσιας λειτουργίας της αναπνοής.
- Η πλειοψηφία των τετραπληγικών ατόμων παρουσιάζουν βλάβες του NM στο επίπεδο A3-A8 έχοντας σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα.

Συμπτώματα στο Κυκλοφορικό Σύστημα:

Η βλάβη του NM προκαλεί άμεση και μαζική συμπαθητική εκφόρτιση, η οποία γίνεται εμφανής ως μία βραχεία περίοδος

- υπέρτασης,
- βραδυκαρδίας και
- δυσρυθμιών

Συμπτώματα στο ουροποιητικό Σύστημα:

Η συμπτωματολογία του ουροποιητικού συστήματος καθορίζεται από την παθολογία της ουροδόχου κύστης, το σημείο της κάκωσης αλλά και το χρόνο που παρήλθε από τον τραυματισμό.

- Τη στιγμή του τραυματισμού η ουροδόχος κύστη εμφανίζει απώλεια της αντανakλαστικότητας με αποτέλεσμα την οξεία επίσχεση ούρων
- Μερικές εβδομάδες μετά τον τραυματισμό, περιοχές όπου δεν έχουν υποστεί βλάβη ανακτούν τη λειτουργικότητά τους
- Μετά την πάροδο του SHOCK του τραυματισμού, άτομα με βλάβες της ιππουρίδας ή των κατώτερων ιερών ριζών εμφανίζουν χαλαρή ή άτονη νευρογενή κύστη
- Ασθενής που έχουν βλάβη του περιφερικού νευρώνα εμφανίζουν σεξουαλική ανικανότητα
- Εμφανίζονται λοιμώξεις του ουροποιητικού σε άτομα με καθετηριασμό κύστης κάτω από άσηπτες συνθήκες

- Οξεία και χρόνια πυελονεφρίτιδα
- Χαμηλή ενδοτικότητα ουροδόχου κύστης
- Ανάπτυξη υδρονέφωσης
- Εμφάνιση κυστεοουρηθρικής παλινδρόμησης
- Νεφρική ανεπάρκεια

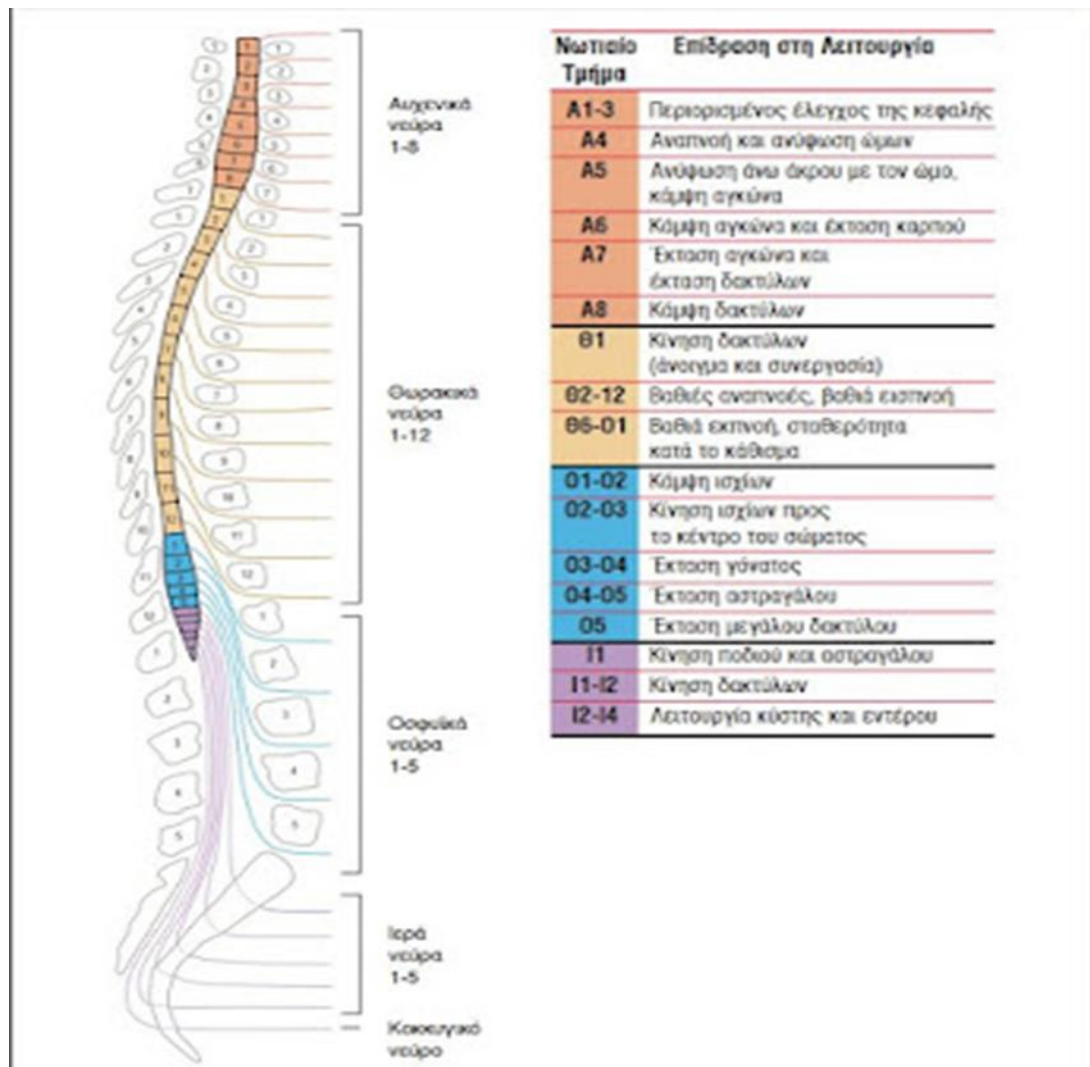
Συμπτώματα στο Γαστρεντερικό Σύστημα:

Οι πιθανές επιπλοκές ύστερα από κάκωση του ΝΜ είναι:

- Γαστρική διάταση και ειλεός
- Εμφάνιση αναγωγής και εισρόφησης ιδιαίτερα όταν ο αεραγωγός δεν προστατεύεται
- Εμφάνιση έλκους, διάτρηση ή αιμορραγία του γαστρεντερικού συστήματος
- Παγκρεατίτιδα
- Υποκινητικότητα της χοληδόχου κύστης και ενδεχόμενη συνύπαρξη υπερασβεστιαμίας σε νεαρά άτομα

Συμπτώματα στο Ερειστικό Σύστημα:

- Οι παραπληγικοί και τετραπληγικοί εμφανίζουν πολύ σύντομα οστεοπόρωση και μυϊκή ατροφία
- Τις πρώτες εβδομάδες μπορεί να παρατηρηθεί υπερασβεστιαμία και υπερφωσφαταιμία
- Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί κυφοσκολίωση σε ατελείς βλάβες του νωτιαίου μυελού, όταν η διαφορά του μυϊκού τόνου, όπου προκαλεί κυρτότητα της σπονδυλικής στήλης
- Ακόμα μια συχνή επιπλοκή είναι η εμφάνιση έλκων και νεκρώσεων του δέρματος κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν στην ανάπτυξη των ελκών αυτών είναι η ύπαρξη ακράτειας ούρων και κοπράνων, καταγμάτων, πυρετού, σήψης, τριβής του δέρματος, υπολευκωματιναιμίας, διαταραγμένης λεμφικής παροχέτευσης, συσσώρευσης τοξικών μεταβολιτών καθώς και η προχωρημένη ηλικία του ατόμου
- Εμφάνιση μυϊκού σπασμού
- Ετερότοπη οστεοπόρωση
- Χρόνιος πόνος



