



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής (ΠΑΔΑ)  
Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας  
Τμήμα Φυσικοθεραπείας**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

**«Φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις σε κακώσεις Νωτιαίου Μυελού. Ανασκόπηση»**

---

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΩΝ: ΔΟΥΡΙΔΑ ΑΓΓΕΛΙΚΗ (ΑΜ: 19683027)**

**ΜΑΡΙΝΗ ΜΑΡΙΟΣ (ΑΜ: 19683180)**

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑΝΝΑ**

**ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΡΗΓΑΣ**

**ΑΘΗΝΑ 2023**



**University of West Attica (UNIWA)  
School of Health and Care Sciences  
Department of Physiotherapy**

**DIPLOMA THESIS**

---

**«Physiotherapeutic interventions in patients with spinal cord injuries. Review»**

---

**STUDENT'S NAME: DOURIDA ANGELIKI (ID:19683027)**

**MARINI MARIOS (ID:19683180)**

**SUPERVISOR'S NAME: PAPADOPOULOU MARIANNA**

**CO-SUPERVISOR'S NAME: DIMAKOPOULOS RIGAS**

**ATHENS 2023**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΝΟΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**



**Τίτλος πτυχιακής εργασίας:**

**«Φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις σε κακώσεις Νωτιαίου Μυελού. Ανασκόπηση»**

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ - ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΓΕΩΡΓΟΥΔΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2	ΜΑΡΙΑΝΝΑ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΣΤΑΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Δουρίδα Αγγελική του Ανδρέα, με αριθμό μητρώου 19683027, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μαρίνη Μάριος του Χρήστου, με αριθμό μητρώου 19683180, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα



## I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ- ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

**Εισαγωγή:** Οι KNM είναι μία σοβαρή νευρολογική κατάσταση, που προκαλεί διαταραχές κινητικότητας, αισθητικότητας και προβλήματα σχετιζόμενα με το ΑΝΣ. Η κλινική εικόνα των ασθενών ποικίλει αναλόγως με το είδος της κάκωσης. Στην κλινική πράξη υπάρχει πληθώρα φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων που εστιάζουν στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών.

**Σκοπός:** Η διεξαγωγή μίας συστηματικής ανασκόπησης που μελετά την επίδραση διάφορων φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων στο νευροπαθητικό πόνο, στη σπαστικότητα και στην ικανότητα βάδισης σε ενήλικες με τραυματικές KNM.

**Μέθοδος:** Οι βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των ερευνών ήταν οι PubMed και η Cochrane Library από το 2013 έως το 2023. Για την αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα PEDro. Επιλέχθηκαν άρθρα που ήταν αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα.

**Αποτελέσματα:** Στην παρούσα πτυχιακή εργασία συμπεριλήφθηκαν 11 τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες. Από αυτές, 2 μελετούσαν την επίδραση των παρεμβάσεων στον νευροπαθητικό πόνο, 2 μελετούσαν την επίδραση των παρεμβάσεων στη σπαστικότητα και 8 μελετούσαν την επίδραση παρεμβάσεων στη βάδιση. Σύμφωνα με την κλίμακα PEDro, στην ανασκόπηση περιλήφθηκαν 3 έρευνες υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας και 8 έρευνες μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας.

**Συμπεράσματα:** Το TENS υψηλής και χαμηλής συχνότητας αλλά και η θεραπεία με εικονική πραγματικότητα φαίνεται να μειώνουν την ένταση του νευροπαθητικού πόνου στους ασθενείς με KNM. Η εικονική πραγματικότητα φαίνεται να υπερέχει μόνο στην μείωση των δυσάρεστων ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόνου. Επίσης, το CPM και η συμβατική φυσικοθεραπεία, μειώνουν αποτελεσματικά τη σπαστικότητα στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημική. Το WBV μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας, αλλά δεν προκύπτει συμπέρασμα για το αν μπορεί να δράσει ως αποκλειστική θεραπεία στη μείωση της σπαστικότητας στην ποδοκνημική άρθρωση. Τέλος, η βάδιση με υποστήριξη του σωματικού βάρους επί εδάφους, σε κυλιόμενο τάπητα, με ρομποτική υποβοήθηση και με χρήση FES βελτιώνουν την ικανότητα βάδισης σε ασθενείς με KNM. Ταυτόχρονα η θεραπεία task-specific φαίνεται πολλά υποσχόμενη για την βελτίωση της ικανότητας βάδισης και το WBV μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας.

