



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

**Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών**

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών της Ιατρικής Σχολής

«Μοριακή και Εφαρμοσμένη Φυσιολογία»

**Διπλωματική Εργασία**

**«Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση μετά από  
Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού»**



Νεκταρία Παπουτσάκη

Φυσικοθεραπεύτρια

**Αθήνα 2021**



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

## Διπλωματική Εργασία

---

### Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση μετά από Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού

---

Διπλωματική εργασία της:

Νεκταρίας Παπουτσάκη

Επιβλέπων Καθηγητής:

Σπυρίδων Πνευματικός

Επιτροπή:

Ι. Βλάμης

Μ. Κουτσιλιέρης

Αθήνα, 2021

## Πίνακας Περιεχομένων

Λίστα Πινάκων και Εικόνων .....	4
Περίληψη .....	5
Abstract .....	6
Εισαγωγή.....	7
Ορισμός.....	7
Νευρολογική εξέταση.....	8
Παθοφυσιολογία της κάκωσης.....	11
Κλινικά Σύνδρομα .....	13
Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση .....	15
Μεθοδολογία.....	17
Αξιολόγηση Ποιότητας Μελετών.....	18
Αποτελέσματα.....	22
Συζήτηση.....	38
Συμπεράσματα .....	43
Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	44
Βιβλιογραφία .....	45
Παράρτημα 1.....	50

## Λίστα Πινάκων και Εικόνων

Πίνακας 1. Δέκα βασικές μυϊκές ομάδες.....	10
Πίνακας 2 Μυϊκή βαθμολογία.....	10
Πίνακας 3. Κλίμακα ελλειμμάτων ASIA (American Spinal Injury Association) .....	11
Πίνακας 4. Βασικά Στοιχεία Συμμετεχόντων.....	19
Πίνακας 5. Αξιολόγηση ποιότητας των μελετών βάσει της κλίμακας PEDro. ....	21
Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά μελετών (n=16) .....	33
Εικόνα 1 Διαμήκης οργάνωση του νωτιαίου μυελού, των σπονδυλικών σωμάτων, των σπονδυλικών νευρών και η παρουσίαση των κύριων λειτουργιών του νωτιαίου μυελού (πηγή: Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015) .....	9
Εικόνα 2. Κεντρικό σύνδρομο νωτιαίου μυελού, πηγή: <a href="https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord">https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord</a> .....	13
Εικόνα 3. Πρόσθιο Σύνδρομο Νωτιαίου μυελού, πηγή: <a href="https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord">https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord</a> .....	13
Εικόνα 4. Σύνδρομο Brown Sequard, πηγή: <a href="https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord">https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord</a> .....	14
Εικόνα 5. Ιππουριδική Συνδρομή , πηγή: <a href="https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/cauda-equina-syndrome">https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/cauda-equina-syndrome</a> .....	14
Εικόνα 6. Διάγραμμα Ροής.....	24

## Περίληψη

Ο σκοπός της συστηματικής ανασκόπησης είναι η παρουσίαση των νεότερων φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων που υπάρχουν στην βιβλιογραφία, όπως και της αποτελεσματικότητάς τους, μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων Medline, CINAHL και PEDro. Η αξιολόγηση της ποιότητας των ερευνών που συμπεριλήφθηκαν βασίστηκε στην κλίμακα Physiotherapy Evidence- Based Database Scale –PEDro. Συνολικά αναλύθηκαν 16 μελέτες και συμμετείχαν 555 άτομα με τραυματική ή μη κάκωση νωτιαίου μυελού σε ολόκληρο το εύρος της σπονδυλικής στήλης. Η αξιολόγηση της ποιότητας των ερευνών κυμαινόταν κυρίως σε «υψηλή ποιότητα». Οι φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις οι οποίες αναφέρονται είναι Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός, ο Υβριδικός Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός, η εκπαίδευση βάδισης με πρόσδεση από ψηλά, η ποδηλασία με Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό σε συνδυασμό με παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας για βιοανατροφοδότηση, ασκήσεις μεταφοράς βάρους, εκπαίδευση δραστηριοτήτων με εξειδικευμένα μέσα και παρεμβάσεις, εκπαίδευση δύναμης, Θεραπευτικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό, εντατική άσκηση για ολόκληρο το σώμα και πρόγραμμα άσκησης άνω κορμού, Διαδερμικό Νευρικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό, στατική και δυναμική ισορροπία, ισορροπιστικές ασκήσεις με διατάραξη ισορροπίας, φυσικοθεραπεία μέσω υπολογιστή, εκπαίδευση σε διάδρομο βάδισης με ανάρτηση βάρους και αεροβική άσκηση. Συμπερασματικά, η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού περιλαμβάνει μια πληθώρα παρεμβάσεων και τεχνικών, καθώς και διάφορους συνδυασμούς αυτών. Σίγουρα δεν μπορεί να προταθεί συγκεκριμένο πρωτόκολλο αποθεραπείας των πασχόντων, γιατί αυτό εξαρτάται από τις ανάγκες του εκάστοτε ασθενούς, τους στόχους που θέτει και την ψυχολογική κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Το σημαντικό αποτέλεσμα είναι πως υπάρχουν αξιοσημείωτες βελτιώσεις, όταν ακολουθείται το πλάνο θεραπείας υπό επίβλεψη, στην καθημερινότητα και στην ποιότητα ζωής των ατόμων.

Λέξεις κλειδιά: κάκωση νωτιαίου μυελού, άσκηση, διάταση, εκπαίδευση βάδισης, φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, ενδυνάμωση, TENS, ηλεκτρική διέγερση

## Abstract

The purpose of the systematic review is the presentation of the latest physiotherapy interventions in the literature, as well as their effectiveness after spinal cord injury.

Method: A bibliographic search was performed in the electronic databases Medline, CINAHL and PEDro. The evaluation of the quality of the researches included was based on the Physiotherapy Evidence- Based Database Scale –PEDro. A total of 16 studies were analyzed and involved 555 individuals with traumatic or non-traumatic spinal cord injury across the entire spine. The evaluation of the quality of the research was mainly "high quality". The physiotherapy interventions that are mentioned are Functional Electrical Stimulation (FES), Hybrid- Functional Electrical Stimulation (Hybrid-FES), gait training supported overhead harness, FES Cycling combined virtual reality racing biofeedback, weight- bearing exercises, Activity- Based Therapy (ABT), Therapeutic Electrical Stimulation (TES), intensive whole body exercise and upper extremity exercise program, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), Perturbation- based Balance Training (PBT), Conventional Intensive Balance Training (CIBT), web- based physiotherapy, weight support treadmill training και aerobic exercise. In conclusion, physiotherapy rehabilitation after spinal cord injury includes a variety of interventions and techniques, as well as various combinations thereof. Certainly no specific treatment protocol can be proposed for the patients, because it depends on the needs of each patient, the goals he sets and the psychological state in which he finds himself. The important result is that there are significant improvements, when the treatment plan is followed under supervision, in the daily life and quality of life of individuals.

Keywords: spinal cord injury, exercise, stretch, gait training, physiotherapy intervention, strength, TENS, electrical stimulation

## Εισαγωγή

Ο νωτιαίος μυελός είναι ένας αγωγός μεταφοράς νευρικών ώσεων. Περιβάλλεται και με αυτόν τον τρόπο προστατεύεται από την οστική δομή της σπονδυλικής στήλης, ώστε να διατηρείται η αισθητική και η κινητική λειτουργία του σώματος. Πιο συγκεκριμένα, ο νωτιαίος μυελός μεταφέρει πληροφορίες από τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα, μέσω των προσθίων κατιόντων οδών, στους ανάλογους σωματικούς και σπλαχνικούς υποδοχείς. Επίσης, δέχεται αισθητικές πληροφορίες από τους σωματικούς και σπλαχνικούς υποδοχείς, μέσω των οπισθίων ριζών, με τα ανιόντα δεμάτια και τις μεταφέρει σε υψηλότερες εγκεφαλικές κατασκευές για επεξεργασία (Μπάκας, 2012). Οποιαδήποτε σπονδυλική κάκωση προκαλεί διαταραχή της μεταφοράς των ρυθμιστικών σωμάτων, για τον έλεγχο και συντονισμό της κίνησης και των αυτόνομων λειτουργιών του σώματος, από το ύψος της βλάβης και κάτω.

Η διαμήκης οργάνωση του νωτιαίου μυελού (με τα αυχενικά, θωρακικά, οσφυϊκά και ιερά μυελοτόμια), των σπονδυλικών σωμάτων, των σπονδυλικών νεύρων και η παρουσίαση των κύριων λειτουργιών του νωτιαίου μυελού παρουσιάζονται στην εικόνα 1 (Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015).

## Ορισμός

Ως κάκωση του νωτιαίου μυελού ορίζεται η βλάβη του νωτιαίου μυελού από το ινιακό τρήμα ως την ουρηθρίδα. Αυτή η βλάβη μπορεί να είναι τραυματική ή μη τραυματική. Η κάκωση του νωτιαίου μυελού, σαν αποτέλεσμα τραυματισμού, μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι πτώσεις, τα τροχαία και εργατικά ατυχήματα, οι αθλητικοί τραυματισμοί και η κακοποίηση, προκαλώντας κατάγματα ή εξάρθρατα στη σπονδυλική στήλη (Nas et al., 2015), (Harvey, 2016), (Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015).

Από την άλλη μεριά, η μη τραυματική κάκωση του νωτιαίου μυελού, συνήθως οφείλεται σε υποκείμενη παθολογία όπως λοιμώδη νοσήματα, όγκοι, μυοσκελετικές

(οστεοαρθρίτιδα) και συγγενείς παθήσεις (δισχιδής ράχη) (Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015).

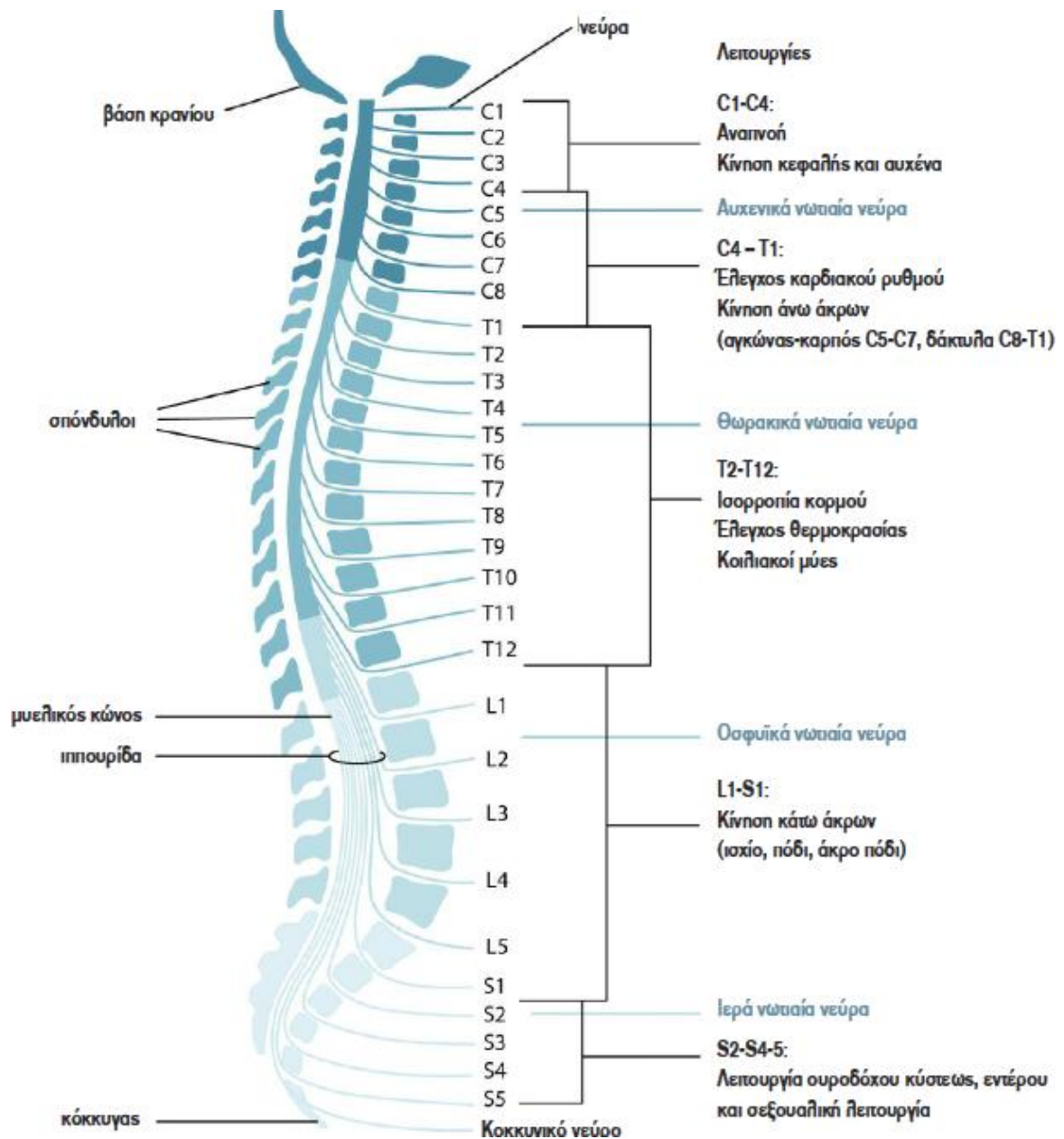
Οι διαταραχές που προκαλούνται από τη βλάβη του νωτιαίου μυελού εξαρτώνται από την έκταση της τραυματικής ή της μη τραυματικής αιτίας, καθώς περιλαμβάνουν απώλεια της αισθητικότητας ή του κινητικού ελέγχου του κορμού, των άνω και των κάτω άκρων, όπως και απώλεια της αυτόνομης ρύθμισης του σώματος. Τα παραπάνω προκαλούν αρνητική επίδραση στο αναπνευστικό και καρδιαγγειακό σύστημα, στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, όπως επίσης δημιουργούνται σεξουαλικές δυσλειτουργίες, νευρογενής κύστη και νευρογενές έντερο (Nas et al., 2015), (Harvey, 2016), (Singh et al., 2014) (Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015). Επιπροσθέτως, μπορεί να δημιουργηθεί οστεοπόρωση, κατάγματα, σπαστικότητα, πόνος, διαταραχές κατάποσης κ.α. (Harvey, 2016).

## Νευρολογική εξέταση

Υπάρχουν διεθνείς σταθερές για την νευρολογική και λειτουργική κατάσταση των ασθενών με κάκωση νωτιαίου μυελού, όπως προτείνονται από την American Spinal Injury Association (ASIA). Έτσι, κατά την κλινική εξέταση της νευρολογικής εικόνας του ατόμου με κάκωση νωτιαίου μυελού εξετάζεται το κινητικό, το αισθητικό και το νευρολογικό επίπεδο της βλάβης, ο καθορισμός της βαρύτητας της βλάβης (πλήρης ή ατελής) και τέλος γίνεται η ταξινόμησή της. Επιπλέον γίνεται εκτίμηση της λειτουργικότητας του δακτυλίου του πρωκτού (Kirshblum et al., 2011).