Εικόνα 12 - Απεικόνιση των μοιρών της σπονδυλικής στήλης με πιθανή έκπτωση των λειτουργιών στα διάφορα συστήματα του οργανισμού (Δαβανέλος, 2023)

Επιδημιολογικά στοιχεία Κάκωσης του Νωτιαίου Μυελού

Σχετικά με τα στοιχεία και τα στατιστικά δεδομένα αναφορικά με την επιδημιολογία της ΚΝΜ, τα πιο αξιόπιστα είναι διαθέσιμα από το National Spinal Cord Injury Statistical Center παρουσιάζονται τα παρακάτω δεδομένα.: (Bjornshave Noe B., 2015) (Social Health and Family Affairs Committee, 2019)

Σε μια μελέτη όπου πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ με δεδομένα τον πληθυσμό των ΗΠΑ στα 324 εκατομμύρια ανθρώπους και με δεδομένο τη χρονική περίοδο 1970-2010 έδειξε τα εξής δεδομένα: (National Spinal Cord Injury Statistical Center , 2017)

- Επίπτωση: 54/1.000.000 ανθρώπων ή 17.500 νέες κακώσεις ΝΜ συμβαίνουν κάθε χρόνο περιλαμβάνοντας και αυτούς που πεθαίνουν από κάκωση του ΝΜ.

- Στατιστικά: Ο αριθμός των ατόμων που ζουν με κάκωση NM στις ΗΠΑ είναι με εύρος 245.000-353.000 άτομα.
- Ηλικία: Η μέση ηλικία τραυματισμού είναι από τα 29-42 έτη.
- Φύλο: οι άνδρες αντιπροσωπεύουν το 81% των κακώσεων NM.
- Εθνικότητα: Προσβάλλονται κατά κύριο λόγο Αφροαμερικάνοι και Λατινοαμερικάνοι, όπου οι πρώτοι είναι σε δυσανάλογα μεγαλύτερο ποσοστό 12%.
- Αίτια: Τα τροχαία ατυχήματα με ποσοστό 48%, ακολουθούν οι πτώσεις με ποσοστό 23%, πράξεις βίας (κυρίως τραύματα από πυροβολισμούς), με ποσοστό 14% , έπειτα οι αθλητικές/ψυχαγωγικές δραστηριότητες με ποσοστό 9% και τέλος ως άλλες αιτίες αναφέρεται το ποσοστό 6%..
- Διάρκεια παραμονής για νοσηλεία και αποκατάσταση: η διάρκεια νοσηλείας μειώθηκε από το 1970 έως το 2010 από τις 24 ημέρες στις 11, και η διάρκεια αποκατάστασης επίσης μειώθηκε από τις 98 ημέρες στις 35 από το 1970 έως το 2010
- Νευρολογικό επίπεδο και έκταση βλάβης: Η ατελής τετραπληγία είναι αυτή τη στιγμή η μεγαλύτερη συχνή νευρολογική κατηγορία ακολουθούμενη από ατελής παραπληγία, πλήρης παραπληγία, και πλήρης τετραπληγία.
- Τέλος παρατηρήθηκε μεγαλύτερη επίπτωση των κακώσεων τους πιο ζεστούς μήνες και κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου.

Από μια άλλη έρευνα προκύπτει πως παγκοσμίως 40 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από κάποια μορφή κάκωσης του NM. (Nas, 2015)

Τέλος, από μια ακόμη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ παρουσιάζει τα εξής δεδομένα, από τις 12.000 άτομα που παθαίνουν κάκωση του NM ετησίως, τα 4.000 πεθαίνουν πριν προλάβουν να μεταφερθούν σε κάποιο νοσοκομείο και τα 1.000 άτομα πεθαίνουν κατά τη διάρκεια της νοσηλείας τους μέσα στο νοσοκομείο. (Sekhon, 2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

3.1 Ορισμός ρομποτικών συστημάτων

Ο ορισμός των ρομπότ όπου δίνεται από το Ινστιτούτο Ρομποτικής της Αμερικής, «ρομπότ είναι ένας αναπρογραμματιζόμενος και πολυλειτουργικός χωρικός μηχανισμός σχεδιασμένος να μετακινεί υλικά, αντικείμενα, εργαλεία ή εξειδικευμένες συσκευές με κατάλληλες μεταβλητά προγραμματιζόμενες κινήσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης μιας σειράς εργασιών». (Ming, 2003)

3.2 Ρομποτικά συστήματα στην ιατρική

Τα ρομποτικά συστήματα στην ιατρική χωρίζονται και ταξινομούνται ανάλογα με τη χρήση του. Διακρίνονται σε: (Χισάρογλου, 2005)

- Ρομποτικά εργαστηριακά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τις εργαστηριακές εξετάσεις. Μπορούν να επεξεργαστούν ταυτόχρονα μεγάλο όγκο Δειγμάτων έναντι του ανθρώπινου παράγοντα όπου εξετάζονται τα δείγματα μεμονωμένα. Με αυτό τον τρόπο ο χρόνος των αποτελεσμάτων μειώνεται. Έτσι επιτυγχάνεται η εξέταση μεγάλου όγκου σε ταχύτερο διάστημα.
- Ρομποτικά Νοσοκομειακά συστήματα, αυτά τα συστήματα μ.ε.σα στο νοσοκομειακό χώρο λειτουργούν συνεργατικά με το προσωπικό. Μπορούν να κινούνται μέσα στο χώρο χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογικής επιστήμης με ειδικούς αισθητήρες ή τεχνική όραση με χαρτογράφηση του χώρου και ηλεκτρονικούς χάρτες πλοήγησης. Ο ρόλος που θα ασκούν μέσα στα νοσοκομεία θα είναι βοηθητικός όπως να μεταφέρουν ή να διανέμουν φάρμακα, να βοηθούν στο σήκωμα και τη μεταφορά των ασθενών και τέλος στο σήκωμα και τη μεταφορά βαρέων φορτίων καθαρού ή ακάθαρτου υλικού όπως είναι τα είδη ρουχισμού ή τα εργαλεία.
- Ρομποτικά χειρουργικά συστήματα, αυτά τα συστήματα βρίσκουν εφαρμογή στην χειρουργική ιατρική. Οι Ιατροί χειρίζονται αυτά τα εξειδικευμένα μηχανήματα. Το μηχάνημα επιτρέπει στο χειριστή του να έχει πλήρη έλεγχο των κινήσεων και των εργαλείων με ακρίβεια, το μικρότερο δυνατό άνοιγμα που απαιτείται για την επέμβαση ή και καθόλου διατομής λόγω της λαπαροσκοπικής τεχνικής και τέλος εξασφαλίζουν την καλύτερη ακρίβεια της εικόνας της επέμβασης.