**Λέξεις κλειδιά:** spinal cord injury, physiotherapy, FES, TENS, virtual reality, body vibration, robotic systems, exoskeleton systems, neuropathic pain, spasticity, gait.

## II. ABSTRACT – KEY WORDS

**Introduction:** SCI is a serious neurological condition that causes mobility, sensory and sensory disturbances and problems related to the Autonomic Nervous System. The symptomatology of the patients varies depending on the type of injury. In clinical practice there are numerous physiotherapy interventions focusing on restoring functionality and improving the quality of life of patients.

**Purpose:** To conduct a systematic review, which examines the effect of various physiotherapy interventions on neuropathic pain, spasticity and gait in adults with traumatic SCI.

**Methods:** The databases which were used to search for studies were PubMed and the Cochrane Library from the date 2013 up to 2023. The methodological quality of the randomized controlled trials (RCTs) was assessed using the PEDro scale. The selected articles were exclusively in the English language.

**Results:** 11 RCT's were selected and included in the present review. Of these, 2 studied the effect of interventions on neuropathic pain, 2 studied the effect of interventions on spasticity and 8 studied the effect of interventions on gait. According to the PEDro scale, 3 studies of high methodological quality and 8 studies of moderate methodological quality were included in the review.

**Conclusions:** High and low frequency TENS and virtual reality therapy seem to reduce the intensity of neuropathic pain in patients with SCI. Virtual reality seems to be superior only in reducing the unpleasant qualitative features of pain. Also, CPM and conventional physical therapy, effectively reduce spasticity in the plantar flexors of the ankle joint. WBV maximizes the benefits of conventional physical therapy, but no conclusion can be occurred whether it can act as an exclusive treatment in reducing spasticity in the ankle joint. Finally, walking with body weight support on the ground, on a treadmill, with robotic assistance and using FES improve walking ability in patients with SCI. As well, task-specific therapy seems promising for improving walking ability and WBV maximizes the benefits of conventional physiotherapy.

**Key words:** spinal cord injury, physiotherapy, FES, TENS, virtual reality, body vibration, robotic systems, exoskeleton systems, neuropathic pain, spasticity, gait.

### III. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την αξιότιμη Καθηγήτριά μας, κ. Μαριάννα Παπαδοπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας και για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε. Καθώς και για τη πολύτιμη καθοδήγηση και διδασκαλία που μας προσέφερε με την αφιέρωση πολλών ωρών ενασχόλησης από την πρώτη ημέρα ανάθεσης της πτυχιακής εργασίας έως την ημέρα ολοκλήρωσης. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον συνεπιβλέποντα καθηγητή κ. Ρήγα Δημακόπουλο, Ακαδημαϊκό Υπότροφο του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, τόσο για την άψογη συνεργασία όσο και για την πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχε για την επίλυση διάφορων προβλημάτων που προέκυψαν κατά την διάρκεια εκπόνησής της.

Εξίσου σημαντική ήταν η στήριξη που είχαμε από τους φίλους και τις οικογένειές μας καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών και της εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε ο κάθε φοιτητής τον άλλον για την άψογη συνεργασία από την αρχή μέχρι το τέλος της παράδοσης της συστηματικής ανασκόπησης που ακολουθεί.