Σύμφωνα με την ASIA η νευρολογική βλάβη χαρακτηρίζεται ως πλήρης ή ατελής. Πλήρης ορίζεται η νευρολογική βλάβη κατά την οποία δεν υπάρχει αισθητική και κινητική λειτουργία στα κατώτερα ιερά μυελοτόμια. Ατελής ορίζεται η νευρολογική βλάβη κατά την οποία υπάρχει κάποια αισθητική ή κινητική λειτουργία ή ο συνδυασμός αυτών στα κατώτερα ιερά μυελοτόμια (Roberts et al., 2017), (Kirshblum et al., 2011).





Εικόνα 1 Διαμήκης οργάνωση του νωτιαίου μυελού, των σπονδυλικών σωμάτων, των σπονδυλικών νευρών και η παρουσίαση των κύριων λειτουργιών του νωτιαίου μυελού (πηγή: Ελληνική Εταιρεία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, 2015)

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι δέκα βασικές μυϊκές ομάδες που ελέγχονται κατά την νευρολογική εξέταση του ατόμου με κάκωση νωτιαίου μυελού. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η μυϊκή βαθμολογία και στον Πίνακα 3 η κατάταξη των ελλειμμάτων σύμφωνα με την κλίμακα ASIA (Roberts et al., 2017).

Πίνακας 1. Δέκα βασικές μυϊκές ομάδες

Επίπεδο	Βασικοί μύες
A5	Καμπτήρες αγκώνα
A6	Εκτείνοντες καρπού
A7	Εκτείνοντες αγκώνα
A8	Καμπτήρες δακτύλων
Θ1	Απαγωγός του μικρού δακτύλου
O2	Καμπτήρες ισχίου
O3	Εκτείνοντες γόνατος
O4	Ραχιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής
O5	Εκτείνοντες τους δακτύλους
I1	Πελματιαίοι καμπτήρες της ποδοκνημικής

Πίνακας 2 Μυϊκή βαθμολογία

Μυϊκή βαθμολογία	Χαρακτηριστικά
<b>0</b>	Ολική παράλυση- χωρίς ορατή ή ψηλαφητή μυϊκή σύσπαση
<b>1</b>	Ψηλαφητή ή ορατή συστολή χωρίς κίνηση άρθρωσης
<b>2</b>	Ενεργητική κίνηση, πλήρες ROM χωρίς την δύναμη της βαρύτητας
<b>3</b>	Ενεργητική κίνηση, πλήρες ROM ενάντια της βαρύτητας
<b>4</b>	Ενεργητική κίνηση, πλήρες ROM ενάντια βαρύτητας και μικρή αντίσταση
<b>5</b>	Ενεργητική κίνηση, πλήρες ROM ενάντια βαρύτητας και πλήρης αντίσταση

Πίνακας 3. Κλίμακα ελλειμμάτων ASIA (American Spinal Injury Association)

A	Πλήρης	Χωρίς κινητική ή αισθητική λειτουργία στα ιερά μυελοτόμια I4-I5
B	Ατελής	Χωρίς κινητική αλλά με αισθητική λειτουργία κάτω από το νευρολογικό επίπεδο της βλάβης και περιλαμβάνονται τα ιερά μυελοτόμια I4-I5
C	Ατελής	Με κινητική λειτουργία κάτω από το επίπεδο της βλάβης έχουν βαθμολογηθεί με τιμή μικρότερη του 3. (βαθμολογία 0-2)
D	Ατελής	Με κινητική λειτουργία κάτω από το επίπεδο της βλάβης και τουλάχιστον οι μισοί ή και περισσότεροι βασικοί μύες κάτω από το νευρολογικό επίπεδο έχουν βαθμολογηθεί από 3 και πάνω.
E	Φυσιολογικό	Η κινητική και αισθητική λειτουργία είναι φυσιολογική

## Παθοφυσιολογία της κάκωσης

Επιπροσθέτως, κατά την σπονδυλική κάκωση και ανάλογα με την βαρύτητά της δημιουργούνται ορισμένες χρονοεξαρτώμενες παθοφυσιολογικές αλλαγές στο νωτιαίο μυελό. Αυτές είναι η ισχαιμία, το οίδημα, η υδρόλυση των φωσφολιπιδίων και η δημιουργία ελευθέρων ριζών, αλλαγές στην ιονική σύσταση καθώς και σημαντικό ρόλο κατέχουν τα διεγερτικά αμινοξέα (Μπάκας, 2012).

### Ισχαιμία

Κατά την κάκωση του νωτιαίου μυελού προκαλείται τοπική ελάττωση της αιματικής παροχής της φαιάς ουσίας. Μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού ελευθερώνονται τοπικά στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού διάφοροι μεταβολίτες, οι οποίοι προκαλούν αγγειοσύσπαση των αγγείων που τροφοδοτούν το νωτιαίο μυελό, προκαλώντας ισχαιμία της φαιάς ουσίας. Αυτή η ελάττωση της αιματικής ροής προκαλεί την ελάττωση της τάσης του οξυγόνου στην περιοχή της κάκωσης (Μπάκας, 2012).

## **Οίδημα**

Κατά τα αρχικά στάδια την κάκωσης νωτιαίου μυελού παράγεται το μεγαλύτερο μέρος του οιδήματος, το οποίο παρουσιάζεται πρώτα στο νευρικό τμήμα του νωτιαίου μυελού και σε δεύτερο χρόνο διαχέεται προς τη λευκή ουσία που βρίσκεται στην περιφέρεια (Μπάκας, 2012).

## **Αλλαγές στην ιοντική σύσταση στη θέση της βλάβης**

Αναφέρεται πως από τα πρώτα λεπτά της κάκωσης έως και οκτώ ώρες μετά αυξάνεται η συγκέντρωση ασβεστίου, στη θέση της βλάβης. Επιπροσθέτως, μετά την κάκωση υπάρχει αύξηση στην εξωκυττάρια συγκέντρωση του  $K^+$  με αποτέλεσμα την αποπόλωση κυττάρων, κάτι που οδηγεί σε αποκλεισμό της νευρικής αγωγιμότητας, καθώς και απώλεια  $K^+$  από τους ιστούς που έχουν υποστεί κάκωση, λόγω της καταστροφής τους μεμβρανών (Μπάκας, 2012).

## **Υδρόλυση των φωσφολιπιδίων και δημιουργία ελεύθερων ριζών**

Αυτή η αυξημένη συγκέντρωση ασβεστίου ενεργοποιεί την φωσφολίπαση με αποτέλεσμα αφενός την υδρόλυση των φωσφολιπιδίων, τη δημιουργία ελεύθερων λιπαρών οξέων τα οποία προκαλούν μη αναστρέψιμες ιστικές βλάβες και αφετέρου αυξάνονται τα επίπεδα του παράγοντα ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων, ο οποίος ελαττώνει την αιματική ροή, δεσμεύοντας τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό. Κατ' επέκταση η υδρόλυση των φωσφολιπιδίων έχει ως αποτέλεσμα την αποδέσμευση των ελεύθερων ριζών, οι οποίες με την σειρά τους αντιδρούν καταστρέφοντας τα φωσφολιπίδια και την χοληστερόλη των κυτταρικών μεμβρανών (Μπάκας, 2012).

## **Ρόλος των διεγερτικών αμινοξέων**

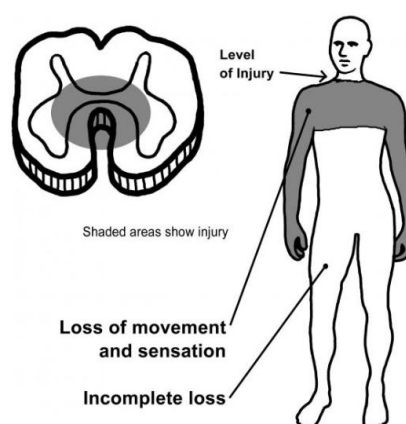
Αμέσως μετά την κάκωση αυξάνονται τα επίπεδα των διεγερτικών αμινοξέων, όπως η γλουταμίνη και η ασπαρτάτη, τα οποία λειτουργούν ως νευρομεταβιβαστικές ουσίες σε διάφορες νωτιαίες οδούς. Αυτή η ενεργοποίηση των υποδοχέων γλουταμίνης αυξάνει τα ενδοκυττάρια επίπεδα των ιόντων ασβεστίου με αποτέλεσμα τον κυτταρικό θάνατο. Το παραπάνω φαινόμενο ονομάζεται διεγερτική τοξικότητα (Μπάκας, 2012).

## Κλινικά Σύνδρομα

Οι ατελείς κακώσεις του νωτιαίου μυελού κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τον μηχανισμό της κάκωσης, αλλά και την ανατομική λειτουργία σε κεντρικό και πρόσθιο σύνδρομο, σύνδρομο Brown Sequard, Ιππουριδική συνδρομή και σύνδρομο μυελικού κώνου.

### Κεντρικό σύνδρομο νωτιαίου μυελού

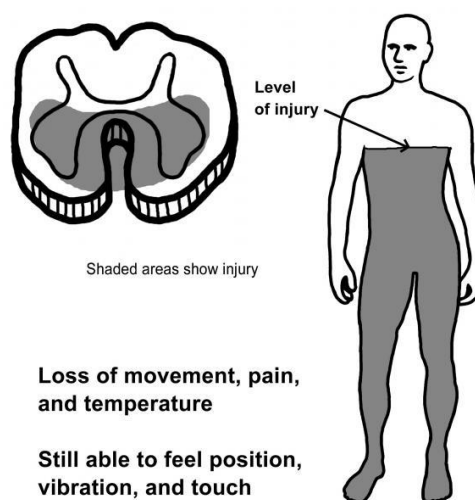
Το Κεντρικό σύνδρομο νωτιαίου μυελού είναι το πιο γνωστό κλινικό σύνδρομο, κατά το οποίο επηρεάζονται περισσότερο τα άνω άκρα συγκριτικά με τα κάτω άκρα. Συχνά αναγνωρίζεται σε ασθενείς με σπονδύλωση, οι οποίοι τραυματίζονται μετά από υπερέκταση της αυχενικής μοίρας, κυρίως μετά από πτώσεις (Εικόνα 2) (Lee & Thumbikat, 2015).



Εικόνα 2. Κεντρικό σύνδρομο νωτιαίου μυελού, πηγή: <https://uihc.org/health-topics/what-haps-spinal-cord>

### Πρόσθιο Σύνδρομο Νωτιαίου μυελού

Κατά το πρόσθιο σύνδρομο νωτιαίου μυελού επηρεάζονται τα πρόσθια 2/3 του νωτιαίου μυελού. Χαρακτηρίζεται από απώλεια κινητικής λειτουργίας, αίσθησης του πόνου και θερμοκρασίας κάτω από το νευρολογικό επίπεδο της βλάβης, αλλά διατηρείται η ιδιοδεκτικότητα (εικόνα 3.) (Lee & Thumbikat, 2015).

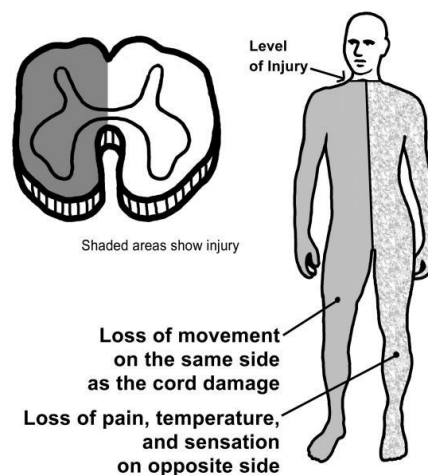


Εικόνα 3. Πρόσθιο Σύνδρομο Νωτιαίου μυελού, πηγή: <https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord>

## Σύνδρομο Brown Sequard

Το σύνδρομο Brown Sequard αναφέρεται και ως τραυματισμός μαχαιριού. Σύστοιχα της βλάβης παρατηρείται μεγαλύτερη απώλεια κινητικότητας και ιδιοδεκτικότητας και αντίστοιχα παρατηρείται απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας (Εικόνα 4.)

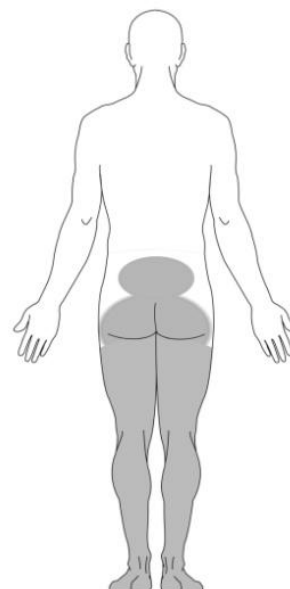
(Lee & Thumbikat, 2015).



Εικόνα 4. Σύνδρομο Brown Sequard, πηγή: <https://uihc.org/health-topics/what-happens-spinal-cord>

## Ιππουριδική συνδρομή

Ως ιππουριδική συνδρομή χαρακτηρίζεται ο τραυματισμός των οσφυοιερών νωτιαίων ριζών. Προκαλεί πάρεση κάτω άκρων, κυστικές και εντερικές διαταραχές. Προκαλείται υπαισθησία ή αναισθησία δίκην σέλας, όπως και διαταραχές της στυτικής λειτουργίας. Στις βλάβες της ιππουρίδας υπάρχει απώλεια του πρωκτικού και βολβοσηρογγώδους αντανακλαστικού (Εικόνα 5) (Kirshblum et al., 2011).



Εικόνα 5. Ιππουριδική Συνδρομή, πηγή: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/cauda-equina-syndrome>

## Σύνδρομο Μυελικού Κώνου

Ως σύνδρομο μυελικού κώνου χαρακτηρίζεται ο τραυματισμός στην θωρακοοσφυική ένωση ή στην περιοχή του μυελικού κώνου και της ιππουρίδας (O1-O2). Κλινικά δύσκολα μπορεί να διαχωριστεί από το σύνδρομο της ιππουρίδας, καθώς η συμπτωματολογία είναι η ίδια. Δηλαδή, χαμηλή οσφυαλγία, πάρεση κάτω άκρων μονόπλευρα ή αμφοτερόπλευρα, κυστικές και εντερικές διαταραχές, υπαισθησία ή αναισθησία στο περίνεο (Εικόνα 5) (Μπάκας, 2012), (Kirshblum et al., 2011).

Γενικά, λόγω της φύσης της κάκωσης του νωτιαίου μυελού και εκτός των ανωτέρω διαταραχών, οι ζωές των ανθρώπων επηρεάζονται σε πολλά επίπεδα. Οι κοινωνικοοικονομικές (Priebe et al., 2007), (Tsai et al., 2017) και οι ψυχολογικές διαταραχές (Tsai et al., 2017) είναι εξίσου σημαντικές. Η αποκατάσταση και η θεραπεία των ατόμων είναι μια πολυσύνθετη και μακροχρόνια διαδικασία, καθώς εμπλέκονται πολλοί άνθρωποι και υπηρεσίες. Το άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού χρήζει άμεσης υποστήριξης, τόσο από την ειδική νοσοκομειακή ομάδα αποκατάστασης, όσο και από το συγγενικό και φιλικό περιβάλλον του (Akter et al., 2019).

### Φυσικοθεραπευτική Αποκατάσταση

Η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού είναι μία μακροχρόνια και πολυσύνθετη διαδικασία, η οποία διαχωρίζεται σε 3 στάδια, το οξύ, το υποξύ και το χρόνια στάδιο. Το οξύ και το υποξύ στάδιο είναι δύσκολο να διαχωριστούν και συνήθως συνδυάζονται, ανάλογα με τη φυσική εξέλιξη της αποκατάστασης σε 12-18 μήνες. Η χρόνια φάση ξεκινά όταν το άτομο είναι νευρολογικά σε σταθερό επίπεδο και δεν συμβαίνουν πλέον αλλαγές (Nas et al., 2015).