- Ρομποτικά συστήματα αποκατάστασης, τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται στην ιατρική με στόχο την αποθεραπεία κ την ανάκτηση της λειτουργικότητας των μελών των ασθενών. Βρίσκουν εφαρμογή στις επιστήμες υγείας και σε κέντρα αποθεραπείας κ κάποια ανάλογα με τη χρήση και το μέγεθος τους στην καθημερινότητα των ατόμων. Όπως συγκεκριμένα στη φυσικοθεραπεία για την εκπαίδευση των ασθενών. Ακόμα μπορούν να βρουν εφαρμογή στην καθημερινότητα των ατόμων με κινητικά προβλήματα. Τέτοια παραδείγματα είναι τα ηλεκτροκίνητα αναπηρικά αμαξίδια με βραχίονα. Τέλος υπάρχουν κ τα ρομποτικά σύστημα με υποβοηθούμενη όραση σε άτομα με προβλήματα όρασης. Αυτά λειτουργούν με laser για την ανίχνευση εμποδίων στο δρόμο κ ειδοποιούν για την ανίχνευση αυτών με σκοπό την αποφυγή τους.

3.3 Ταξινόμηση Ρομποτικών συστημάτων Αποκατάστασης

Τα ρομποτικά συστήματα χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης του ασθενή. Κατά το διάστημα της αποκατάστασης χρησιμοποιούνται στο κέντρο όπου το άτομο εκπαιδεύεται και η διαδικασία αυτή έχει ως στόχο την κινητική του επανεκπαίδευση με τη χρήση των ρομπότ. Αυτά τα ρομποτικά μέσα χρησιμοποιούνται σε χώρους και κέντρα αποκατάστασης με τη βοήθεια των επαγγελματιών υγείας. (Chang W.H., 2013) (Bruno Siciliano, 2016)

Τα ρομποτικά συστήματα στην υγεία διακρίνονται σε 3 κατηγορίες:

- Ρομποτικά βοηθήματα κινητικότητας-εξάσκησης για άνω και κάτω άκρα. Σε αυτά διακρίνονται τα βοηθήματα τελικού τελεστή και τα βοηθήματα εξωσκελετικού τύπου. Το μέγεθός αυτών των μέσων τα καθιστά δυσκίνητα καθώς είναι μεγάλα και ογκώδης και αυτό κάνει τη χρήση τους εφικτή μόνο σε συγκεκριμένους χώρους. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η παθητική κίνηση των άκρων κατά τη φάση της αιώρησης.

Τα συστήματα τελικού τελεστή παρέχουν στο άτομο:

- ο Εύκολη τοποθέτηση στη χρήση
- ο Περιορίζει τον έλεγχο των μεγάλων αρθρώσεων, όπως του ώμου και του αγκώνα
- ο Συμβάλει στην ανάπτυξη μη φυσιολογικών προτύπων κίνησης του σώματος του ατόμου

Τα συστήματα εξωσκελετικού τύπου παρέχουν στο άτομο:

- ο Εύκολη τοποθέτηση στη χρήση
- ο Καλύτερη σταθερότητα των αρθρώσεων
- ο Αποτρέπουν τη μη φυσιολογική κίνηση και στάση του σώματος του ατόμου

- Ρομποτικά γνωστικά βοηθήματα. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται ρομποτικά συστήματα τα οποία δεν έχουν άμεση αλληλεπίδραση με το άτομο αλλά έχουν ως στόχο την ενεργή συμμετοχή του.
- Ρομποτικά συστήματα - βοηθήματα χειρισμού, αυτά περιλαμβάνουν τα βοηθήματα όπως είναι τα ηλεκτρονικά αμαξίδια με οδηγό πλοήγησης, λόγω του ότι αποτελείται από ρομποτικό βραχίονα.

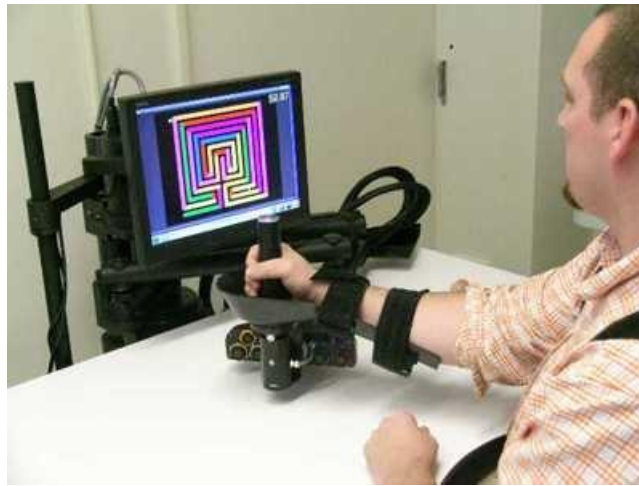
3.4 Ρομποτικά συστήματα άνω άκρων

Η ρομποτική στην θεραπευτική αποκατάσταση των άνω άκρων συμβάλει σημαντικά στο χρόνο της αποθεραπείας του ασθενή. Έχουν ως στόχο την εκπαίδευση του πάσχοντος άνω άκρου παρακολουθώντας μέσα από την οθόνη που βρίσκονται μπροστά τους τα άτομα οπτικά ερεθίσματα. Τα άτομα παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την προσομοίωση της κίνησης που πραγματοποιούν. Οι επαναλαμβανόμενες παθητικές κινήσεις που κάνουν με τη χρήση αυτών των συστημάτων έχουν ως αποτέλεσμα:

- Να αυξάνουν το εύρος των αρθρώσεων
- Να ελαττώνουν τη σπαστικότητα του πάσχοντος μέλους
- Βελτιώνουν τον πόνο των μυών

Η τεχνολογία στην ιατρική επιστήμη έχει δημιουργήσει εκατοντάδες ρομποτικές συσκευές για τη θεραπευτική προσέγγιση των ατόμων. Αναλυτικά θα αναπτυχθούν κάποια από αυτά τα συστήματα για την κατανόηση της λειτουργίας τους:

- Ρομποτικό σύστημα Mit-Manus: το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι να κατευθύνει την κίνηση του ασθενή σε οριζόντιο επίπεδο επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την κίνηση των αρθρώσεων του ώμου και του αγκώνα. Το συγκεκριμένο ρομποτικό σύστημα εκτελεί παθητική κινητοποίηση στο πάσχον άκρο, ενώ ο ασθενής αντιδρά σε οπτικά ερεθίσματα που του προβάλλονται μπροστά του στην οθόνη και έχουν τη μορφή παιχνιδιού. (H. I. Krebs, 2003)



Εικόνα 13 - Ρομποτικό σύστημα Mit-Manus (Mit News on Campus and around the world, 2010)

- Ρομποτικό σύστημα Reharob: Το συγκεκριμένο μέσο λειτουργεί εκτελώντας παθητικές κινήσεις στο πάσχων άκρο. Είναι εξωσκελετικό σύστημα το οποίο βασίζεται στην επαναλαμβανόμενη παθητική κινητοποίηση του άκρου. Ο ρυθμός, ο αριθμός επαναλήψεων της κινήσεις και η ένταση ρυθμίζεται από τον επαγγελματία υγείας και εξατομικεύεται ανάλογα με τις ανάγκες και τις ιδιότητες του ατόμου. (Bogue, 2018)



Εικόνα 14 - Ρομποτικό σύστημα Reharob (IEEE, 2020)

- Ρομποτικό σύστημα ARMin: Το συγκεκριμένο μέσο ρομποτικού συστήματος λειτουργεί με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η επαναλαμβανόμενη παθητική άσκηση του πάσχοντος άκρου. Αυτό έχει ως στόχο την εκπαίδευση και την κινητοποίηση του άκρου ή την αύξηση της ικανότητας του. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται το εύρος της κίνησης των μυών, των τεντώνων και της άρθρωσης. (Hassan M. Qassim, 2020)



Εικόνα 15 - Ρομποτικό σύστημα ARMin (IEEE, 2006)