## **IV. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ- ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΔΙΑ</b> .....	6
<b>II. ABSTRACT – KEY WORDS</b> .....	7
<b>III. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	8
<b>IV. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	9
<b>V. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</b> .....	11
<b>VI. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b> .....	12
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	13
<b>1. ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ</b> .....	15
1.1 Εισαγωγή.....	15
1.2 Ανατομία.....	15
1.3 Επιδημιολογία.....	18
1.4 Αιτίες κάκωσης νωτιαίου μυελού.....	21
1.5 Παθοφυσιολογία.....	22
1.6 Ταξινόμηση των κακώσεων νωτιαίου μυελού.....	25
1.7 Ατελή σύνδρομα.....	27
1.8 Επιπλοκές.....	34
1.8.1 Άμεσες.....	34
1.8.2 Έμμεσες.....	40
1.9 Προγνωστικοί παράγοντες για την επιβίωση ασθενών με KNM.....	43
1.10 Παράγοντες που καθορίζουν την ικανότητα βάδισης μετά από KNM.....	43
1.11 Προσδόκιμο ζωής.....	47
<b>2. ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ</b> .....	49
2.1 Εκπαίδευση βάδισης με τη χρήση εξωσκελετικών συστημάτων.....	49
2.2 Εκπαίδευση βάδισης με Λειτουργικό ηλεκτρικό ερεθισμό.....	49
2.3 Εικονική πραγματικότητα (Virtual reality-VR).....	51
2.4 Συσκευή δόνησης ολόκληρου του σώματος (Whole body vibration-WBV).....	52
2.5 Διαδερμικός Ηλεκτρικός Νευρικός Ερεθισμός (TENS).....	52
2.6 Υδροθεραπεία.....	53
2.7 Κηδεμόνες.....	55
<b>ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	56
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ</b> .....	58
3.1 Σκοπός της συστηματικής ανασκόπησης.....	58
3.2 Στρατηγική αναζήτησης ερευνών.....	58

3.2 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού άρθρων .....	59
3.3 Σύστημα αξιολόγησης μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών.....	59
3.4 Εξεταζόμενες μεταβλητές .....	60
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>62</b>
4.1 Στρατηγική αναζήτησης.....	62
4.2 Μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών .....	64
4.3 Υπό μελέτη πληθυσμός.....	64
4.4 Θεραπευτικές παρεμβάσεις.....	65
4.5 Εργαλεία αξιολόγησης εξεταζόμενων μεταβλητών.....	66
4.5.1 Αξιολόγηση της ικανότητας βάδισης .....	66
4.5.2 Αξιολόγηση του νευροπαθητικού πόνου.....	67
4.5.3 Αξιολόγηση της σπαστικότητας.....	68
4.6 Επαναξιολόγηση μεταβλητών.....	68
4.7 Αποτελεσματικότητα παρεμβάσεων .....	68
4.7.1 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης .....	68
4.7.2 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στο νευροπαθητικό πόνο .....	70
4.7.3 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στη σπαστικότητα.....	71
<b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>78</b>
5.1 Εξεταζόμενες μεταβλητές .....	78
5.1.1 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης.....	78
5.1.2 Η επίδραση των παρεμβάσεων στον νευροπαθητικό πόνο .....	80
5.1.3 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην σπαστικότητα .....	81
5.2 Περιορισμοί των ερευνών και της παρούσας ανασκόπησης .....	81
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>84</b>
<b>7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>85</b>
<b>8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>94</b>

## V. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
<b>ΚΝΜ</b>	Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού
<b>NM</b>	Νωτιαίος Μυελός
<b>ΚΝΣ</b>	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
<b>ΠΝΣ</b>	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
<b>ΑΝΣ</b>	Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα
<b>MAG</b>	Myelin Associated Glycoprotein
<b>ASIA</b>	American Spinal Injury Association
<b>FES</b>	Functional Electrical Stimulation
<b>WBV</b>	Whole Body Vibration
<b>TENS</b>	Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
<b>RABWSTT</b>	Robotic-Assisted Body Weight Supported Treadmill Training
<b>CPM</b>	Continuous Passive Motion
<b>LT</b>	Lokomotor Training
<b>PRISMA</b>	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
<b>RCT's</b>	Randomized Controlled Trials
<b>PEDro</b>	Physiotherapy Evidence Database
<b>6-MWT</b>	6 Minute Walk Test
<b>TUG</b>	Timed Up and Go Test
<b>10-MWDT</b>	10 Meter Walking Distance Test
<b>SCIM</b>	Spinal Cord Independence Measure
<b>WISCI II</b>	Walking Index for Spinal Cord Injury
<b>SSS</b>	Self-Selected Walking Speed
<b>VAS</b>	Visual Analogue Scale
<b>MAS</b>	Modified Ashworth Scale
<b>FS</b>	Fast Speed