Η οξεία και υποξεία φάση είναι η περίοδος των πρώτων εβδομάδων στο νοσοκομείο, κατά τις οποίες το άτομο χρήζει αυξημένης φροντίδας και προσοχής για την πρόληψη των επιπλοκών, καθώς οι νευρολογικοί παράγοντες του ατόμου αξιολογούνται και σταθεροποιούνται (Singh et al., 2014). Η πρόωρη παρέμβαση των δευτερογενών ιατρικών και άλλων επιπλοκών είναι μέγιστης σημασίας (Harvey, 2016). Κατά την πρώτη περίοδο των 6-8 εβδομάδων καθώς το άτομο βρίσκεται σε κατάκλιση, η φυσικοθεραπεία περιλαμβάνει παθητική κινητοποίηση των αρθρώσεων των άνω και κάτω άκρων, διατάσεις, συχνή αλλαγή θέσεων στο κρεβάτι για πρόληψη ελκών πίεσης, σωστή τοποθέτηση του ατόμου στο κρεβάτι με τη χρήση μαξιλαριών, όπου χρειάζεται, και αναπνευστική φυσικοθεραπεία. Στόχος των ανωτέρω είναι η καλή διατήρηση της εισπνευστικής και εκπνευστικής λειτουργίας, η αποφυγή δυσκαμψιών, μυϊκών ατροφιών, η μείωση του πόνου και η αποφυγή κατακλίσεων (Huang et al., 2020). Στα άτομα με ατελή κάκωση νωτιαίου μυελού η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση περιλαμβάνει κινησιοθεραπεία, αποτελούμενη από ισομετρικές και

υποβοηθούμενες ενεργητικές ασκήσεις επί κλίνης, προσπάθεια διατήρησης της καθιστής θέσης και παρότρυνση του ατόμου για ενεργοποίηση όλων των δεξιοτήτων και των μυϊκών συστημάτων που δεν έχουν υποστεί βλάβη, εφόσον έχει εξασφαλιστεί η σταθερότητα της σπονδυλικής στήλης. Το κάθε άτομο με κάκωση νωτιαίου μυελού είναι μοναδική οντότητα και κατά τη διάρκεια της περιόδου αυξημένης φροντίδας, η αποκατάσταση πρέπει να επικεντρώνεται στις δεξιότητες εξατομικευμένα, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή αποκατάσταση σε ιατρικό, φυσικό, κοινωνικό, ψυχαγωγικό, επαγγελματικό και λειτουργικό επίπεδο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την πρόωρη παρέμβαση των ειδικών ομάδων αποκατάστασης μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού (Harvey, 2016). Και πιο συγκεκριμένα, ο φυσικοθεραπευτής κατά το τέλος αυτής της περιόδου καθοδηγεί το άτομο για την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων, μέσω της κινητικής επανεκπαίδευσης, όπως είναι η βάδιση στις παράλληλες μπάρες ή σε σύστημα με ανάρτησης βάρους. Στόχος των ανωτέρω είναι ο έλεγχος της κεφαλής και του κορμού, η βελτίωση της στάσης, της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητας (Nas et al., 2015).

Το χρόνιο στάδιο ξεκινά από τη στιγμή που ο ασθενής είναι νευρολογικά σταθερός (Nas et al., 2015). Στόχος, κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, είναι το άτομο να γίνει όσο το δυνατόν πιο ενεργό και λειτουργικό ανάλογα με τις δικές του ανάγκες. Η ομάδα αποκατάστασης δηλαδή, πρέπει να βλέπει το άτομο εξατομικευμένα και ως ολότητα, καθώς το πρόγραμμά του διαμορφώνεται ανάλογα με τη φύση της εργασίας του και γενικά από τον προηγούμενο βίο του. Επίσης το πρόγραμμα αποκατάστασης εξαρτάται από το επίπεδο της βλάβης (μερική ή ολική παράλυση), την ηλικία, το βάρος, την κατάσταση της υγείας στου πριν την κάκωση, αλλά και από το ψυχολογικό του υπόβαθρο. Για παράδειγμα ένας υπερηλικάς με αναπνευστικά ή καρδιακά προβλήματα θα έχει πολύ διαφορετικό χειρισμό στην αποκατάστασή του από έναν ενεργό ενήλικα, χωρίς υποκείμενα νοσήματα πριν τη βλάβη.

Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει πως η κινησιοθεραπεία και η επανεκπαίδευση βελτιώνουν την κινητικότητά τους, εκτός από την αυθόρμητη βελτίωσή τους, όπως βελτιώνεται και η ικανότητα στήριξης του βάρους τους, η οποία παραμένει έως και 6 εβδομάδες, μετά το πέρας της αποκατάστασής τους. Από την άλλη μεριά, το άτομο μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού βελτιώνει την κινηματική των άκρων, την ταχύτητα βάδισης, την αντοχή και την ισορροπία του. Επίσης, κατά την εκπαίδευση των κινητικών λειτουργιών βελτιώνονται και οι ζωτικές λειτουργίες, λόγω



πλαστικότητας των νευρωνικών δικτύων του νωτιαίου μυελού (Κνίκου, 2012), (Smith & Κνίκου, 2016), (Christopher, 2016).

## Μεθοδολογία

Η συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση περιλαμβάνει δημοσιευμένα άρθρα της τελευταίας πενταετίας, από το 2017-2021. Χρησιμοποιήθηκαν οι μηχανές αναζήτησης Medline, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL) και Physiotherapy Evidence Database (PEDro).

Όσον αφορά τη στρατηγική ανεύρεσης της αρθρογραφίας χρησιμοποιήθηκαν λέξεις-κλειδιά spinal cord injury, exercise, stretch, gait training, physiotherapy intervention, strength, TENS, electrical stimulation (Παράρτημα 1).

Οι έρευνες που συμπεριλήφθηκαν είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες (randomized controlled trials), μία περιγραφική τυχαιοποιημένη μελέτη (descriptive), μία πιλοτική τυχαιοποιημένη μελέτη (pilot randomized controlled trial), μία πιλοτική τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη (pilot randomized cross-over trial), μία πιλοτική δοκιμή (pilot study), μία αναδρομική μη ελεγχόμενη, με συλλογή δεδομένων από θεραπευτές (Retrospective) και μία ημιπειραματική μελέτη (Quasi-experimental study), οι οποίες συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα των διαφόρων φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Οι παρεμβάσεις οι οποίες αναλύθηκαν είναι ο Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός (Functional Electrical Stimulation, FES), ο Υβριδικός Λειτουργικός Ηλεκτρικός Ερεθισμός (Hybrid- Functional Electrical Stimulation, Hybrid-FES), η εκπαίδευση βάδισης με πρόσδεση από ψηλά (gait training supported overhead harness), η ποδηλασία με Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό σε συνδυασμό με παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας για βιοανατροφοδότηση (FES Cycling combined virtual reality racing biofeedback), ασκήσεις μεταφοράς βάρους (weight-bearing exercises), εκπαίδευση δραστηριοτήτων με εξειδικευμένα μέσα και παρεμβάσεις (activity-based therapy), εκπαίδευση δύναμης, Θεραπευτικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (Therapeutic Electrical Stimulation, TES), εντατική άσκηση για ολόκληρο το σώμα και πρόγραμμα άσκησης άνω κορμού, Διαδερμικό Νευρικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (Transcutaneous

Electrical Nerve Stimulation, TENS), ισορροπιστικές ασκήσεις, πρόωμη εντατική αποκατάσταση, συνηθισμένη φυσικοθεραπευτική παρέμβαση, φυσικοθεραπεία μέσω υπολογιστή (web- based physiotherapy), εκπαίδευση σε διάδρομο βάρους με ανάρτηση βάρους (body- weight support treadmill training) και αεροβική άσκηση. Από την ανασκόπηση εξαιρέθηκαν οι εγγραφές ατομικών περιπτώσεων, άλλες συστηματικές ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας, κεφάλαια βιβλίων, καθώς και αρθρογραφία που δεν περιελάμβανε οποιαδήποτε μορφή άσκησης για τους συμμετέχοντες. Η αναζήτηση της αρθρογραφίας έγινε μόνο στην Αγγλική γλώσσα.

Επιπροσθέτως έγινε έλεγχος του τίτλου και της περίληψης των άρθρων που βρέθηκαν σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής. Κάποια άρθρα απορρίφθηκαν λόγω τίτλου ή περίληψης και διπλής εγγραφής και διαβάστηκαν μόνο εκείνα που επέτρεπαν πλήρη πρόσβαση σε ολόκληρη τη μελέτη (Εικόνα 6).

Από τη μελέτη του κάθε άρθρου μεμονωμένα καταγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (αριθμός ασθενών, ηλικία, φύλο, επίπεδο κάκωσης νωτιαίου μυελού, κατάταξη σύμφωνα με την Αμερικάνικη Κλίμακα Βλάβης Νωτιαίου Μυελού (American Spinal Cord Injury Association Impairment Scale-ASIA) όπως και το χρονικό διάστημα μετατραυματικά (Πίνακας 4).

## Αξιολόγηση Ποιότητας Μελετών

Η αξιολόγηση της ποιότητας των μελετών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την κλίμακα Physiotherapy Evidence- Based Database Scale –PEDro (Πίνακας 5). Η κλίμακα PEDro αξιολογεί τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές μελέτες, σχετικές με φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις. Οι μελέτες οι οποίες συμπεριλήφθηκαν στη συγκεκριμένη ανασκόπηση αξιολογήθηκαν ως προς:

1. Την καταλληλότητα συμμετοχής των ασθενών (eligibility criteria),
2. Την τυχαιοποίηση (random allocation),
3. Την απόκρυψη καταμερισμού (allocation concealment),
4. Την ομοιότητα στα αρχικά χαρακτηριστικά (groups were similar to baseline),
5. Την τυφλότητα ως προς τους ασθενείς (blinding of all subjects),
6. Την τυφλότητα ως προς τους θεραπευτές (blinding of all therapists),

7. Την τυφλότητα ως προς τους αξιολογητές (blinding of assessors),
8. Την ύπαρξη μετρήσεων για την τελική έκβαση για τουλάχιστον του 85% του αρχικού δείγματος, το οποίο είχε κατανεμηθεί στις ομάδες (measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated groups),
9. Την πρόθεση για θεραπεία (intention to treat analysis),
10. Την παρουσίαση αποτελεσμάτων σύγκρισης μεταξύ των ομάδων για τουλάχιστον μία βασική έκβαση (between- group statistical comparisons are reported for at least one key outcome) και
11. Αν η μελέτη παρουσιάζει σημειακούς εκτιμητές και μέτρα διασποράς για τουλάχιστον μία κύρια έκβαση (point measures and measures of variability).

Στην συγκεκριμένη κλίμακα εάν κάποιο από τα παραπάνω κριτήρια ισχύει, βαθμολογείται με 1. Το πρώτο κριτήριο εξετάζει την εξωτερική εγκυρότητα, το δεύτερο έως το ένατο κριτήριο την εσωτερική εγκυρότητα και το δέκατο και ενδέκατο κριτήριο την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η μέγιστη βαθμολογία είναι το 10 (εκτός του πρώτου κριτηρίου) και η χαμηλότερη είναι το 0. Οι μελέτες που συγκεντρώνουν από 0-3 βαθμούς αξιολογούνται ως μελέτες «χαμηλής ποιότητας», από 4-6 βαθμούς ως «μέτριας ποιότητας» και από 7-10 βαθμούς ως «υψηλής ποιότητας» (Πίνακας 5). Η συγκεκριμένη κλίμακα θεωρείται αρκετά αξιόπιστη και έγκυρη (Foley et al., 2006).

*Πίνακας 4. Βασικά Στοιχεία Συμμετεχόντων*

Μελέτες	Αριθμός συμμετεχόντων	Ηλικία (mean)	Φύλο (Α/Θ)	Επίπεδο κάκωσης	Κατάταξη στην κλίμακα ASIA	Μήνες μετά την κάκωση
(Akkurt et al., 2017)	33	35	29Α/4Θ	A7-O3	A-D	15
(Covarrubias-Escudero et al., 2019)	34	40,5	27Α/7Θ	A5-O2	C ή D	19
(Coulter et al., 2017)	21	49,8	14Α/10Θ	A1-O3	-	172,2
Harvey et al., 2017	70	29	61Α/9Θ	A2-Θ1	A-D	4,8
Unger et al., 2019, 2021	20	56,9	7Α/13Θ	A1-O5	C ή D	90,4

(Sivaramakrishnan et al., 2018)	10	39	9A/1Θ	A3-Θ10	A-E	2,9
(Galea et al., 2018)	116	41,5	98A/18Θ	A2/Θ12	A-D	56,4
(Iwahashi et al., 2017)	29	58,6	28A/1Θ	A3-A7	B-C	0,25
(Bye et al., 2017)	30	46	24A/6Θ	A1-I5	A-D	12
(de Oliveira et al., 2019)	91	35,3	65A/26Θ	A1-I5	A-D	43,1
(Craven et al., 2017)	34	55,3	26A/8Θ	A2-Θ12	C ή D	18
(Rahimi et al., 2020)	16	37	3A/13Θ	Θ2-Θ12	A	160
(Duffell et al., 2019)	11	56,5	10A/12Θ	A2-Θ12	C ή D	87,5
(Hossain et al., 2018)	15	34,7	15A/-	A1-I5	A-D	-
(Chou et al., 2020)	25	29	23A/2Θ	A1-I5	A-D	15

Πίνακας 5. Αξιολόγηση ποιότητας των μελετών βάσει της κλίμακας PEDro.<sup>1</sup>

Μελέτη	Καταλ	Τυχαιο	Αποκρ	Όμοιο	Τυφλο Α	Τύφλο Θ	Τύφλο Ε	Αποτ. >85%	Προθ	Έκβαση	Σύνολο	Ποιότητα έρευνας
(Akkurt et al., 2017)	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι/ναι	7	Υψηλή
(Covarrubias-Escudero et al., 2019)	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	6	Μέτρια
(Coulter et al., 2017)	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	6	Μέτρια
Harvey et al., 2017	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	8	Υψηλή
Unger et al., 2019, 2021	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	8	Υψηλή
(Sivaramakrishnan et al., 2018)	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	7	Υψηλή
(Galea et al., 2018)	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι/ναι	6	Μέτρια
(Iwahashi et al., 2017)	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	7	Υψηλή
(Bye et al., 2017)	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	7	Υψηλή
(de Oliveira et al., 2019)	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι/οχι	0	Χαμηλή
(Craven et al., 2017)	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	8	Υψηλή
(Rahimi et al., 2020)	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι/ναι	6	Μέτρια
(Duffell et al., 2019)	Ναι	Ο	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι/οχι	1	Χαμηλή
(Hossain et al., 2018)	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	-	Όχι	Όχι/οχι	0	Χαμηλή
(Chou et al., 2020)	Ναι	Ναι	-	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι/ναι	5	Μέτρια

<sup>1</sup> Η κωδικοποίηση των στηλών έγινε με βάση τα παρακάτω: Καταλ.= Καταλληλότητα συμμετοχής ασθενών, Τυχαιο= Τυχαιοποίηση, Αποκρ= Απόκρυψη καταμερισμού, Όμοιο= Ομοιότητα χαρακτηριστικών, ΤυφλοΑ= Τυφλοποίηση ασθενών, ΤύφλοΘ= Τυφλοποίηση θεραπειών, ΤύφλοΕ= Τυφλοποίηση αξιολογητών της έκβασης, Αποτ.>85%= Αποτελέσματα >85% του αρχικού δείγματος, Προθ= Πρόθεση για θεραπεία, Έκβαση= Έκβαση (σύγκριση μεταξύ των ομάδων/μέτρα διασποράς)

## Αποτελέσματα

Συνολικά προέκυψαν 1019 εγγραφές μετά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων και χρησιμοποιώντας τις λέξεις- κλειδιά. Από αυτές αφαιρέθηκαν 44 άρθρα λόγω διπλών εγγραφών και μελετήθηκαν 975 άρθρα ως προς τον τίτλο και την περίληψη, ώστε να βρεθεί η συσχέτιση με το θέμα της παρούσας ανασκόπησης. Αποκλείστηκαν 957 άρθρα, λόγω μη συνάφειας με το σκοπό της ανασκόπησης (122), δεν υπήρξε πρόσβαση στο πλήρες κείμενο (702), εξαιρέθηκαν άλλες συστηματικές ανασκοπήσεις και ατομικές κλινικές περιπτώσεις (110), όπως και οι εγγραφές οι οποίες δεν είχαν δημοσιευτεί την τελευταία πενταετία (23). Έτσι 18 άρθρα μελετήθηκαν ενδελεχώς, σε πλήρες κείμενο και 2 από αυτά αποκλείστηκαν, λόγω μικρού δείγματος των ασθενών, παρόλο που πληρούσαν τις υπόλοιπες προϋποθέσεις. Αναλυτικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αναζήτησης στον ιστό στην Εικόνα 6.