- Ρομποτικό σύστημα Armeo Spring: Το συγκεκριμένο ρομποτικό σύστημα παρέχει θεραπευτικές ιδιότητες στο πάσχων άκρο ασκώντας κίνηση σε όλες τις αρθρώσεις του. Αποτελείται από έναν εξωσκελετό με εύκολη προσαρμογή όπου μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε ασθενή. (Hocoma, 2023)



Εικόνα 16 - Ρομποτικό σύστημα Armeo Spring (Researchgate, 2022)



Εικόνα 17 - Ρομποτικό σύστημα Armeo Spring (Hocoma, 2023)

3.5 Ρομποτικά συστήματα κάτω άκρων

Τα ρομποτικά συστήματα των κάτω άκρων στόχο έχουν να βοηθήσουν και να εκπαιδεύσουν ή να ενισχύσουν την κινητικότητα του ατόμου και τη βάδιση. Τέτοια συστήματα είναι Lokomat, Lopes, Alex, Geo-System. Υπάρχουν εκατοντάδες ρομποτικά συστήματα τα οποία βρίσκονται στην αγορά ή είναι ακόμα υπό κλινικές δοκιμές τα οποία λειτουργούν ως θεραπευτικά μέσα με στόχο την αποκατάσταση του ατόμου. (Weber, 2018) Αναλυτικά θα δούμε κάποια από αυτά τον τρόπο χρήσης και λειτουργίας τους μαζί με εικόνες για την σαφέστερη περιγραφή τους:

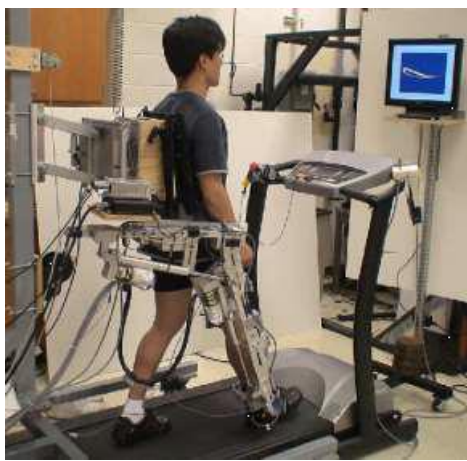
- Ρομποτικό σύστημα Lokomat: είναι ρομποτικό σύστημα που απευθύνεται σε άτομα με προβλήματα κινητικότητας και βάδισης. Σκοπός της χρήσης του είναι η κινητική εκπαίδευση και εκμάθηση του ατόμου ή βελτίωση της υπάρχουσας ικανότητας. Το

συγκεκριμένο σύστημα αποτελείται από ένα διάδρομο βάρδισης, ένα ειδικό σύστημα υποστήριξης του βάρους του ασθενή και εξωσκελετικά στοιχεία και από τις δύο πλευρές. (Weber, 2018)



Εικόνα 18- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος LOKOMAT (Hocoma, 2022)

- Ρομποτικό σύστημα Lopes: Το ρομποτικό σύστημα Lopes, συνδυάζει και παρέχει υποστήριξη στο πίσω μέρος της λεκάνης σε συνδυασμό με ένα εξωσκελετό ποδιού ο οποίος παρέχει περιέχει τρεις ενεργοποιημένες περιστροφικές αρθρώσεις, δύο στο ισχίο και μια στο γόνατο. Οι αρθρώσεις αυτές έχουν ως στόχο να είναι ελεγχόμενες και να επιτρέπουν στο άτομο την μηχανική αλληλεπίδρασή του με το μηχάνημα. (JAN F Veneman, 2007)



Εικόνα 19- Απεικόνιση του ρομποτικού συστήματος LOPES (JAN F Veneman, 2007)

- Alex (Active Leg exoskeleton): Το ρομποτικό σύστημα Alex σχεδιάστηκε και περιγράφει την διεπαφή της ανθρώπινης μηχανής μεταξύ αυτού του συστήματος και του ασθενή. Ασκεί ελεγκτική δύναμη στο πάσχων κάτω άκρο και το υποβοηθά ώστε να πραγματοποιήσει την κίνηση ώστε να επιτευχθεί η διαδικασία της βάδισης. Οι δυνάμεις που ασκούνται για την πραγματοποίηση της κίνησης είναι ελεγχόμενες και εξατομικεύονται ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή με στόχο την θεραπευτική του δράση. Η δύναμη ασκείται στον αστράγαλο μέσω των ροπών που αναπτύσσονται από το ισχίο και το γόνατο. Το συγκεκριμένο μέσο έχει σχεδιαστεί για να παρέχει τόση βοήθεια στον ασθενή όσο χρειάζεται ώστε να τον βοηθά στην εκπαίδευση του. (IEEE, 2007)



Εικόνα 20- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος ALEX (ResearchGate, 2014)

- **Geo-System:** Το μέσο αυτό αποτελεί σύστημα τελικού άκρου. Διαθέτει δύο πλάκες για τα πόδια ώστε να επιτυγχάνεται η προσομοίωση της κίνησης των κάτω άκρων του ατόμου. Ακόμα με το συγκεκριμένο σύστημα ο ασθενής υποβοηθείται ώστε με τη βάδιση όπου εκτελεί να μεταφέρεται το βάρος του σώματος του από το ένα πόδι στο άλλο κατά τη διάρκεια της βάδισης του. Επίσης διαθέτει σύστημα υποστήριξης του σωματικού βάρους του ατόμου όπως παρουσιάζεται και στην παρακάτω εικόνα. Το συγκεκριμένο σύστημα διαθέτει τις εξής λειτουργίες: (Mehrholtz J., 2017)
 - ο Αισθητηριακά αντιλαμβάνεται την πρόθεση της κίνησης του ατόμου και υποβοηθά όταν αυτό απαιτείται εκτελώντας προσχεδιασμένο μοτίβο βάδισης εξατομικευμένο για το κάθε άτομο
 - ο Μπορεί να προσομοιώσει τις κινήσεις απλής βάδισης
 - ο Μπορεί να προσομοιώσει τις κινήσεις για το ανέβασμα της σκάλας
 - ο Μπορεί τέλος να προσομοιώσει λειτουργία μερικής κίνησης ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενή



Εικόνα 21- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος Geo-System (Antisel-Physio, 2023)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

4.1 Η ρομποτική στις επιστήμες υγείας και στην αποκατάσταση του ατόμου

Η εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης συνάμα με την εξέλιξη της τεχνολογικής επιστήμης έχουν θετικό αντίκτυπο στην υγεία και στην ποιότητα ζωής των ατόμων. Η χρήση της τεχνολογίας στην καθημερινότητα των ανθρώπων γίνεται ολοένα και πιο εύκολη και συμβατή σε όλους, αφού δεν περιορίζονται πια μόνο στο ερευνητικό επίπεδο και διατίθενται προς χρήση στον καθένα ύστερα από μια σειρά ερευνών και κλινικών μελετών. Η καθημερινή χρήση των ρομποτικών συστημάτων έχει βοηθήσει σημαντικά και τον κλάδο της υγείας είτε για την πραγματοποίηση δύσκολων και λεπτομερών επεμβάσεων είτε για την εξυπηρέτηση αναγκών του κάθε ατόμου ξεχωριστά. Η ρομποτική θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της επιστήμης καθώς επικεντρώνεται στον σχεδιασμό, σύλληψη, οργάνωση, κατασκευή και λειτουργία των ρομπότ και των συστημάτων που έρχονται να εξυπηρετήσουν τη χειρωνακτική δουλειά ιατρών, νοσηλευτών και φυσικοθεραπευτών. Επίσης είναι αρκετές οι περιπτώσεις πλέον που οι ρομποτικές μηχανές έχουν φανεί χρήσιμες για την αποκατάσταση νευρολογικών παθήσεων. (Chua, 2017)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας εδώ και δεκαετίες μας δίνει τη δυνατότητα της χρήσης των ρομποτικών συστημάτων για την βοήθεια των ατόμων με στόχο την αποκατάσταση της λειτουργικότητας του αλλά και των ικανοτήτων του. Υπάρχει αρκετά μεγάλη πληθώρα ρομποτικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς και στοχεύουν στη βέλτιστη λειτουργία τόσο των άνω όσο και των κάτω άκρων ενός ατόμου.