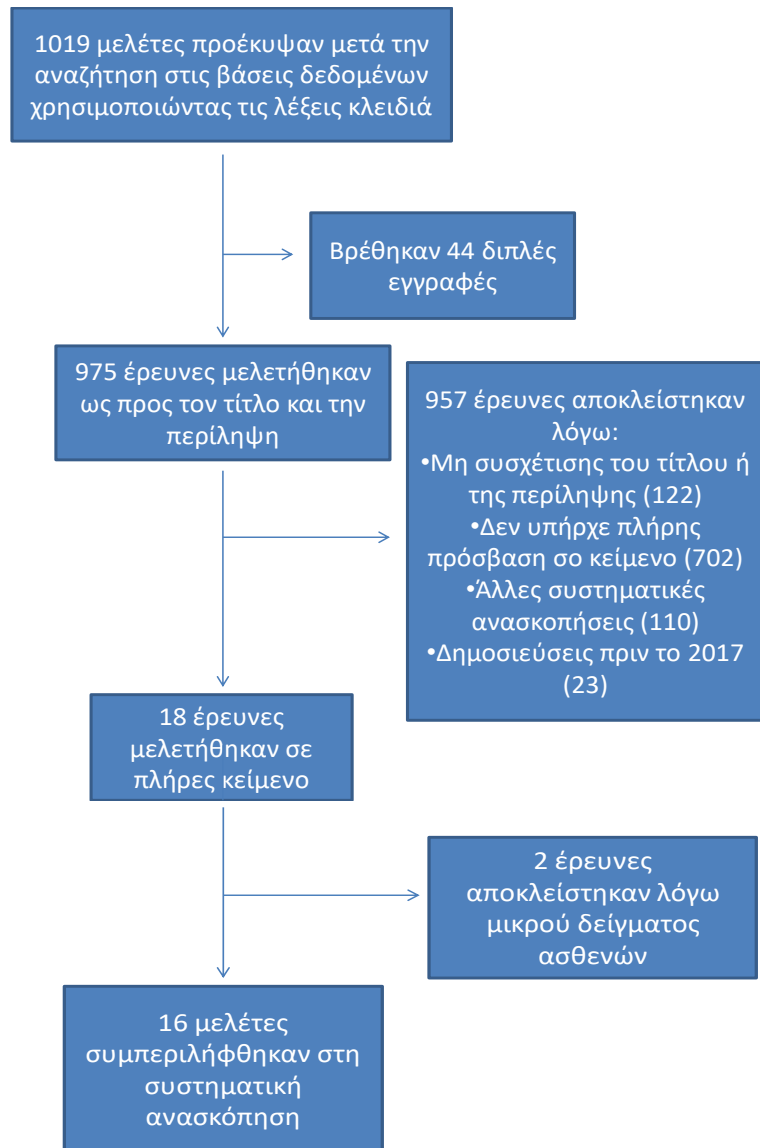
Από τις 16 μελέτες που τελικά συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση οι 10 είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες (randomized controlled trials), μία περιγραφική τυχαιοποιημένη μελέτη (descriptive), μία πιλοτική τυχαιοποιημένη μελέτη (pilot randomized controlled trial), μία πιλοτική τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη (pilot randomized cross-over trial), μία πιλοτική δοκιμή (pilot study), μία αναδρομική μη ελεγχόμενη, με συλλογή δεδομένων από θεραπευτές (Retrospective) και μία ημιπειραματική μελέτη (Quasi-experimental study), οι οποίες ασχολούνται με την φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση ασθενών μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού. Επιπροσθέτως, οι 16 μελέτες αξιολογήθηκαν για την ποιότητά τους και τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 5. Πιο συγκεκριμένα οι 7 μελέτες χαρακτηρίστηκαν με «υψηλή ποιότητα», οι 6 με «μέτρια ποιότητα» και οι υπόλοιπες 3 μελέτες χαρακτηρίστηκαν με «χαμηλή ποιότητα» (Πίνακας 5).

Τα βασικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Ο Πίνακας 4 περιλαμβάνει τον αριθμό των συμμετεχόντων που έλαβε μέρος σε κάθε έρευνα, ο οποίος κυμαίνεται από 10 έως 116 άτομα, με συνολικό αριθμό στις έρευνες τα 555 άτομα με τραυματική ή μη κάκωση νωτιαίου μυελού σε ολόκληρο το εύρος της Σπονδυλικής Στήλης. Η κατάταξη της βλάβης έγινε κυρίως σύμφωνα με την Αμερικάνικη Κλίμακα Βλάβης Νωτιαίου Μυελού (American Spinal Cord Injury Association Impairment Scale- ASIA) και χαρακτηρίστηκαν με βαθμό A έως E, εκτός

από μία έρευνα, κατά την οποία χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Frankel (Iwahashi et al., 2017) που χαρακτηρίστηκε με βαθμό B ή C. Το χρονικό διάστημα που μελετήθηκε στα άτομα μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού κυμαίνεται από μια εβδομάδα έως 25 χρόνια.

Σε μία τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν 33 άτομα συνολικά. 17 συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης, οι οποίοι έλαβαν γενικές ασκήσεις αποκατάστασης, αεροβική άσκηση με εργόμετρο χειρός και αναπνευστικές ασκήσεις. Στην ομάδα ελέγχου συμμετείχαν 16 άτομα, οι οποίοι έλαβαν γενικές ασκήσεις αποκατάστασης σε διάφορες θέσεις (πρηνή, ύπτια, τετραποδική, γονυπετής και όρθια θέση) για τον άνω και κάτω κορμό (παθητικές, υποβοηθούμενες, ενεργητικές σε όλο το εύρος κίνησης της άρθρωσης και ασκήσεις ενδυνάμωσης), ισορροπιστικές ασκήσεις, locomotor training με ή χωρίς ανάρτηση βάρους. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την παρέμβαση, η δεύτερη την 6<sup>η</sup> εβδομάδα και η τρίτη τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα. Στα αποτελέσματα βρέθηκε σημαντική βελτίωση των ατόμων της παρέμβασης μετά την αποκατάσταση στο pVO<sub>2</sub> (peak oxygen uptake) και στο PO (work output load), ως προς τη λειτουργικότητα, ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στις μετρήσεις την ίδια περίοδο. Επίσης καμία διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των 2 ομάδων σύμφωνα με την κλίμακα λειτουργικής ανεξαρτησίας FIM (Functional Independence Measurement) κατά την περίοδο των μετρήσεων. Επιπροσθέτως, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων κατά τις τρεις μετρήσεις, όσον αφορά την αναπνευστική λειτουργία, την ποιότητα διαβίωσης, την ψυχολογική κατάσταση των ατόμων, τις παραμέτρους μεταβολικού συνδρόμου, όπως και δεν άλλαξε ο βαθμός ανικανότητάς τους (Πίνακας 6) (Akkurt et al., 2017).

Εικόνα 6. Διάγραμμα Ροής





Σε μια περιγραφική τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 34 συμμετέχοντες. Τα 17 άτομα της ομάδας παρέμβασης εκπαιδεύτηκαν σε διάδρομο βάρδισης, με την κατάλληλη ανάρτηση βάρους, εξατομικευμένα. Η ομάδα ελέγχου περιλάμβανε 17 υγιείς συμμετέχοντες, οι οποίοι έκαναν απλή βάρδιση σε διάδρομο. Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη της παρέμβασης και η δεύτερη με την πάροδο της έκτης εβδομάδας. Τα αποτελέσματα συγκρίνονταν με την ομάδα ελέγχου, αλλά δημιουργήθηκε και μια υποομάδα στην ομάδα παρέμβασης, η οποία χωρίστηκε σύμφωνα με την κατάταξη στην κλίμακα ASIA C (10 ασθενείς) και D (7 ασθενείς). Στα αποτελέσματα βρέθηκε βελτίωση της στατικής ισορροπίας της ομάδας παρέμβασης, χωρίς όμως να υπάρχει βελτίωση στην ανεξάρτητη βάρδιση. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την κλίμακα μέτρησης Normalized Jerk (NJ) οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης βελτιώθηκαν μετά το πρωτόκολλο σε διάδρομο βάρδισης με ανάρτηση βάρους. Η υποομάδα με ASIA C εμφάνισε σημαντική διαφορά με την πάροδο των έξι εβδομάδων, σε σύγκριση με την υποομάδα με ASIA D. Καμία σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε σύμφωνα με την μέτρηση root mean square (RMS) μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης και τέλος παρόλη την βελτίωση που βρέθηκε στην στατική ισορροπία των ατόμων, σύμφωνα με την NJ κλίμακα, δεν επηρεάστηκε θετικά η ανεξάρτητη βάρδιση (Πίνακας 6) (Covarrubias-Escudero et al., 2019).

Σύμφωνα με μια πιλοτική τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 21 συμμετέχοντες. Τα 15 άτομα της ομάδας παρέμβασης συμμετείχαν στο πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι, μέσω μιας ειδικά σχεδιασμένης πλατφόρμας στο διαδίκτυο, ακολουθώντας τις οδηγίες και συμπλήρωναν ημερολόγιο. Τα 6 άτομα της ομάδας ελέγχου συνέχισαν τη συνηθισμένη τους άσκηση (άσκηση στο σπίτι, γυμναστήριο ή συμμετοχή στην ομάδα της αποκατάστασής τους) κι επίσης τους ζητήθηκε να καταγράφουν στο ημερολόγιο τις δραστηριότητές τους. Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Η πρώτη καταγράφηκε πριν την παρέμβαση και η δεύτερη μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος την 8<sup>η</sup> εβδομάδα. Μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων βρέθηκε βελτίωση της ομάδας παρέμβασης στο τεστ με 6 λεπτά βάρδιση (6 Minutes Walk Test- 6MWT) και στο 6 λεπτά τεστ ώθησης (6 Minutes Push Test- 6MPT), ανάλογα αν ο συμμετέχοντας ήταν περιπατητικός ή στο αναπηρικό αμαξίδιο. Τα αποτελέσματα δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, λόγω του μικρού δείγματος. Όσον αφορά τις ψυχολογικές παραμέτρους, οι οποίες μετρήθηκαν

με την κλίμακα Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) και με την κλίμακα World Health Organization Quality of Life Bref Scale (WHO-QoL BREF) δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσε η ομάδα παρέμβασης, έδειξε ότι ήθελαν να παρακολουθήσουν στο μέλλον ένα πρόγραμμα άσκησης, μέσω υπολογιστή και θα το πρότειναν και σε άλλους, καθώς το βαθμολόγησαν «καλό» ή «τέλειο». Κατά την τηλεφωνική επικοινωνία, οι συμμετέχοντες ανέφεραν πως παρατήρησαν φυσικά και ψυχολογικά οφέλη από την άσκηση και βελτιώθηκε ο πόνος σε 3 άτομα, η δύναμη σε 2, η κινητικότητα σε 3, η ελαστικότητα σε 1, η διάθεση και η ενέργεια σε 2, η ισορροπία σε 1, η αυτοπεποίθηση σε 1, και η υγεία γενικότερα σε 1. Τρεις από τους συμμετέχοντες δεν παρατήρησαν κανένα όφελος από την άσκηση, αλλά οι δυο ανέφεραν ότι ίσως συνέβη αυτό, λόγω της μη τήρησης των αρχικών οδηγιών (Πίνακας 6) (Coulter et al., 2017).

Σύμφωνα με μία ακόμη τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν 70 άτομα. Τα 37 άτομα συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης και έλαβαν εντατική άσκηση στο χέρι στόχο, με παράλληλη εφαρμογή Λειτουργικού Ηλεκτρικού Ερεθισμού (Functional Electrical Stimulation- FES). Οι ασκήσεις περιελάμβαναν παιχνίδια στον υπολογιστή, κατά τα οποία εκπαιδεύονταν διάφορες λειτουργικές δεξιότητες του χεριού, όπως άρπαγμα, στροφές, σπρώξιμο και χαλάρωση. Οι συμμετέχοντες συνέχιζαν τη συνηθισμένη τους άσκηση. Τα 33 άτομα της ομάδας έλεγχου ακολουθούσαν το συνηθισμένο τους πρόγραμμα αποκατάστασης και μετά το πέρας, του προγράμματος παρέμβασης, ακολούθησαν πρόγραμμα λειτουργικών ασκήσεων χειρός-στόχου, μέσω υπολογιστή χωρίς τη χρήση FES. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη του προγράμματος σε 70 συμμετέχοντες. Η δεύτερη πραγματοποιήθηκε την 11<sup>η</sup> εβδομάδα σε 66 συμμετέχοντες και η τρίτη μέτρηση έλαβε χώρα την 26<sup>η</sup> εβδομάδα σε 56 συμμετέχοντες, που τελικά κατάφεραν να ολοκληρώσουν το πρόγραμμα. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, η ομάδα παρέμβασης σημείωσε βελτίωση στο modified Action Research Arm Test (m-ARAT) με τη λήξη του προγράμματος αποκατάστασης. Παρόλα αυτά, μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, βρέθηκε ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των δυο ομάδων, κατά την περίοδο των 26 εβδομάδων, καθώς δεν υπήρξε καμία βελτίωση στη λειτουργικότητα του χεριού στα άτομα με τετραπληγία, κατά την υποξεία φάση (Πίνακας 6) (Harvey

et al., 2017).