Μια μελέτη που σχετίζεται με τα οφέλη της χρήσης τέτοιων συστημάτων στην αποκατάσταση της υγείας των ατόμων παραθέτει το παρακάτω αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τις κλινικές δοκιμές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε πως η εκπαίδευση και η εξάσκηση της βάδισης με τη βοήθεια των ρομποτικών συστημάτων έχει καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με τη μη χρήση τους. Το παραπάνω συμπέρασμα προκύπτει ανεξαρτήτου βαθμού βλάβης του NM. (Stephen E Nadeau, Samuel S Wu, Bruce H Dobkin, Stanley P Azen, Dorian K Rose, Julie K Tilson, Steven Y Cen, Pamela W Duncan, LEAPS Investigative Team, 2013)

4.2 Προϋποθέσεις χρήσης των ρομποτικών μέσων στη αποκατάσταση των ασθενών

Η ρομποτική επιστήμη εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς. Ολοένα κ περισσότερο εφευρίσκονται μέσα για την εξυπηρέτηση των ανθρώπινων αναγκών. Αυτά τα μέσα έχουν ως σκοπό την εξασφάλιση της μεγαλύτερης ωφέλειας των ατόμων μέσα από τη χρήση των υλικών αγαθών.

Στην ιατρική τα ρομποτικά μέσα εξασφαλίζουν τα ίδια και καλύτερα αποτελέσματα σε κάποιες περιπτώσεις στη θεραπεία της αποκατάστασης υπό την καθοδήγηση των επαγγελματιών υγείας και γενικότερα στις επιστήμες υγείας. Πραγματοποιούν δυνατότητες τις οποίες δεν μπορεί ο ανθρώπινος παράγοντας ενώ σε κάποιες άλλες περιπτώσεις αδυνατούν να ανταπεξέλθουν όπως για παράδειγμα όπου απαιτείται νοημοσύνη. Έτσι η χρήση των ρομποτικών συστημάτων επιφέρει θετικά αποτελέσματα πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες, την καθοδήγηση και την επίβλεψη των επαγγελματιών υγείας.

Ωστόσο τα ρομποτικά μέσα περνούν αρκετό χρόνο για την κατασκευή ανάλογα με τις ανάγκες των ατόμων. Ακόμα για τη διάθεση τους προς χρήση χρειάζεται μεγάλο διάστημα έρευνας και κλινικών δοκιμών ώστε να διατεθούν στην αγορά. Πρέπει να πληρούν πρωτόκολλα για την εξασφάλιση της προστασίας των ατόμων αλλά και την απόδειξη της αποτελεσματικότητας τους στη χρήση. Περνούν αρκετές δοκιμές ώστε να εγκριθεί η άδεια παραγωγής τους και να πραγματοποιηθεί η διάθεση τους προς χρήση στα κέντρα αποκατάστασης. Η χρήση τους γίνεται με συγκεκριμένα πρωτόκολλα χρήσης για τη σωστή εφαρμογή και προσαρμογή στο άτομο. Τέλος τα πρωτόκολλα χρήσης δημιουργούνται για να εξασφαλίσουν τη ασφάλεια των ατόμων που τα χρησιμοποιούν κ την καλύτερη αποδοτικότητα που μπορούν να αποκομίσουν από αυτή τη χρήση. (Weber, 2018)

4.3 Αποτελεσματικότητα χρήσης των ρομποτικών μέσων στη θεραπεία της αποκατάστασης

Η αποκατάσταση της αισθητηριακής και κινητικής λειτουργίας του ασθενή είναι το κύριο μέλημα της χρήσης των ρομποτικών μέσων. Η εκπαίδευση με τη χρήση αυτών των μέσων γίνεται απλουστεύει τη διαδικασία εκμάθησης του ατόμου. Τα μηχανήματα υποβοηθούν όπου χρειάζεται στη διαδικασία της αποθεραπείας με στόχο την παθητική επανάληψη της κίνησης του πάσχοντος άκρου ενός ή περισσότερων. Στόχος της αποθεραπείας είναι η ανάκτηση ή μέρος αυτών των λειτουργιών.

Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε έναν άνδρα ηλικίας 44 ετών αριστερή ημιπαρεση και μειωμένη λειτουργικότητα του άνω άκρου. Τέθηκε σε θεραπεία αποκατάστασης διάρκειας 3 μηνών και με τους 2 τρόπους θεραπείας. Δηλαδή για 5 φορές την εβδομάδα έκανε τη συμβατική θεραπεία για 40 λεπτά και επίσης έκανε θεραπεία με τη χρήση των ρομποτικών μηχανημάτων για 20 λεπτά. Με την ολοκλήρωση της αποθεραπείας του η λειτουργικότητα του άνω άκρου βελτιώθηκε. Ωστόσο στην αξιολόγηση όπου κλήθηκε να κάνει ανάμεσα στις 2 θεραπείες ήταν πως ήταν περισσότερο ευχαριστημένος από τη συμβατική θεραπεία και ειδικότερα την επικοινωνία που είχε με το φροντιστή του.

Έτσι σύμφωνα με όλα τα παραπάνω καταλαβαίνει κάποιος πως τα ωφελεί τις ρομποτικής είναι σίγουρα εμφανή όμως δεν είναι σε θέση ακόμα να αντικαταστήσουν τη συμβατική θεραπεία αποκατάστασης. Μπορούν να λειτουργήσουν συνδυαστικά για την επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων. Η συνολική θεραπεία αποκατάστασης για το πάσχον άκρο του ασθενή βελτίωσε τη λειτουργικότητα του. Η αποθεραπεία ικανοποίησε τον εκπαιδευόμενο ασθενή. Συμπερασματικά όλων των παραπάνω πρέπει να γίνουν κ άλλες μελέτες και έρευνες για την εξακρίβωση της αποτελεσματικότητας των ρομποτικών συστημάτων στις επιστήμες υγείας. (Rena Wakabayashi, 2021)

4.4 Ποιότητα ζωής ατόμων με αναπηρία και χρήση ρομποτικών συστημάτων ή πρόσθετων μελών στην καθημερινότητα τους