Στην επόμενη τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 20 συμμετέχοντες. Τα 10 άτομα που συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης 1 συνέχιζαν να εκτελούν το συνηθισμένο πρόγραμμα αποκατάστασης, χωρίς να προσθέσουν κάτι καινούριο σε αυτό και ταυτόχρονα εκπαιδεύτηκαν σε ισορροπιστικές ασκήσεις με τη μέθοδο Perturbation- based Balance Training (PBT). Τα υπόλοιπα 10 άτομα συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης 2, οι οποίοι συνέχιζαν κι εκείνοι το συνηθισμένο τους πρόγραμμα αποκατάστασης, χωρίς την πρόσθεση κάποιας καινούριας άσκησης και ταυτόχρονα εκπαιδεύτηκαν σε ισορροπιστικές ασκήσεις με τη μέθοδο Conventional Intensive Balance Training (CIBT). Στη συγκεκριμένη μελέτη γίνεται σύγκριση των δυο ανωτέρω ισορροπιστικών προγραμμάτων, χωρίς να υπάρχει ομάδα ελέγχου που να λαμβάνει το συνηθισμένο της πρόγραμμα αποκατάστασης, χωρίς την πρόσθεση ισορροπιστικών ασκήσεων. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις. Η πρώτη και η δεύτερη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης των 8 εβδομάδων, με δυο εβδομάδες διαφορά μεταξύ των μετρήσεων. Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στα μισά του προγράμματος παρέμβασης, δηλαδή στις 4 εβδομάδες και η τέταρτη μέτρηση έγινε με το πέρας της παρέμβασης στην 8<sup>η</sup> εβδομάδα. Επίσης ακολούθησε η πέμπτη μέτρηση στον 3<sup>ο</sup> μήνα και η έκτη μέτρηση στον 6<sup>ο</sup> μήνα, αφού οι συμμετέχοντες είχαν σταματήσει το εντατικό πρόγραμμά τους με τις ισορροπιστικές ασκήσεις (Unger et al., 2019). Στα αποτελέσματα των μετρήσεων βρέθηκε, πως κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης ισορροπίας, η ομάδα PBT χρειαζόταν περισσότερα βήματα αντίδρασης, συγκριτικά με την ομάδα CIBT, όταν έχαναν την ισορροπία τους. Δεν υπήρξε διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, όσον αφορά τη βοήθεια που χρειάστηκαν ώστε να επαναφέρουν την ισορροπία τους. Στο Lean and Release Test δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων. Επίσης, όσον αφορά την ισορροπία, τη δύναμη και το βάδισμα και οι δυο ομάδες βελτιώθηκαν, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στην επαναξιολόγηση των 3 μηνών μόνο ένα άτομο είχε εγκαταλείψει το πρόγραμμα και πάλι δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Στην επαναξιολόγηση των 6 μηνών, κατά την οποία οκτώ άτομα δεν συμμετείχαν, μετρήθηκαν αριθμητικά οι πτώσεις και των δυο ομάδων και δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, αν και στα διαγράμματα φαίνεται, πως στην ομάδα PBT καθυστέρησε χρονικά η πρώτη πτώση, συγκριτικά με

την ομάδα CIBT (Πίνακας 6) (Unger et al., 2021).

Σε μία πιλοτική τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 10 συμμετέχοντες. Τα 5 άτομα που συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης έλαβαν θεραπεία με Διαδερμικό Ηλεκτρικό Νευρικό Ερεθισμό (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation- TENS) και οι υπόλοιποι 5, οι οποίοι συμμετείχαν στη δεύτερη ομάδα, έλαβαν θεραπεία με Λειτουργικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (Functional Electrical Stimulation-FES). Πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος, η δεύτερη στη μισή ώρα χρήσης του TENS και του FES, η τρίτη στην πρώτη ώρα, η τέταρτη μετά από 4 ώρες και η πέμπτη στις 24 ώρες, μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου. Κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, αποδείχθηκε πως και οι δυο παρεμβάσεις μειώνουν τη σπαστικότητα στα κάτω άκρα, για τέσσερις ώρες. Επιπροσθέτως, η εφαρμογή FES μείωσε σημαντικά το βαθμό στη μέτρηση της κλίμακας Spinal Cord Assessment Tool for Spastic Reflexes (SCATS) για πάνω από τέσσερις ώρες, μετά την εφαρμογή του. Δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, κατά τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν (Πίνακας 6) (Sivaramakrishnan et al., 2018).

Στην επόμενη τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 116 συμμετέχοντες. Τα 60 άτομα της ομάδας παρέμβασης έλαβαν ασκησιολόγιο για ολόκληρο το σώμα, το οποίο περιελάμβανε locomotor training, FES σε συνδυασμό με υποβοηθούμενο ποδήλατο και γενικές ασκήσεις κορμού, άνω και κάτω άκρων. Τα 56 άτομα της δεύτερης ομάδας εκπαιδεύτηκε σε ένα πρόγραμμα κυκλικής άσκησης για τον άνω κορμό και τα άνω άκρα, το οποίο περιελάμβανε ασκήσεις αντίστασης και αεροβικές ασκήσεις. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος, η δεύτερη αφού ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα στις 12 εβδομάδες με 54 συμμετέχοντες στην ομάδα θεραπείας για ολόκληρο το σώμα και 49 συμμετέχοντες στην ομάδα του άνω κορμού και άνω άκρων. Ακολούθησε και μια τρίτη μέτρηση με 49 άτομα στην ομάδα θεραπείας για ολόκληρο το σώμα και 40 άτομα στην ομάδα του άνω κορμού και άνω άκρων. Μετά τον έλεγχο των μετρήσεων, βρέθηκε πως δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των δυο ομάδων και καμία νευρολογική βελτίωση, σύμφωνα με την κλίμακα ASIA. Παρατηρήθηκαν αλλαγές όμως στην κλίμακα ASIA σε 14 ασθενείς. Οι 7 στην ομάδα θεραπείας για ολόκληρο το σώμα και οι υπόλοιποι 7 στην ομάδα του άνω κορμού και άνω άκρων. Όσον αφορά τους συμμετέχοντες της πρώτης ομάδας βελτιώθηκαν οι 4

και είναι αξιοσημείωτο πως οι 2 από αυτούς είχαν σημαντική βελτίωση, σύμφωνα με την κλίμακα ASIA, κατά την οποία μετέβησαν από το A στο C και B, παρόλο που είχαν 3 και 15,5 χρόνια, μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού. Υπήρξε 1 συμμετέχοντας, ο οποίος στη μέτρησή του αμέσως μετά την παρέμβαση χειροτέρευσε, αλλά στην επόμενη μέτρηση των 6 μηνών είχε επιστρέψει στον αρχικό του βαθμό. Οι υπόλοιποι 2 συμμετέχοντες της ίδιας ομάδας, χειροτέρευαν σύμφωνα με την ASIA. Επίσης, οι 4 της δεύτερης ομάδας βελτιώθηκαν και σε αυτή την περίπτωση, το αξιοσημείωτο είναι πως οι 3 από αυτούς που βελτιώθηκαν μετέβησαν από το A στο B ή στο C, παρόλο που είχαν 2,5 έως 5 χρόνια περίπου, μετά την κάκωση νωτιαίου μυελού. Υπήρξε 1 συμμετέχοντας, ο οποίος άλλαξε βαθμό στην κλίμακα ASIA και βελτιώθηκε, κατά την δεύτερη μέτρηση, μετά την παρέμβασή του, αλλά στην επόμενη μέτρηση των 6 μηνών ξαναέφτασε στον αρχικό βαθμό του. Οι υπόλοιποι 2 συμμετέχοντες χειροτέρευαν (Πίνακας 6) (Galea et al., 2018).

Στην επόμενη τυχαιοποιημένη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 29 συμμετέχοντες. Οι 15 συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης έλαβαν θεραπεία με Θεραπευτικό Ηλεκτρικό Ερεθισμό (Therapeutic Electrical Stimulation- TES), σε συνδυασμό με κλασική φυσικοθεραπεία. Οι 14 συμμετέχοντες της ομάδας ελέγχου ακολούθησαν πρόγραμμα κλασική φυσικοθεραπείας. Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος, η δεύτερη στον πρώτο μήνα παρέμβασης και η τρίτη μέτρηση με την λήξη του προγράμματος, στον τρίτο μήνα. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, όσον αφορά την πλήρη παθητική κινητοποίηση (Total Passive Motion- TPM) των δακτύλων, στη μείωση του οιδήματος και στη μέτρηση του άνω άκρου. Αυτό όμως που βρέθηκε, ήταν πως στην ομάδα ελέγχου μειώθηκε το εύρος κίνησης των δακτύλων, κατά την παθητική κινητοποίηση, με τη διακοπή του προγράμματος, τον τρίτο μήνα (Πίνακας 6) (Iwahashi et al., 2017).

Σε ακόμη μία τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 30 συμμετέχοντες. Τα 15 άτομα της ομάδας παρέμβασης έκαναν ασκήσεις ενδυνάμωσης, στο πειραματικό άκρο, με προοδευτική αντίσταση για 12 εβδομάδες και ακολούθησαν το συνηθισμένο πρόγραμμα άσκησής τους. Τα 15 άτομα της ομάδας ελέγχου ακολούθησαν το συνηθισμένο πρόγραμμα άσκησής τους. Πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος και η δεύτερη με τη λήξη του προγράμματος, στις 12 εβδομάδες. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων βρέθηκε

βελτίωση της μέγιστης μυϊκής δύναμης ισομετρικά, με σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, παρόλο που και οι 2 ομάδες βελτιώθηκαν. Επίσης αποδείχθηκε πως, οι ασκήσεις ενδυνάμωσης δεν έχουν επιβλαβή αποτελέσματα, όσον αφορά τη σπαστικότητα. Επιπροσθέτως, βρέθηκε κλινικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων στη μυϊκή κόπωση, την αντίληψη της δύναμης και της λειτουργικότητας (Πίνακας 6) (Bye et al., 2017).

Σε μια αναδρομική μελέτη συλλογής δεδομένων αξιολογήθηκαν συνολικά 91 συμμετέχοντες. Όλα τα άτομα συμμετείχαν σε πρόγραμμα Activity- Based Therapy (ABT) με εξατομικευμένο πρόγραμμα, ανάλογα με τους στόχους και τη λειτουργικότητά τους. Υπήρξε εκπαίδευση σε ειδικές λειτουργίες (task-specific training), μεταφορές βάρους (weight-bearing tasks), πρόγραμμα ενδυνάμωσης για ολόκληρο το σώμα (whole body muscle strengthening) σε διάφορες θέσεις (κάθισμα στην άκρη του κρεβατιού, τετραποδική θέση και γονυπετής), ορθοστάτιση με μερική ή πλήρης στήριξη βάρους του σώματος, διάδρομος βάδισης με ανάρτηση βάρους, υποβοηθούμενη άσκηση, ασκήσεις αντίστασης, νευρομυϊκός ηλεκτρικός ερεθισμός, ισορροπιστικές και συνδυαστικές ασκήσεις. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος και μετέπειτα, οι μετρήσεις γίνονταν κάθε 3 μήνες, για 12 μήνες. Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων βρέθηκε, σημαντική βελτίωση στην λειτουργική ανεξαρτησία και σημαντική βελτίωση στην ισορροπία, κατά την καθιστή θέση. Αποδείχθηκε πως, οι συμμετέχοντες με τις περισσότερες συνεδρίες (72 συνεδρίες) είχαν μεγαλύτερη βελτίωση, συγκριτικά με αυτούς που ακολούθησαν λιγότερες συνεδρίες (26 συνεδρίες) (Πίνακας 6) (de Oliveira et al., 2019).

Σε μια τυχαίοποιημένη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 34 συμμετέχοντες. Τα 17 άτομα, της ομάδας παρέμβασης, έλαβαν θεραπεία με FES κατά τη διάρκεια βάδισης, με ανάρτηση βάρους. Τα υπόλοιπα 17 άτομα, της ομάδας ελέγχου, έκαναν αεροβικές ασκήσεις (ποδηλασία χειρός ή ποδιού, βάδιση σε παράλληλες μπάρες ή διάδρομο βάδισης) και ασκήσεις αντίστασης. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη πραγματοποιήθηκε πριν την έναρξη του προγράμματος, η δεύτερη στους 4 μήνες, με τη λήξη του προγράμματος και η επόμενη στους 12 μήνες. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, βρέθηκε πως δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων, όσον αφορά τη δύναμη του οστού, μετά τους 4 μήνες εκπαίδευσης, παρόλο που παρατηρήθηκαν αλλαγές στη συγκέντρωση οστεοκαλσίνης

στην ομάδα παρέμβασης (Πίνακας 6) (Craven et al., 2017).

Στην επόμενη τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν συνολικά 16 συμμετέχοντες. Στην πρώτη ομάδα παρέμβασης, οι 5 έλαβαν προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους (Advanced Weight-Bearing Mat Exercises-AWMEs) σε τετραποδική και γονυπετής θέση και συνέχιζαν το καθορισμένο πρόγραμμα αποκατάστασής τους. Στη δεύτερη ομάδα παρέμβασης, τα 5 άτομα έλαβαν προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους (AWMEs), με ταυτόχρονη εφαρμογή FES και στα δυο κάτω άκρα, στις ίδιες θέσεις με την πρώτη ομάδα παρέμβασης κι επίσης συνέχιζαν το καθορισμένο πρόγραμμα αποκατάστασης. Η ομάδα έλεγχου των 6 ατόμων συνέχιζαν τις συνηθισμένες τους καθημερινές δραστηριότητες, χωρίς ασκησιολόγιο και χωρίς εφαρμογή FES, κατά τη διάρκεια του προγράμματος. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος και η δεύτερη με τη λήξη του προγράμματος, στις 24 εβδομάδες. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, αποδείχθηκε πως οι προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους (AWMEs) βελτιώναν την ανεξαρτησία των ασθενών, ως προς τις καθημερινές τους δραστηριότητες και την ικανότητα μεταφοράς τους, όταν αυτοί ήταν εξαρτώμενοι από αναπηρικό αμαξίδιο. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκε βελτίωση της ομάδας παρέμβασης με AWMEs και στην ομάδα AWMEs και FES, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, στη μεταφορά αντικειμένων, κατά 1,8 βαθμούς και κατά 2 βαθμούς αντίστοιχα. Καμία διαφορά δεν βρέθηκε στις μετρήσεις της κλίμακας Spinal Cord Independence Measure III (SCIM-III), μεταξύ των ομάδων AWMEs και ομάδας ελέγχου. Ενώ, βρέθηκε βελτίωση στην τετραποδική στήριξη κατά 15 λεπτά και στην γονυπετής κατά 22 λεπτά στη σύγκριση των ίδιων ομάδων. Από την άλλη μεριά, βρέθηκε σημαντική διαφορά στην ομάδα AWMEs και FES, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, κατά 4,1 βαθμούς της κλίμακας SCIM-III, βελτίωση στην τετραποδική στήριξη κατά 16 λεπτά και στη γονυπετής κατά 30 λεπτά. Επιπροσθέτως, καμία σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των δυο ομάδων παρέμβασης, σε όλες τις δοκιμασίες (Πίνακας 6) (Rahimi et al., 2020).

Σε μια πιλοτική μελέτη συμμετείχαν συνολικά 11 άτομα. Όλοι συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης, η οποία περιελάμβανε εργομετρικό ποδήλατο, με ταυτόχρονη χρήση FES (i-cycle). Το i-cycle είναι πετάλια προσαρμοσμένα στο αμαξίδιο μπροστά από μια οθόνη. Οι συμμετέχοντες βλέπουν μια φιγούρα να ποδηλατεί, όσο ποδηλατούν οι ίδιοι, δίνοντας ερέθισμα και ανατροφοδότηση, ενισχύοντας την

εκούσια κινητικότητα. Στις ανηφόρες του παιχνιδιού, το άτομο πρέπει να ποδηλατεί γρηγορότερα. Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε πριν την εφαρμογή του i-cycle, η δεύτερη με τη λήξη του προγράμματος, στις 4 εβδομάδες και η επόμενη 4 εβδομάδες μετά τη λήξη του προγράμματος. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων βρέθηκε βελτίωση στην κλίμακα Interventions Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNC-SCI)  $\geq 8$  βαθμών (Πίνακας 6) (Duffell et al., 2019).