Τα άτομα που έχουν υποστεί βλάβη σε κάποιο σημείο του ΝΜ έχουν να αντιμετωπίσουν μια καινούρια κατάσταση και να προσαρμοστούν σε ένα νέο τρόπο ζωής. Συχνά οι βλάβες αυτές επηρεάζουν τη καθημερινότητα των ανθρώπων και την αλλάζουν όπου θέλει αρκετή προσπάθεια για να προσαρμοστούν και να δεχτούν τη νέα αυτή κατάσταση. Συχνά παρουσιάζουν προβλήματα στις μετακινήσεις τους, στον τρόπο με τον οποίο βαδίζουν, στις αισθητηριακές τους ικανότητες ακόμα και στη μη λειτουργικότητα κάποιων μελών του σώματος τους. Αυτά αποτελούν μια νέα κατάσταση στο άτομο στην οποία καλείται να διαχειριστεί και να προσαρμοστεί σε ένα νέο τρόπο ζωής ώστε να μπορέσει να είναι λειτουργικός και παραγωγικό μέλος της κοινωνίας. Όλα τα παραπάνω φυσικά έχουν κάποιο αντίκτυπο στην ψυχική και φυσική του υγεία, στην προσωπικότητα του αλλά και στον τρόπο και στο χρόνο όπου εξατομικεύεται σε κάθε άτομο στο να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες. (Geys S., 2010)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), η ποιότητα ζωής των ατόμων περιγράφεται ως «η αντίληψη των ατόμων σχετικά με τη θέση τους στη ζωή στο πλαίσιο του πολιτισμού και του συστήματος αξιών εντός του οποίου ζουν και σε συνάρτηση με τους στόχους,

τις προσδοκίες, τα πρότυπα και τις ανησυχίες τους». (WHOQOL group-Development of the WHOQOL: rationale and current status, 2015)

Έτσι προκύπτει από όλα τα παραπάνω, να δημιουργείται πρόβλημα προσαρμογής λόγω των νέων συνθηκών. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτό ανάμεσα στις σχέσεις του με τους άλλους ανθρώπους αλλά και τον κοινωνικό του περίγυρο γενικότερα, δηλαδή σε επαγγελματικό επίπεδο, στις σχέσεις του με τον κοινωνικό του περίγυρο αλλά και στον ίδιο τον οργανισμό του ατόμου.

Στόχος των ρομποτικών συστημάτων αλλά και η χρήση τους στην καθημερινή ζωή είναι η επανένταξη του ατόμου και η προσαρμογή του στο τρόπο ζωής του. Ο ορισμός της επανένταξης περιγράφεται ως η κατάσταση που «εκτείνεται πέρα από το άτομο: προάγει την πλήρη ένταξη και συμμετοχή του στο φυσικό και ψυχοκοινωνικό περιβάλλον». Αυτός ο ορισμός δόθηκε από τον Stiens και τους συνεργάτες του. (Steven A. Stiens, 2002)

Για όλους αυτούς τους λόγους όπως αναφέρθηκε η χρήση των ρομποτικών συστημάτων στην υγεία είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έρχονται να διευκολύνουν αυτή την προσαρμογή του ατόμου στις νέες συνθήκες ανάλογα με την ανάγκη του καθενός. Δηλαδή υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη που μπορούν να χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα του ατόμου ώστε να είναι πλήρως λειτουργικό και παραγωγικό με στόχο την όσο το δυνατόν πλήρη επανένταξή του στο κοινωνικό σύνολο γενικότερα και στον δικό του τρόπο ζωής. Η χρήση των ρομποτικών συστημάτων διευκολύνουν και εξατομικεύονται στις ανάγκες του κάθε ατόμου και γίνονται κομμάτι του εαυτού τους βοηθώντας στην άμεση και καλύτερη προσαρμογή του στη ζωή. (Jefferson R. Wilson, 2011)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει εξαπλωθεί ευρέως στον τομέα της αποκατάστασης. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες και οι ασθενείς με βλάβες του νωτιαίου μυελού μπορούν να κάνουν χρήση αυτής της τεχνολογίας μέσω της ρομποτικής αποκατάστασης. Αυτά τα μέσα παρέχονται και χρησιμοποιούνται σε ειδικούς χώρους και κέντρα αποκατάστασης με τη βοήθεια των επαγγελματιών υγείας.

Επίσης, η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε πως η χρήση ρομποτικών συστημάτων στην αποκατάσταση έχει αρκετά οφέλη στην εκπαίδευση των ασθενών. Αυτά τα οφέλη είναι κύριος στόχος και είναι η ανάκτηση ή αποκατάσταση σε κάποιο επίπεδο της μυϊκής ικανότητας, των αισθητηριακών αισθήσεων και ακόμα και της κινητικότητας και της βάδισης επιτυγχάνεται σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα. Τα ευρήματά που παρουσιάστηκαν στο γενικό μέρος της εργασίας είναι ότι οι ρομποτικές συσκευές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ασφαλείς, ανεκτές και εφικτές στην περίπλοκη αποκαταστατική διαχείριση στην εκπαίδευση των ασθενών.

Η συζήτηση γύρω από τη συμβολή της ρομποτικής επιστήμης στην ιατρική επιστήμη είναι μείζον θέμα που θα απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση έδειξε πως τα οφέλη της χρήσης στην αποθεραπεία του ασθενή με τη βοήθεια και την καθοδήγηση των επαγγελματιών υγείας συμβάλλει στη βέλτιστη δυνατή εκπαίδευση του.

Ωστόσο θα πρέπει να γίνουν περισσότερες μελέτες για τη βέλτιστη χρήση αυτών των μέσων με στόχο την προαγωγή και αγωγή της υγείας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1- Πρόβλεψη για την αύξηση των συσκευών νευροαποκατάστασης από το 2021 έως το 2028 (Web1, 2022).....	10
Εικόνα 2- Τμήματα του εγκεφάλου (Web2, 2022)	12
Εικόνα 3- Νωτιαίο Πλέγμα (Iatrotek, 2022)	13
Εικόνα 4- Κυτταρική οργάνωση του ΚΝΣ (Iatrotek, 2022)	13
Εικόνα 5- Νευρώνας (E-books-Edu, 2022).....	14
Εικόνα 6- Νωτιαίος Μυελός (E-books-Edu, 2022).....	17
Εικόνα 7- Εσωτερικό Νωτιαίου Μυελού (E-books-Edu, 2022)	17
Εικόνα 8 - Νευροαπεικόνιση κάκωσης NM (E-books-Edu, 2022).....	21
Εικόνα 9 - Απεικόνιση φόρμας ταξινόμησης KNM (Association, 2022).....	23
Εικόνα 10 - Απεικόνιση των μοιρών της σπονδυλικής στήλης του NM και πιθανή έκπτωση των λειτουργιών σε κάθε του σημείο ύστερα από βλάβη (Δαβανέλος, 2023).....	24
Εικόνα 11 - Βλάβες του NM με βάση τη θέση της κάκωσης (Δαβανέλος, 2023)	24
Εικόνα 12 - Απεικόνιση των μοιρών της σπονδυλικής στήλης με πιθανή έκπτωση των λειτουργιών στα διάφορα συστήματα του οργανισμού (Δαβανέλος, 2023)	28
Εικόνα 13 - Ρομποτικό σύστημα Mit-Manus (Mit News on Campus and around the world, 2010)	33
Εικόνα 14 - Ρομποτικό σύστημα Reharob (IEEE, 2020).....	33
Εικόνα 15 - Ρομποτικό σύστημα ARMin (IEEE, 2006)	34
Εικόνα 16 - Ρομποτικό σύστημα Armeo Spring (Researchgate, 2022)	34
Εικόνα 17 - Ρομποτικό σύστημα Armeo Spring (Hocoma, 2023).....	34
Εικόνα 18- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος LOKOMAT (Hocoma, 2022).....	35
Εικόνα 19- Απεικόνιση του ρομποτικού συστήματος LOPES (JAN F Veneman, 2007).....	36
Εικόνα 20- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος ALEX (ResearchGate, 2014).....	36
Εικόνα 21- Απεικόνιση ρομποτικού συστήματος Geo-System (Antisel-Physio, 2023).....	37

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anjum, A. Y. M. D. F. D. M. I. J. N. A. M. H. S. N. A. I. O. H. R. A. K. R. K. & L. Y., 2020. Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *nternational Journal of Molecular Sciences*, 13 October, p. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33066029/>.

Antisel-Physio, 2023. *Antisel-Physio*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.antisel-physio.gr/category/products/robotic-rehabilitation/>
[Πρόσβαση 2023].

Association, A. S. I., 2022. *American Spinal Injury Association*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://asia-spinalinjury.org/>
[Πρόσβαση 2022].

Barret K.E., B. S. B. S. B. H., 2011. *Ganong's Ιατρική Φυσιολογία*. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Αρβανίτης Λ.Δ. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη Π.Χ..

Basso, M., 2000. Neuroanatomical Substrates of Functional Recovery After Experimental Spinal Cord Injury: Implications of Basic Science Research for Human Spinal Cord Injury. *Physical Therapy*, pp. 808-817.

Bickenbach, J. B. C. B. D. B. A. C. R. C. D. C. S., 2013. *World Health Organization-International Perspectives on Spinal Cord Injury*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/94190/9789241564663_eng.pdf
[Πρόσβαση 5 February 2023].

Bjornshave Noe B., M. E. H. R. T. M. H. E., 2015. Incidence of traumatic spinal cord injury in Denmark 1990-2012: A hospitalbased study. *J Spinal Cord Med*.

Bogue, R., 2018. Industrial Robot: An International Journal. *Rehabilitation robots*, pp. 301-306.

Brian S. Armour PhD, Elizabeth A. Courtney-Long MA, MSPH, Michael H. Fox ScD, Heidi Fredine MPH, and Anthony Cahill PhD, 2016. Prevalence and Causes of Paralysis. *American Journal of Public Health (AJPH)*, 14 September, pp. 1855-1857.

Brigitte Wirth, H. J. A. v. H. B. K. V. D. A. C., 2008. *PubMed*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18496904/>
[Πρόσβαση 30 Ιανουάριος 2023].

- Bruno Siciliano, O. K., 2016. *Handbook of Robotics*. 2nd Edition επιμ. Berlin: Springer.
- Burns S., B.-S. F. D. W. G. D. J. A. ., J. M. J. L. K. A. K. S. M. M. R. M. W. W., 2012. International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *J Spinal Cord Med*.
- Chang W.H., & K. Y., 2013. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of Stroke*, pp. 174-181.
- Chua, K. & K. C., 2017. Innovating With Rehabilitation Technology in the Real World: Promises, Potentials, and Perspectives. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, pp. 150-156.
- Corry., L. K. M., 2007. Physiology of the Automatic Nervous System. *Am J Pharm Educ.*, 15 August, p. <http://www.merckmanuals.com> .
- Drake R.L, V. W. M. A., 2007. *Gray's Ανατομία*. επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Σκανδαλάκης Π.Ν. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη Π.Χ..
- E-books-Edu, 2022. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/>
[Πρόσβαση 2022].
- E-books-Edu, 2022. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/>
[Πρόσβαση 2022].
- E-books-Edu, 2022. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://ebooks.edu.gr/modules>
[Πρόσβαση 2022].
- Emily C. Somers, W. M. P. C. E. E. L. P. D. C. G. C. G. H. L. W. J. J. W. J. P. D. J. L. D. S. W. J. M., 2013. Population-Based Incidence and Prevalence of Systemic Lupus Erythematosus: The Michigan Lupus Epidemiology and Surveillance Program. *Arthritis & Rheumatology*, 24 October , p. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/art.38238>.
- Geys S., F. B. K. I. P. M., 2010. Cross-cultural validity of four quality of life scales in persons with spinal cord injury. *Health Qual Life Outcomes*, p. 84.
- Google, 2023. *Google*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.Active-leg-exoskeleton-ALEX>
[Πρόσβαση 2022].

Hassan M. Qassim, W. W. H., 2020. A Review on Upper Limb Rehabilitation Robots. *MDPI*, pp. 2-18.

Hocoma, 2022. *Hocoma*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.hocoma.com/solutions/lokomat/>

[Πρόσβαση 2023].

Hocoma, 2023. *Hocoma*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.hocoma.com/solutions/>

[Πρόσβαση 5 February 2023].

Iatrotek, 2022. *Iatrotek*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.iatronet.gr>

[Πρόσβαση 2022].

Iatrotek, 2022. *Iatrotek*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.iatronet.gr>

IEEE, 2006. ARMin - robot for rehabilitation of the upper extremities. *IEEE Xplore*.

IEEE, 2007. Active Leg Exoskeleton (ALEX) for Gait Rehabilitation of Motor-Impaired Patients. *IEEE Xplore*.

IEEE, 2020. The Experience Behind The REHAROB Project – A New Robotic System For Simultaneous Rehabilitation Of Upper And Lower Human Limbs. *IEEE Xplore*.

JAN F Veneman, R. K. E. E. G. H. R. E. E. H. F. V. A. H. v. d. K., 2007. Design and evaluation of the LOPES exoskeleton robot for interactive gait rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 15 September.

Jefferson R. Wilson, R. E. H. J. R. D. M. G. F., 2011. Spinal cord injury and quality of life: a systematic review of outcome measures. *Evid Based Spine Care J*, 2 February, p. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22956935/>.

Kahle W., F. M., 2010. *Εγχειρίδιο Περιγραφικής Ανατομικής- Νευρικό Σύστημα και Αισθητήρια Όργανα*. Ελληνική Επιμέλεια Αρβανίτης Δ.Α, Σκαλνδαλάκης Π.Ν, Δημητρίου Θ.Σ. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη Π.Χ..

M G Humphreys-Beher, L. B. K. R. P. P. L. W. Y. N. D. D. M. K. N. C. E. K. C., 1993. Characterization of antinuclear autoantibodies present in the serum from nonobese diabetic (NOD) mice. *Clin Immunol Immunopathol*, September , p. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8370186/>.

- Martin S.T., K. M., 2015. *Φυσικοθεραπευτικές Παρεμβάσεις σε Ασθενείς με Νευρολογικές Παθήσεις*. Γ' Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Τριανταφυλλόπουλος Γ., Μπακαλίδου Δ. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
- Mc Stephen, M. X., 2002. *Παθολογική Φυσιολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις Λίτσας.
- Mckinley W.O., T. M. M. N., 2002. Spinal stenosis vs traumatic spinal cord injury: a rehabilitation outcome comparison. *J Spinal Cord Med*, pp. 28-32.
- Mehrholtz J., E. B. W. C. K. J. P. M., 2017. Electromechanical- assisted training for walking after stroke. *Stroke*, pp. 127-128.
- Ming, X., 2003. *The Fundamentals of Robotics: Linking Perception to Action*. Singapor: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Mit News on Campus and around the world, 2010. *Massachusetts Institute of Technology*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://news.mit.edu/2010/stroke-therapy-0419>
[Πρόσβαση 5 February 2023].
- Moore K.L, D. A. A. A., 2012. *Κλινική Ανατομία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη Π.Χ..
- Nas, K. Y. L. Ş. V. A. A. Ö. K., 2015. Rehabilitation of spinal cord injuries. *World J Orthop*, pp. 8-16.
- National Spinal Cord Injury Statistical Center , 2017. Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance. *National Spinal Cord Injury Statistical Center* , June.
- Nichols-Larsen D.S., K. D. B. J. K. A. H. J. D., 2017. *Νευρολογική Αποκατάσταση: Νευροεπιστήμη και Νευροπλαστικότητα στην Εφαρμοσμένη Φυσικοθεραπεία*. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Τριανταφυλλόπουλος Γ., Μπακαλίδου Δ. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
- Nizamis, K. A. A. A. S. D. C. & A. A., 2021. Converging Robotic Technologies in Targeted Neural Rehabilitation: A Review of Emerging Solutions and Challenges. *MDPI*, 16 March, p. 2084.
- Pearson, n.d. *Introduction to the Nervous System and Nervous Tissue*, s.l.:
<https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/us/en/higher-ed/en/products-services/course-products/amerman-1e-info/pdf/amerman-sample-chapter11.pdf>.