Σε μια ημι- πειραματική μελέτη συμμετείχαν συνολικά 15 άτομα. Και οι 15 συμμετέχοντες ακολούθησαν πρωτόκολλο με πρόγραμμα βάρους με ανάρτηση βάρους για 4 εβδομάδες. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις. Η πρώτη έγινε πριν την έναρξη του προγράμματος και η δεύτερη με τη λήξη του στις 4 εβδομάδες. Μετά τον έλεγχο των αποτελεσμάτων βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, στη βελτίωση της ταχύτητας βάρους των συμμετεχόντων, σύμφωνα με το τεστ 10 λεπτά βάρους (10 Minutes Walk Test- 10MWT), όπως και κατά τη μέτρηση της Berg Balance Score (BBS), για την ισορροπία. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές, μεταξύ των δυο μετρήσεων, στη λειτουργικότητα και την κινητικότητα των ατόμων, σύμφωνα με την κλίμακα Spinal Cord Independence Measurement Mobility Section (SCIM) (Πίνακας 6) (Hossain et al., 2018).

Σε μια τυχαιοποιημένη μελέτη αξιολογήθηκαν 25 άτομα. Τα 10 άτομα που συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης έλαβαν θεραπεία με άσκηση δύναμης και ταυτόχρονη χρήση FES (Hybrid- Functional Electrical Stimulation), ώστε να κερδίσουν ολόκληρη την κάμψη-έκταση γόνατος για 30 λεπτά, χωρίς διάλειμμα, πριν ξεκινήσουν το FES- assisted rowing. Η ομάδα μπορούσε να συνεχίζει το συνηθισμένο της πρόγραμμα αποκατάστασης. Τα 15 άτομα της ομάδας ελέγχου έλαβε θεραπεία στα άνω άκρα χρησιμοποιώντας ένα εργόμετρο άνω άκρων, χωρίς συγκεκριμένο πρωτόκολλο άσκησης (συγκεκριμένη συχνότητα ή ένταση). Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 2 μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν την έναρξη της παρέμβασης και η δεύτερη με τη λήξη του προγράμματος, στους 6 μήνες. Στα αποτελέσματα βρέθηκε ότι το Hybrid-FES rowing δεν βελτίωσε τη σπαστικότητα ή νευρολογικά τους ασθενείς, καθώς δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις μετρήσεις των 2 ομάδων, όσον αφορά τις κινητικές και αισθητηριακές τους μετρήσεις (Πίνακας 6) (Chou et al., 2020)



Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά μελετών (n=16)

Συγγραφέας	Ερευνά	Τύπος θεραπευτικής παρέμβασης	Συχνότητα/διάρκεια εκπαίδευσης	Αποτελέσματα
(Akkurt et al., 2017)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Γενικές Ασκήσεις Αποκατάστασης,  Αεροβική Άσκηση με Εργόμετρο Χειρός και  Αναπνευστικές Ασκήσεις	2 Συνεδρίες/ημέρα, 5 Ημέρες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες  3 Φορές/εβδομάδα, 1,5 ώρα/εβδομάδα  10 Επαναλήψεις, 2 Συνεδρίες/ημέρα, 7 Ημέρες/εβδομάδα	Σημαντική βελτίωση των συμμετεχόντων ως προς τη λειτουργικότητα, καμία βελτίωση στην FIM, στην αναπνευστική λειτουργία, την ποιότητα διαβίωσης, την ψυχολογική κατάσταση, τις παραμέτρους μεταβολικού συνδρόμου, δεν άλλαξε ο βαθμός ανικανότητάς τους
		Ομάδα Ελέγχου: Γενικές Ασκήσεις Αποκατάστασης	2 Συνεδρίες/ημέρα, 5 Ημέρες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες	
(Covarrubias-Escudero et al., 2019)	Περιγραφική Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Διάδρομος Βάδισης με την Κατάλληλη Ανάρτηση Βάρους	3 Συνεδρίες/εβδομάδα για 6 εβδομάδες Σε κάθε συνεδρία τρία 6 λεπτα βαδίσματα στο 0,5km/h, 2 λεπτά διάλλειμα ανάμεσα στα σετ	Βελτίωση της στατικής ισορροπίας της ομάδας παρέμβασης, χωρίς όμως να υπάρχει βελτίωση στην ανεξάρτητη βάδιση.
		Ομάδα Ελέγχου: Διάδρομος Βάδισης	3 Συνεδρίες/εβδομάδα για 6 εβδομάδες Σε κάθε συνεδρία τρία 6 λεπτα βαδίσματα, 2 λεπτά διάλλειμα ανάμεσα στα σετ	
(Coulter et al., 2017)	Πιλοτική Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Πρόγραμμα Άσκησης στο σπίτι μέσω μιας ειδικά σχεδιασμένης πλατφόρμας στο Διαδίκτυο	30 λεπτά, 2 φορές/εβδομάδα για 8 εβδομάδες	Βελτίωση της ομάδας παρέμβασης στο τεστ με 6 λεπτά βάδιση (6 Minutes Walk Test- 6MWT) και στο 6 λεπτά τεστ ώθησης (6 Minutes Push Test- 6MPT), καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στις ψυχολογικές παραμέτρους, στην τηλεφωνική

		Ομάδα Ελέγχου: Συνηθισμένη τους Άσκηση	-	επικοινωνία αναφέρθηκαν φυσικά και ψυχολογικά οφέλη από την άσκηση
Harvey et al., 2017	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Εντατική Άσκηση στο Χέρι Στόχο με Παράλληλη Εφαρμογή FES και τη Συνηθισμένη τους Άσκηση	1 ώρα/ημέρα, 5 Συνεδρίες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες και μετά τις 8 εβδομάδες 15 λεπτά/ημέρα, 3 συνεδρίες/εβδομάδα, χωρίς FES	Βελτίωση στο m-ARAT test Καμία Βελτίωση στη λειτουργικότητα του χεριού
		Ομάδα Ελέγχου: το Συνηθισμένο τους Πρόγραμμα Αποκατάστασης και Πρόγραμμα Λειτουργικών Ασκήσεων Χειρός- Στόχου Μέσω Υπολογιστή	Μετά τις 8 εβδομάδες 15 λεπτά/ημέρα, 3 συνεδρίες/εβδομάδα, χωρίς FES	
Unger et al., 2019, 2021	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης1: Συνηθισμένο Πρόγραμμα Αποκατάστασης, Πρόγραμμα Στατικής και Δυναμικής Ισορροπίας και Ισορροπιστικές Ασκήσεις PBT	1 ώρα/ημέρα, 3 συνεδρίες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες (24 συνεδρίες) Διατάραξη ισορροπίας κάθε 1 λεπτό (τράβηγμα και σπρώξιμο), περίπου 45 διαταράξεις	Βελτίωση στην ισορροπία, τη δύναμη και το βάδισμα
		Ομάδα Παρέμβασης 2: Συνηθισμένο Πρόγραμμα Αποκατάστασης, Πρόγραμμα Στατικής και Δυναμικής Ισορροπίας και Ισορροπιστικές Ασκήσεις CIBT	1 ώρα/ημέρα, 3συνεδρίες/εβδομάδα για 8 εβδομάδες (24 συνεδρίες)	
(Sivarama krishnan et al., 2018)	Πιλοτική Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης 1: TENS	>20mA για 30 λεπτά	Και οι 2 παρεμβάσεις μειώνουν τη σπαστικότητα στα κάτω άκρα για τέσσερις ώρες.

		Ομάδα Παρέμβασης 2: FES	35Hz, 300μs για 30 λεπτά	Και η ομάδα 2 μείωσε σημαντικά το βαθμό στη μέτρηση στην Κλίμακα SCATS για πάνω από τέσσερις ώρες
(Galea et al., 2018)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Locomotor Training,  FES σε Συνδυασμό με Υποβοηθούμενο Ποδήλατο και  Γενικές Ασκήσεις Κορμού, Άνω και Κάτω Ακρων (Υποβοηθούμενες ή και Αντίστασης σε Διάφορες Θέσεις, Μυϊκή Ενδυνάμωση, Λειτουργικές Δραστηριότητες, εκτός της Βάσης Στήριξης και Motor Imagery)	3 συνεδρίες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες 1-2 λεπτά βιάδισμα για 30 λεπτά, με στόχο τα 7-10 λεπτά  3 λεπτά παθητική ποδηλασία για ζέσταμα και αποθεραπεία, 10 λεπτά ποδηλασία με στόχο τα 60 λεπτά	Καμία νευρολογική βελτίωση σύμφωνα με την Κλίμακα ASIA
		Ομάδα Ελέγχου: Κυκλική Άσκηση για τον Άνω Κορμό και τα Άνω Άκρα, Ασκήσεις Αντίστασης και Αεροβικές Ασκήσεις (Πάγκος, Ενδυνάμωση Τρικεφάλων/ Δικεφάλων, Ροκανίσματα και Boxing)	3 συνεδρίες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες	Αλλαγές στην Κλίμακα ASIA σε 14 συμμετέχοντες
(Iwahashi et al., 2017)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: TES σε Καμπτήρες και Εκτείνοντες Μυς των Δακτύλων και Αντίχειρα, σε Συνδυασμό με Κλασική Φυσικοθεραπεία	Για 3 μήνες και ένταση εξατομικευμένη 5 λεπτά/2 συνεδρίες/ημέρα στη 1 εβδομάδα 10 λεπτά/2 συνεδρίες/ημέρα στις 2 εβδομάδες	Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων όσον αφορά την πλήρη παθητική κινητοποίηση των δακτύλων, στη μείωση του οιδήματος και στη μέτρηση του άνω άκρου.

		Ομάδα Ελέγχου: Κλασική Φυσικοθεραπεία	15 λεπτά/2 συνεδρίες/ημέρα στις 3 εβδομάδες 20 λεπτά/2 συνεδρίες/ημέρα στις 4 εβδομάδες  -	Στην ομάδα ελέγχου μειώθηκε το εύρος κίνησης των δακτύλων κατά την παθητική κινητοποίηση
(Bye et al., 2017)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Ασκήσεις Ενδυνάμωσης στο Πειραματικό Άκρο με Προοδευτική Αντίσταση και το Συνηθισμένο Πρόγραμμα Άσκησης  Ομάδα Ελέγχου: Συνηθισμένο Πρόγραμμα Άσκησης Τους	3 συνεδρίες/εβδομάδα για 12 εβδομάδες (36 συνεδρίες) 40 μέγιστες συσπάσεις, 10 επαναλήψεις/4 σετ. τα πρώτα 2 σετ ισομετρική συστολή (4 sec ισομετρικά-4 sec διάλειμμα) τα επόμενα 2 σετ ενδυνάμωση με σύγκεντρη συστολή με 2 λεπτά διάλειμμα ανάμεσα στα σετ.	Βελτίωση της μέγιστης μυϊκής δύναμης ισομετρικά με σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων και οι 2 ομάδες βελτιώθηκαν. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης δεν αυξάνουν τη σπαστικότητα. Βελτίωση στη μυϊκή κόπωση, την αντίληψη της δύναμης και της λειτουργικότητας
(de Oliveira et al., 2019)	Αναδρομική Μελέτη Συλλογής Δεδομένων	Ομάδα Παρέμβασης: Activity- Based Therapy (ABT)	2 ώρες/συνεδρία, 1-4 συνεδρίες/εβδομάδα, για 3-12 μήνες στη μέγιστη δύναμη εξατομικευμένα με διάλειμμα 1-5 λεπτά ανάμεσα στις ασκήσεις	Βελτίωση στην λειτουργική ανεξαρτησία και σημαντική βελτίωση στην ισορροπία κατά την καθιστή θέση.
(Craven et al., 2017)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: FES σε Βάδιση με Ανάρτηση Βάρους (Τετρακέφαλο, Ισχιοκνημιαίους, Γαστροκνήμιο, Πρόσθιο Κνημιαίο)	45 λεπτά, 3 συνεδρίες/εβδομάδα για 4 μήνες 8-125ma ένταση ρεύματος 0-300μs χρόνος ενέργειας παλμού 20-50hz συχνότητα ταχύτητα βάδισης εξατομικευμένα	Δεν βελτιώθηκε η δύναμη του οστού, αλλαγές στη συγκέντρωση οστεοκαλσίνης στην ομάδα παρέμβασης

		Ομάδα Ελέγχου: Αεροβικές Ασκήσεις (Ποδηλασία Χειρός ή Ποδιού, Βάδιση σε Παράλληλες Μπάρες ή Διάδρομο Βάδισης) και Ασκήσεις Αντίστασης	45 λεπτά, 3 συνεδρίες/εβδομάδα για 4 μήνες 20- 25 λεπτά αεροβική άσκηση ασκήσεις μέγιστης αντίστασης 2-3 σετ των 12-15 επαναλήψεων	
(Rahimi et al., 2020)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης 1: Προοδευτικές Ασκήσεις Μεταφοράς Βάρους AWMEs σε Τετραποδική και Γονυπετής Θέση και το Καθορισμένο Πρόγραμμα Αποκατάστασης	3 συνεδρίες/εβδομάδα για 24 εβδομάδες (72 συνεδρίες) 5 λεπτά η κάθε άσκηση τις πρώτες 2 εβδομάδες και κάθε 2 εβδομάδες προοδευτικά αυξανόταν ο χρόνος κατά 2-4 λεπτά στην 23 <sup>η</sup> και 24 <sup>η</sup> εβδομάδα συνολικά 54 λεπτά/ημέρα για 2 ασκήσεις.	Βελτίωση στην ανεξαρτησία των ατόμων, ως προς τις καθημερινές τους δραστηριότητες και την ικανότητα μεταφοράς τους, βελτίωση στη μεταφορά αντικειμένων, βελτίωση στην τετραποδική στήριξη και στη γονυπετής
		Ομάδα Παρέμβασης 2: AWMEs με FES (Τετρακεφάλους και Γαστροκνημίους) και στα Δυο Κάτω Άκρα στις Ίδιες Θέσεις και το Καθορισμένο Πρόγραμμα Αποκατάστασης	Όπως η προηγούμενη ομάδα	
		Ομάδα Ελέγχου: Συνηθισμένες Καθημερινές Δραστηριότητες, Χωρίς Ασκησιολόγιο	-	

(Duffell et al., 2019)	Πιλοτική Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Εργομετρικό Ποδήλατο με Ταυτόχρονη Χρήση FES (i-cycle).	1 ώρα/ημέρα, 3 συνεδρίες/εβδομάδα για 4 εβδομάδες (12 συνεδρίες) σε κάθε συνεδρία ζέσταμα, πάνω από 5 εικονικούς αγώνες με 2-3 λεπτά διάλειμμα ανάμεσα στους γύρους και ελεύθερο i-cycle με αγώνα επιλογής του συμμετέχοντα, αποθεραπεία	Βελτίωση στην Κλίμακα ISNC-SCI $\geq$ 8 Βαθμών
(Hossain et al., 2018)	Ημειπειραματική Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Πρόγραμμα Βάδισης με Ανάρτηση Βάρους	30 λεπτά/ημέρα, 6 ημέρες/εβδομάδα για 4 εβδομάδες	Βελτίωση της ταχύτητας βάδισης στο 10MWT, βελτίωση ισορροπίας, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη λειτουργικότητα και την κινητικότητα σύμφωνα με την κλίμακα SCIM
(Chou et al., 2020)	Τυχαιοποιημένη Μελέτη	Ομάδα Παρέμβασης: Άσκηση Δύναμης και FES (Hybrid-FES Rowing) και Συνεχίζει το Συνηθισμένο Πρόγραμμα Αποκατάστασης	3-5 συνεδρίες/εβδομάδα για 26 εβδομάδες	Δεν βελτιώθηκε η σπαστικότητα, δεν βελτιώθηκαν νευρολογικά, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις μετρήσεις των 2 ομάδων όσον αφορά τις κινητικές και αισθητηριακές τους μετρήσεις
		Ομάδα Ελέγχου: Εργόμετρο Άνω Άκρων	Χωρίς Συγκεκριμένη Ένταση ή Συχνότητα Άσκησης	

## Συζήτηση

Η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία της καθημερινότητας των ατόμων, καθώς είναι μακροχρόνια και στοχεύει, στη βελτίωση της ποιότητας διαβίωσης εξατομικευμένα. Γενικά, υπάρχουν πολλά πρωτόκολλα αποκατάστασης, όπως και συνδυασμός αυτών, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, προς όφελος των ατόμων για την επανένταξη τους στο κοινωνικό σύνολο και την επιστροφή τους στην καθημερινότητα.