Rena Wakabayashi, K. S. T. M. S. C. K. K. T. I. S. K. Y. T. M. O. Y. S. N. M., 2021. Examination of the Effect of Rehabili-Mouse, a Desktop Rehabilitation Robot for Upper Limb Paresis after Stroke. *Open Journal of Orthopedics* , 12 December .

ResearchGate, 2014. *ResearchGate*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://www.researchgate.net/figure/Active-leg-exoskeleton-ALEX-worn-by-the-subjects-on-their-affected-extremity-during_fig5_266944199

Researchgate, 2022. *Researchgate*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.researchgate.netThe-Gangtrainer-GT>
[Πρόσβαση 2022].

Scholar, S., 2014. *Semantic Scholar*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Recent-Trends-in-Lower-Limb-Robotic-Rehabilitation-Dzahir-Yamamoto/4ec534146b93cab827263af07956a873cae764ee>
[Πρόσβαση 5 February 2023].

Scholar, S., 2022. *Semantic Scholar*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.semanticscholar.org/Robotic-Rehabilitation>
[Πρόσβαση 2023].

Sclerosis, M., 2022. *Mult Sclerosis*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://mult-sclerosis.org/>
[Πρόσβαση 2022].

Sekhon, L. F. M., 2001. Epidemiology, Demographics, and Pathophysiology of Acute Spinal Cord Injury. *SPINE*, pp. 2-12.

Snell R., S., 1995. *Κλινική νευροανατομική*». Αθήνα: Εκδόσεις Λίτσας.

Social Health and Family Affairs Committee, 2019. *Towards concerted effort for treating and curing spinal cord injury*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/X2H-Xref-ViewHTML.asp?FileID=9680>
[Πρόσβαση 22 Ιανουάριος 3023].

Stephen E Nadeau, Samuel S Wu, Bruce H Dobkin, Stanley P Azen, Dorian K Rose, Julie K Tilson, Steven Y Cen, Pamela W Duncan, LEAPS Investigative Team, 2013. Effects of task-specific and impairment-based training compared with usual care on functional walking ability after inpatient stroke rehabilitation: LEAPS Trial. *Neurorehabil Neural Repair*, 27 May, pp. 370-380.

Steven A. Stiens, S. S. K. S. L. G. W. O. M. M. S. G., 2002. *Optimal participation in life after spinal cord injury: Physical, psychosocial, and economic reintegration into the environment*, Chicago: ACRM-[https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993\(02\)80017-X/fulltext](https://www.archives-pmr.org/article/S0003-9993(02)80017-X/fulltext).

Swartz M., H., 2013. *Κλινική Διάγνωση: Ιστορικό και Φυσική Εξέταση*. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Ελισάφ Μ., Καραγιάννης Α. επιμ. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Δημήτριος Α..

Web1, 2022. <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/neurorehabilitation-devices-market/>. [Ηλεκτρονικό].

Web2, 2022. <https://i-neyroanatomia-kai-i-neyrofysiologia>. [Ηλεκτρονικό].

Weber, L. M. S. J. H. R. L., 2018. The use of robots in stroke rehabilitation: A narrative review. *NeuroRehabilitation*, pp. 99-110.

WHOQOL group-Development of the WHOQOL: rationale and current status, 2015. *Taylor & Francis online*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207411.1994.11449286>
[Πρόσβαση 5 February 2023].

Wikimedia, 2022. *Wikimedia*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ms_progression_types
[Πρόσβαση 2022].

Wikimedia, 2022. *Wikimedia*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ms_progression_types
[Πρόσβαση 2023].

wikipedia, 2023. *wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: https://www.researchgate.net/Gait_rehabilitation
[Πρόσβαση 2023].

Wolfgang Bigenzahn, D.-M. D., 1999. *Oropharyngeale Dysphagien: Ätiologie, Klinik, Diagnostik und Therapie von Schluckstörungen*. Berlin, Germany: Thieme.

Αμπατζίδης, Γ., 1998. *Αθλητικές Κακώσεις*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Studio University Press.

Βαρσαμίδα, Κ., 2001. *Φυσιολογία του ανθρώπου*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις University studio press.

- Δαβανέλος, Κ. Χ., 2023. *davaneloskonstantinos*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://davaneloskonstantinos.blogspot.com/2016/10/blog-post_30.html
[Πρόσβαση 5 Φεβρουάριος 2023].
- H. I. Krebs, J. J. P. L. D. M. F. J. K. K. R. B. T. V. κ. N. H., 2003. Rehabilitation robotics: performance-based progressive robot-assisted therapy. *Springer*, July, pp. 7-20.
- I., Χ., 2003. *Στοιχεία ανατομικής του ανθρώπου*. Έκδοση 3η επιμ. Αθήνα: Εκδόσεις GM Design.
- Λαζαρίδης, Σ., 2001. *Βασικές Αρχές Ανατομίας*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ.
- Μπάκας Ε., Η., 2012. *Αποκατάσταση ασθενή με βλάβη ή Κάκωση Νωτιαίου*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρης.
- Μυλωνάς Ι., Α. Ν., 2016. *Νευρολογία λογοθέτη*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις University studio press.
- Πανουτσόπουλος, Γ., 2020. *Φυσιολογία του Ανθρώπου για Επιστήμες Υγείας*. Αθήνα: Εκδόσεις ΔΙΣΙΓΜΑ.
- Πλέσσας Σ., Τ., 2010. *Φυσιολογία του ανθρώπου*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Φάρμακον.
- Στεργίου., Β. Δ., 2012. *Φυσιολογία του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Παρισιανού.
- Τσαγκουριάς, Μ., 1995. Τραυματικές Βλάβες του Νωτιαίου Μυελού. *ΘΕΜΑΤΑ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ*, Νοέμβριος.
- Χισάρογλου, Δ., 2005. *Apothesis Library*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://apothesis.lib.teicrete.gr/handle/11713/4126>
[Πρόσβαση 5 February 2023].

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

- ASIA: American Spinal Injury Association
- E.Coli: Escherichia coli
- ΑΝΣ: Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα
- ΕΝΥ: Εγκεφαλονωτιαίο Υγρό
- ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
- ΝΕΛ: Νεογνικός Ερυθηματώδης λύκος
- ΝΣ: Νευρικό σύστημα
- ΝΜ: Νωτιαίος Μυελός
- ΟΝΠ: Οσφυονωτιαία παρακέντηση
- ΠΝΣ: Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
- ΠΟΥ: Παγκόσμιος οργανισμός υγείας
- ΣκΠ: Σκλήρυνση κατά πλάκας
- ΣΕΛ: Συστηματικός Ερυθηματώδης Λύκος
- ΣΝΣ: Σωματικό Νευρικό Σύστημα