Οι μελέτες οι οποίες περιλαμβάνονται στη συγκεκριμένη ανασκόπηση καλύπτουν ένα

μέρος των τεχνικών και των μέσων, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στα διάφορα στάδια αποκατάστασης, από το οξύ ως το χρόνιο στάδιο.

Σύμφωνα με την κλίμακα PEDro, οι έρευνες της ανασκόπησης κρίθηκαν, κυρίως, με «υψηλή» ποιότητα, παρόλο που είναι αρκετά δύσκολο να επιτευχθούν τα κριτήρια της ομοιότητας των χαρακτηριστικών των ομάδων, της τυφλοποίησης των ασθενών και των θεραπειών, καθώς και της ύπαρξης μετρήσεων, για την τελική έκβαση για τουλάχιστον του 85% του αρχικού δείγματος, το οποίο είχε καταταχθεί στις ομάδες. Η ανομοιογένεια των ομάδων, ίσως συμβαίνει, γιατί οι περισσότερες έρευνες έχουν αντλήσει τα δεδομένα τους από συγκεκριμένα νοσοκομεία και για ορισμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, η τυφλοποίηση των ασθενών και των θεραπειών δεν μπορεί να επιτευχθεί, γιατί πάντα τα άτομα λαμβάνουν κάποια μορφή αποκατάστασης, καθοδηγούμενη από τον φυσικοθεραπευτή τους. Σε ορισμένες έρευνες, οι μετρήσεις που ακολουθούσαν, μετά το τέλος του προγράμματος αποκατάστασης μπορεί να πραγματοποιούνταν έπειτα από αρκετούς μήνες και οι ασθενείς να μην εμφανίζονταν για διάφορους λόγους, όπως εισαγωγή στο νοσοκομείο για δευτερογενείς ιατρικές επιπλοκές, κάτι που συνηθίζεται στις ομάδες με κάκωση νωτιαίου μυελού.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα, βρέθηκε ότι το πρωτόκολλο το οποίο περιελάμβανε γενικές ασκήσεις αποκατάστασης σε διάφορες θέσεις, αεροβική άσκηση με εργόμετρο χειρός και αναπνευστικές ασκήσεις, βελτίωσε σημαντικά τους ασθενείς, ως προς τη λειτουργικότητά τους, χωρίς όμως να αλλάξουν οι μετρήσεις στην κλίμακα λειτουργικής ανεξαρτησίας FIM (Functional Independence Measurement), όπως δεν υπήρχε καμία βελτίωση στην αναπνευστική λειτουργία, την ποιότητα διαβίωσης, την ψυχολογική κατάσταση των ατόμων, τις παραμέτρους μεταβολικού συνδρόμου και δεν άλλαξε ο βαθμός ανικανότητάς τους (Akkurt et al., 2017). Το επόμενο πρωτόκολλο περιελάμβανε εκπαίδευση σε διάδρομο βάρδισης με την κατάλληλη ανάρτηση βάρους, για τον κάθε ασθενή εξατομικευμένα, και στα αποτελέσματα βρέθηκε, βελτίωση της στατικής ισορροπίας της ομάδας, χωρίς όμως να υπάρχει βελτίωση στην ανεξάρτητη βάρδιση (Covarrubias-Escudero et al., 2019). Ένα ακόμη επίκαιρο πρωτόκολλο περιελάμβανε πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι, μέσω μιας ειδικά σχεδιασμένης πλατφόρμας στο διαδίκτυο. Στα αποτελέσματα βρέθηκε βελτίωση των συμμετεχόντων στο 6MWT ή στο 6MPT. Επίσης, δεν άλλαξαν οι μετρήσεις στις ψυχολογικές παραμέτρους, παρόλο που στο ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες, έδειξαν πως ήταν ευχαριστημένοι από το

πρόγραμμά τους, καθώς και στην τηλεφωνική επικοινωνία καταγράφηκε πως παρατήρησαν φυσικά και ψυχολογικά οφέλη (Coulter et al., 2017). Σε μια επόμενη μελέτη, το πρωτόκολλο περιελάμβανε εντατική άσκηση στο χέρι-στόχο, με παράλληλη εφαρμογή FES και τα αποτελέσματα έδειξαν, πως οι συμμετέχοντες βελτιώθηκαν κατά το m-ARAT test, παρόλο που δεν υπήρξε καμία βελτίωση στη λειτουργικότητα του χεριού, στα άτομα με τετραπληγία (Harvey et al., 2017). Μια επίσης σημαντική μελέτη, κατά την οποία οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης ακολούθησαν πρωτόκολλο εκπαίδευσης σε ισορροπιστικές ασκήσεις, με τη μέθοδο PBT και η ομάδα έλεγχου ακολούθησε πρόγραμμα εκπαίδευσης ισορροπιστικών ασκήσεων, με τη μέθοδο CIBT. Και οι δυο ομάδες συνέχιζαν το συνηθισμένο πρόγραμμα αποκατάστασής τους. Στα αποτελέσματα των μετρήσεων, βρέθηκε πως και οι δυο ομάδες βελτιώθηκαν, ως προς την ικανότητα αντίδρασης με βήματα, όταν έχαναν την ισορροπία τους, στον έλεγχο της ισορροπίας τους γενικότερα, καθώς βελτιώθηκε ο φόβος της πτώσης. Επίσης οι καμπύλες στην επαναξιολόγηση των 6 μηνών δείχνουν πως η ομάδα CIBT σημείωσε, νωρίτερα χρονικά, πτώσεις συγκριτικά με την ομάδα PBT, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, μεταξύ των ομάδων. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι αξιοσημείωτα, καθώς αποδεικνύεται, πως το πρόγραμμα αποκατάστασης, το οποίο περιλαμβάνει ισορροπιστικές ασκήσεις, οδηγεί σε σημαντικές βελτιώσεις της καθημερινότητας των ατόμων. Στην μελέτη όμως, δεν υπήρξε ομάδα ελέγχου ώστε να γίνει σύγκριση των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων (Unger et al., 2019), (Unger et al., 2021). Σε μία επόμενη μελέτη, τα πρωτόκολλα περιελάμβαναν θεραπεία με TENS και FES. Στα αποτελέσματα βρέθηκε πως και οι δυο παρεμβάσεις μείωναν τη σπαστικότητα, για 4 ώρες κι επιπροσθέτως, η εφαρμογή FES μείωσε σημαντικά τη σπαστικότητα, στη μέτρηση SCATS, για πάνω από 4 ώρες (Sivaramakrishnan et al., 2018). Η μελέτη με ένα αρκετά μεγάλο δείγμα 116 ατόμων εφαρμόστηκε ασκησιολόγιο για ολόκληρο το σώμα, με locomotor training, FES σε συνδυασμό με υποβοηθούμενο ποδήλατο και γενικές ασκήσεις κορμού, άνω και κάτω άκρων. Στα αποτελέσματα βρέθηκε ότι οι 4 βελτιώθηκαν σημαντικά, παρόλο που βρίσκονταν στο χρόνιο στάδιο κάκωσης νωτιαίου μυελού και οι 2 χειροτέρεψαν. Η άλλη ομάδα ακολούθησε πρόγραμμα κυκλικής άσκησης για άνω κορμό και άνω άκρα, το οποίο περιελάμβανε ασκήσεις αντίστασης και αεροβικές ασκήσεις. Στα αποτελέσματα βρέθηκε πως οι 4 βελτιώθηκαν σημαντικά και άλλαξαν βαθμό στην κλίμακα ASIA και οι 2 χειροτέρεψαν (Galea et al., 2018). Σε μία άλλη μελέτη οι συμμετέχοντες ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης σε συνδυασμό με TES.



Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις των ατόμων, αλλά στην ομάδα ελέγχου μειώθηκε το εύρος κίνησης των δακτύλων, κατά την παθητική κινητοποίηση (Iwahashi et al., 2017), κάτι που θεωρείται αξιοσημείωτο για την έκβαση της αποκατάστασης. Μία ακόμη σημαντική μελέτη, κατά την οποία οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης ακολούθησαν πρωτόκολλο θεραπείας με ασκήσεις ενδυνάμωσης και προοδευτική αντίσταση. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε το συνηθισμένο πρόγραμμα άσκησης. Στα αποτελέσματα βρέθηκε πως και οι δυο ομάδες βελτιώθηκαν στην πάροδο των 12 εβδομάδων (Bye et al., 2017), κάτι που θεωρείται σημαντικό, καθώς φαίνεται πως πάντα υπάρχει βελτίωση όταν το άτομο ακολουθεί ένα σωστά δομημένο πρωτόκολλο άσκησης, υπό τις οδηγίες των φυσικοθεραπευτών του. Στην ίδια μελέτη όμως, η σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων, βρέθηκε στη μέτρηση της μέγιστης μυϊκής δύναμης ισομετρικά, στην μυϊκή κόπωση, στην αντίληψη της δύναμης και της λειτουργικότητας, όπου οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης βελτιώθηκαν. Επίσης αποδείχθηκε πως οι ασκήσεις ενδυνάμωσης δεν αυξάνουν τη σπαστικότητα των άκρων (Bye et al., 2017). Σε μια επόμενη έρευνα οι συμμετέχοντες ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης ABT εξατομικευμένα και τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις, στη λειτουργική ανεξαρτησία και στην ισορροπία, κατά την καθιστή θέση, όπως και οι βελτιώσεις ήταν μεγαλύτερες στα άτομα με τις περισσότερες συνεδρίες ABT (de Oliveira et al., 2019). Βέβαια, η συγκεκριμένη έρευνα είναι αμφιλεγόμενη, καθώς τα δεδομένα της συλλέχτηκαν από διάφορα κέντρα αποκατάστασης που χρησιμοποιούσαν τη συγκεκριμένη μέθοδο θεραπείας. Στην επόμενη έρευνα, η μια ομάδα των συμμετεχόντων ακολούθησε πρωτόκολλο άσκησης σε διάδρομο βάδισης, με ανάρτηση βάρους, σε συνδυασμό με FES και η ομάδα ελέγχου ακολούθησε πρόγραμμα αεροβικής άσκησης και ασκήσεις αντίστασης. Στα αποτελέσματα δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, όσον αφορά τη δύναμη του οστού για την πρόληψη οστεοπόρωσης και κατ' επέκταση καταγμάτων, αλλά παρατηρήθηκαν αλλαγές στη συγκέντρωση οστεοκαλσίνης των συμμετεχόντων της ομάδας παρέμβασης (Craven et al., 2017). Το τελευταίο θεωρείται σημαντικό, καθώς η οστεοκαλσίνη αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας αναδόμησης του οστού. Σε μία ακόμη σημαντική μελέτη η μία ομάδα ακολούθησε πρωτόκολλο με προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους (AWMEs) και το καθορισμένο πρόγραμμα αποκατάστασής τους. Η δεύτερη ομάδα ακολούθησε πρόγραμμα με προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους (AWMEs), όπως η προηγούμενη, και ταυτόχρονη

εφαρμογή FES, ενώ η τρίτη ομάδα δεν ακολούθησε συγκεκριμένο ασκησιολόγιο. Το δείγμα αυτόματα έγινε μικρό, καθώς υπήρξαν 3 ομάδες στην πραγματικότητα. Στα αποτελέσματα βρέθηκε πως, τόσο οι ασκήσεις AWMes, όσο και οι ασκήσεις AWMes και FES βελτιώνουν σημαντικά την ανεξαρτησία των ατόμων, όσον αφορά τις καθημερινές τους δραστηριότητες, όπως και την ικανότητα μεταφοράς τους, όταν είναι εξαρτώμενοι από το αναπηρικό αμαξίδιο (Rahimi et al., 2020). Οι συμμετέχοντες της επόμενης μελέτης ακολούθησαν πρόγραμμα άσκησης με εργομετρικό ποδήλατο και ταυτόχρονη χρήση FES (i-cycle). Στα αποτελέσματα βρέθηκε βελτίωση των ατόμων, σύμφωνα με την κλίμακα ISNC-SCI, χωρίς όμως να υπάρχει ομάδα έλεγχου, ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων (Duffell et al., 2019). Οι συμμετέχοντες της επόμενης μελέτης ακολούθησαν πρωτόκολλο εκπαίδευσης βάδισης με ανάρτηση βάρους. Κατά τον έλεγχο των αποτελεσμάτων βρέθηκε σημαντική βελτίωση στην ταχύτητα βάδισης των ατόμων, όπως και στην ισορροπία τους, χωρίς όμως να υπάρξουν διαφορές στην λειτουργικότητα και την κινητικότητά τους. Και σε αυτή την μελέτη δεν υπήρξε ομάδα ελέγχου και τα αποτελέσματα βασίστηκαν μόνο στην ομάδα παρέμβασης (Hossain et al., 2018). Στην τελευταία μελέτη της ανασκόπησης οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης ακολούθησαν πρόγραμμα ενδυνάμωσης και ταυτόχρονη χρήση FES (Hybrid-FES rowing), καθώς και τη συνηθισμένη τους θεραπεία αποκατάστασης. Η ομάδα ελέγχου έκανε πρόγραμμα με εργόμετρο άνω άκρων, χωρίς όμως συγκεκριμένο πρωτόκολλο εκπαίδευσης. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, τόσο στις κινητικές όσο και στις αισθητηριακές μετρήσεις (Chou et al., 2020).

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης ανασκόπησης είναι πως χρησιμοποιήθηκαν μελέτες, μόνο στην Αγγλική γλώσσα και ίσως να έχουν χαθεί σημαντικές έρευνες, που υπάρχουν σε άλλες γλώσσες, επιδρώντας στην ποιότητα της ανασκόπησης. Επίσης, ορισμένες μελέτες που αναλύθηκαν, περιλαμβάνουν μικρό δείγμα συμμετεχόντων, παρόλο που αποκλείστηκαν οι μελέτες με δείγμα κάτω των 10 ατόμων (Hwang et al., 2018), (Gant et al., 2018). Επιπροσθέτως, σε άλλες μελέτες, που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση, απουσίαζε η ομάδα ελέγχου και οι μετρήσεις γίνονταν μόνο στην ομάδα παρέμβασης, επηρεάζοντας την ποιότητα της έρευνας.

## Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η φυσικοθεραπευτική αποκατάσταση μετά από κάκωση νωτιαίου μυελού περιλαμβάνει μια πληθώρα παρεμβάσεων και τεχνικών, καθώς και διάφορους συνδυασμούς αυτών. Σίγουρα, δεν μπορεί να προταθεί συγκεκριμένο πρωτόκολλο αποθεραπείας των πασχόντων, γιατί αυτό εξαρτάται από τις ανάγκες του εκάστοτε ανθρώπου, τους στόχους που θέτει και την ψυχολογική κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Ωστόσο, σημαντικό αποτέλεσμα είναι πως υπάρχουν αξιοσημείωτες βελτιώσεις, όταν ακολουθείται το πλάνο θεραπείας υπό επίβλεψη, στην καθημερινότητα και στην ποιότητα ζωής των ατόμων.

Πιο συγκεκριμένα, οι έρευνες έδειξαν πως η αεροβική άσκηση με εργόμετρο χειρός και οι αναπνευστικές ασκήσεις βελτιώνουν τη λειτουργικότητα των ατόμων. Επίσης, τόσο το πρωτόκολλο άσκησης με Activity Based Therapy, όσο και το i-cycle βελτιώνουν τη λειτουργική ανεξαρτησία και την ισορροπία των ατόμων. Σημαντικές βελτιώσεις προκύπτουν από την στοχευμένη εντατική άσκηση στα μέλη του σώματος που χρήζουν αποκατάστασης. Η σπαστικότητα των άκρων μειώνεται με τη χρήση TENS και FES, ενώ η σπαστικότητα δεν αυξάνεται με τις ασκήσεις προοδευτικής ενδυνάμωσης, οι οποίες αποδείχθηκε πως αυξάνουν σημαντικά τη μυϊκή δύναμη των ατόμων. Ωστόσο, εξίσου σημαντική είναι και η δύναμη του οστού, που φαίνεται πως βελτιώνεται με τη χρήση FES, σε συνδυασμό με βάδιση με ανάρτηση βάρους, καθώς βρέθηκαν αλλαγές στη συγκέντρωση οστεοκαλσίνης, η οποία είναι υπεύθυνη για την αναδόμηση του οστού. Επιπροσθέτως, η ανωτέρω μέθοδος βελτιώνει την ταχύτητα βάδισης και την ισορροπία. Σύμφωνα με τις έρευνες, αναπόσπαστο κομμάτι στα πρωτόκολλα αποκατάστασης θα πρέπει να είναι οι ισορροπιστικές ασκήσεις, τόσο οι απλές, όσο και οι ισορροπιστικές με διατάραξη της ισορροπίας, καθώς βελτιώνουν τη σταθερότητα των ατόμων, τη δύναμή τους, το βάδισμα, όπως και το φόβο της πτώσης. Οι προοδευτικές ασκήσεις μεταφοράς βάρους, σε διάφορες θέσεις, βελτιώνουν την ανεξαρτησία των ατόμων, κατά τις καθημερινές δραστηριότητες και την ικανότητα μεταφοράς τους, όπως και τη στήριξή τους σε αυτές τις θέσεις. Τελειώνοντας, το πρόγραμμα άσκησης στο σπίτι έδειξε να έχει θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά τη βάδιση, αλλά και την ψυχολογία, πράγμα που είναι γνωστό για την άσκηση γενικά.

## Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Χρειάζεται περισσότερη έρευνα που να στοχεύει στη χρήση νέων και επίκαιρων τεχνολογιών, όπως το i-cycle ή το web-based exercise, καθώς η θεραπεία είναι μακροχρόνια και λείπει το κίνητρο των ατόμων. Επίσης, οι μελλοντικές έρευνες χρειάζεται να βελτιώσουν την εσωτερική εγκυρότητά τους, όπως και να αυξήσουν τον αριθμό των συμμετεχόντων, ώστε να είναι πιο ποιοτικές.

## Βιβλιογραφία

- Akkurt, H., Karapolat, H. U., Kirazli, Y., & Kose, T. (2017). The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: A randomized controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2), 219–227. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.03804-1>
- Akter, F., Shofiqul Islam, M., Obaidul Haque, M., Anwar Hossain, M., Amran Hossain, K. M., Hasan Imran, M., Shahoriar Ahmed, M., & Alam, S. (2019). *Barriers for Individuals with Spinal Cord Injury during Community Reintegration: A Qualitative Study*. 7(3). <https://www.researchgate.net/publication/332656488>
- Bye, E. A., Harvey, L. A., Gambhir, A., Kataria, C., Glinsky, J. V., Bowden, J. L., Malik, N., Tranter, K. E., Lam, C. P., White, J. S., Gollan, E. J., Arora, M., & Gandevia, S. C. (2017). Strength training for partially paralysed muscles in people with recent spinal cord injury: A within-participant randomised controlled trial. *Spinal Cord*, 55(5), 460–465. <https://doi.org/10.1038/sc.2016.162>
- Chou, R. C., Taylor, J. A., & Solinsky, R. (2020). Effects of hybrid-functional electrical stimulation (FES) rowing whole-body exercise on neurologic improvement in subacute spinal cord injury: secondary outcomes analysis of a randomized controlled trial. *Spinal Cord*, 58(8), 914–920. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-0445-3>
- Coulter, E. H., McLean, A. N., Hasler, J. P., Allan, D. B., McFadyen, A., & Paul, L. (2017). The effectiveness and satisfaction of web-based physiotherapy in people with spinal cord injury: A pilot randomised controlled trial. *Spinal Cord*, 55(4), 383–389. <https://doi.org/10.1038/sc.2016.125>
- Covarrubias-Escudero, F., Rivera-Lillo, G., Torres-Castro, R., & Varas-Díaz, G. (2019). Effects of body weight-support treadmill training on postural sway and gait independence in patients with chronic spinal cord injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 42(1), 57–64. <https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1389676>
- Craven, B. C., Giangregorio, L. M., Alavinia, S. M., Blencowe, L. A., Desai, N.,

- Hitzig, S. L., Masani, K., & Popovic, M. R. (2017). Evaluating the efficacy of functional electrical stimulation therapy assisted walking after chronic motor incomplete spinal cord injury: effects on bone biomarkers and bone strength. *Journal of Spinal Cord Medicine*, *40*(6), 748–758.  
<https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1368961>
- de Oliveira, C. Q., Middleton, J. W., Refshauge, K., & Davis, G. M. (2019). Activity-Based Therapy in a Community Setting for Independence, Mobility, and Sitting Balance for People With Spinal Cord Injuries. *Journal of Central Nervous System Disease*, *11*, 117957351984162.  
<https://doi.org/10.1177/1179573519841623>
- Duffell, L. D., Paddison, S., Alahmary, A. F., Donaldson, N., & BurrIDGE, J. (2019). The effects of FES cycling combined with virtual reality racing biofeedback on voluntary function after incomplete SCI: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0619-4>
- Galea, M. P., Dunlop, S. A., Geraghty, T., Davis, G. M., Nunn, A., Olenko, L., Hurley, M., Alexander, J., Fereday, S., Goodman, C., Batty, J., Li, T., Buchanan, J., Bullick, J., Marshall, R., Clark, J., Acland, R., & Nunnerley, J. (2018). SCIPA full-on: A randomized controlled trial comparing intensive whole-body exercise and upper body exercise after spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *32*(6–7), 557–567. <https://doi.org/10.1177/1545968318771213>
- Gant, K. L., Nagle, K. G., Cowan, R. E., Field-Fote, E. C., Nash, M. S., Kressler, J., Thomas, C. K., Castellanos, M., Widerström-Noga, E., & Anderson, K. D. (2018). Body System Effects of a Multi-Modal Training Program Targeting Chronic, Motor Complete Thoracic Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma*, *35*(3), 411–423. <https://doi.org/10.1089/neu.2017.5105>
- Harvey, L. A. (2016). Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries. *Journal of Physiotherapy*, *62*(1), 4–11.  
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.11.004>
- Harvey, L. A., Dunlop, S. A., Churilov, L., Galea, M. P., Hurley, M., Batty, J., Li, T. Z., Thompson, A., Withers, H., Nunn, A., Alexander, J., Buchanan, J., Wisbey,

- K., Geraghty, T., Pick, V., Marshall, R., Clark, J., Sinnott, K. A., & Abel, J. (2017). Early intensive hand rehabilitation is not more effective than usual care plus one-to-one hand therapy in people with sub-acute spinal cord injury ('Hands On'): A randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, *62*(2), 88–95.  
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.02.013>
- Hossain, M. A., Hossain, K. M. A., Hossain, M., Rahaman, I., Taoheed, F., Hoque, K. I., & Ahmed, M. S. (2018). Effectiveness of Gait Training Supported by Overhead Harness in Patients with Spinal Cord Injury (SCI) at Rehabilitation Centre in Bangladesh. *International Journal of Neurorehabilitation*, *05*(05).  
<https://doi.org/10.4172/2376-0281.1000332>
- Huang, H., Young, W., Skaper, S., Chen, L., Moviglia, G., Saberi, H., Al-Zoubi, Z., Sharma, H. S., Muresanu, D., Sharma, A., El Masry, W., & Feng, S. (2020). Clinical Neurorestorative Therapeutic Guidelines for Spinal Cord Injury (IANR/CANR version 2019). *Journal of Orthopaedic Translation*, *20*(October 2019), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2019.10.006>
- Hwang, J., Shin, Y., Park, J. H., Cha, Y. J., & You, J. S. H. (2018). Effects of Walkbot gait training on kinematics, kinetics, and clinical gait function in paraplegia and quadriplegia. *NeuroRehabilitation*, *42*(4), 481–489.  
<https://doi.org/10.3233/NRE-172226>
- Iwahashi, K., Hayashi, T., Watanabe, R., Nishimura, A., Ueta, T., Maeda, T., & Shiba, K. (2017). Effects of orthotic therapeutic electrical stimulation in the treatment of patients with paresis associated with acute cervical spinal cord injury: A randomized control trial. *Spinal Cord*, *55*(12), 1066–1070.  
<https://doi.org/10.1038/sc.2017.74>
- Kirshblum, S. C., Waring, W., Biering-Sorensen, F., Burns, S. P., Johansen, M., Schmidt-Read, M., Donovan, W., Graves, D., Jha, A., Jones, L., Mulcahey, M. J., & Krassioukov, A. (2011). Reference for the 2011 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, *34*(6), 547–554.  
<https://doi.org/10.1179/107902611X13186000420242>
- Knikou, M. (2012). Plasticity of corticospinal neural control after locomotor training

- in human spinal cord injury. *Neural Plasticity*, 2012.  
<https://doi.org/10.1155/2012/254948>
- Lee, J., & Thumbikat, P. (2015). Pathophysiology, presentation and management of spinal cord injury. *Surgery (United Kingdom)*, 33(6), 238–247.  
<https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2015.04.003>
- M. Christopher, A. M. L. S. (2016). 乳鼠心肌提取 HHS Public Access. *Physiology & Behavior*, 176(1), 100–106.  
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.03.052.Exercise>
- Nas, K., Yazmalar, L., Şah, V., Aydin, A., & Öneş, K. (2015). Rehabilitation of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopaedics*, 6(1), 8–16.  
<https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.8>
- Priebe, M. M., Chiodo, A. E., Scelza, W. M., Kirshblum, S. C., Wuermsler, L. A., & Ho, C. H. (2007). Spinal Cord Injury Medicine. 6. Economic and Societal Issues in Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(3 SUPPL.1), 84–88. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.005>
- Rahimi, M., Torkaman, G., Ghabaee, M., & Ghasem-Zadeh, A. (2020). Advanced weight-bearing mat exercises combined with functional electrical stimulation to improve the ability of wheelchair-dependent people with spinal cord injury to transfer and attain independence in activities of daily living: a randomized controlled trial. *Spinal Cord*, 58(1), 78–85. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0328-7>
- Roberts, T. T., Leonard, G. R., & Cepela, D. J. (2017). Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 475(5), 1499–1504.  
<https://doi.org/10.1007/s11999-016-5133-4>
- Singh, A., Tetreault, L., Kalsi-Ryan, S., Nouri, A., & Fehlings, M. G. (2014). Global Prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clinical Epidemiology*, 6, 309–331. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S68889>
- Sivaramakrishnan, A., Solomon, J. M., & Manikandan, N. (2018). Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and functional electrical



stimulation (FES) for spasticity in spinal cord injury - A pilot randomized cross-over trial. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 41(4), 397–406.

<https://doi.org/10.1080/10790268.2017.1390930>

Smith, A. C., & Knikou, M. (2016). A Review on Locomotor Training after Spinal Cord Injury: Reorganization of Spinal Neuronal Circuits and Recovery of Motor Function. *Neural Plasticity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1216258>

Tsai, I. H., Graves, D. E., Chan, W., Darkoh, C., Lee, M. S., & Pompeii, L. A. (2017). Environmental barriers and social participation in individuals with spinal cord injury. *Rehabilitation Psychology*, 62(1), 36–44.

<https://doi.org/10.1037/rep0000117>

Unger, J, Chan, K., Scovil, C. Y., Cord, S., Mansfield, A., Rehabili, T., Masani, K., Rehabilita, T., & Musselman, K. E. (2019). *Protocols*.

<https://academic.oup.com/ptj/article/99/4/420/5256647>

Unger, Janelle, Chan, K., Lee, J. W., Craven, B. C., Mansfield, A., Alavinia, M., Masani, K., & Musselman, K. E. (2021). The Effect of Perturbation-Based Balance Training and Conventional Intensive Balance Training on Reactive Stepping Ability in Individuals With Incomplete Spinal Cord Injury or Disease: A Randomized Clinical Trial. *Frontiers in Neurology*, 12.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.620367>

Ελληνική Εταιρία Φυσικής Ιατρικής & Αποκατάστασης, Ελληνικό Τμήμα Μελέτης & Αποκατάστασης Βλαβών Νωτιαίου Μυελού 2015. "Διεθνείς Προοπτικές για την Κάκωση Νωτιαίου Μυελού

Ελευθέριος Η. Μπάκας. Αποκατάσταση ασθενή με βλάβη ή Κάκωση Νωτιαίου Μυελού, Από τη Βλάβη ως την Επανένταξη. Τόμος Ι, ΙΙ. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας, 2012

## Παράρτημα 1.

Στρατηγικής Αναζήτησης:

Medline	Spinal Cord Injury and exercise Spinal Cord Injury and TENS Spinal Cord Injury and Electrical Stimulation Spinal Cord Injury and stretch Spinal Cord Injury and gait training Spinal Cord Injury and physiotherapy interventions
CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)	Spinal Cord Injury and exercise Spinal Cord Injury and TENS Spinal Cord Injury and Electrical Stimulation Spinal Cord Injury and stretch Spinal Cord Injury and gait training Spinal Cord Injury and physiotherapy interventions
PEDro (Physiotherapy Evidence Database)	Spinal Cord Injury and exercise Spinal Cord Injury and TENS Spinal Cord Injury and Electrical Stimulation Spinal Cord Injury and stretch Spinal Cord Injury and gait training Spinal Cord Injury and physiotherapy interventions