## VI. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακες		
Πίνακας 1.1	Κλίμακα Αναπηρίας ASIA	Σελ. 25
Πίνακας 1.2	Τροποποιημένη κλίμακα Ashworth	Σελ. 35
Πίνακας 1.3	Προγνωστικοί παράγοντες κατάγματος	Σελ.40
Πίνακας 1.4	Συνηθέστερα σημεία εμφάνισης ελκών κατάκλισης	Σελ.41
Πίνακας 3.1	Στρατηγική αναζήτησης	Σελ. 58
Πίνακας 3.2	Κλίμακα PEDro για την αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών	Σελ. 60
Πίνακας 4.1	Κριτήρια της κλίμακας PEDro	Σελ. 64
Πίνακας 4.2	Περιγραφή των συμπεριλαμβανομένων ερευνών	Σελ. 72-76

Διάγραμμα		
Διάγραμμα 4.1	Στρατηγική αναζήτησης ερευνών – PRISMA 2020 Flow Diagram	Σελ. 63

A close-up, low-angle shot of a person in a wheelchair. The person's hand is resting on the front wheel. The background is a brightly lit hallway with a series of circular lights on the ceiling, creating a bokeh effect. The overall tone is warm and professional.

---

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

---

# **1. ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ**

---

**1.1 Εισαγωγή**

**1.2 Ανατομία**

**1.3 Επιδημιολογία**

**1.4 Αιτίες κάκωσης νωτιαίου μυελού**

**1.5 Παθοφυσιολογία**

**1.6 Ταξινόμηση των κακώσεων νωτιαίου μυελού**

**1.7 Ατελή σύνδρομα**

**1.8 Επιπλοκές**

**1.8.1 Άμεσες**

**1.8.2 Έμμεσες**

**1.9 Προγνωστικοί παράγοντες για την επιβίωση ασθενών με ΚΝΜ**

**1.10 Παράγοντες που καθορίζουν την ικανότητα βάδισης μετά από ΚΝΜ**

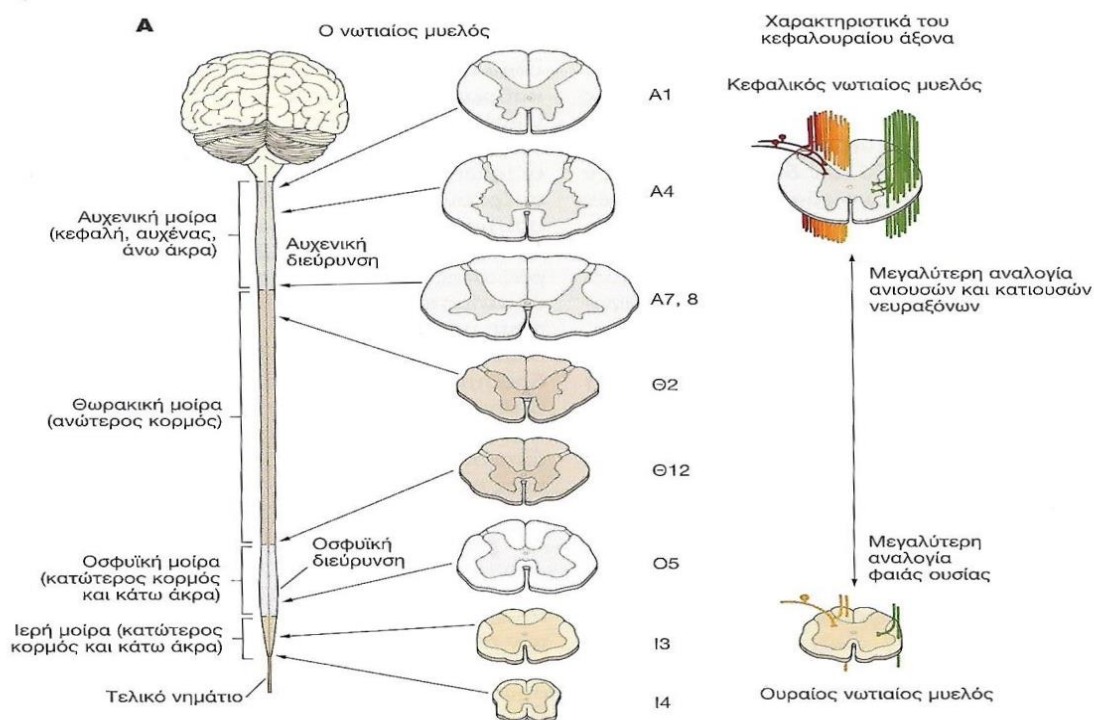
**1.11 Προσδόκιμο ζωής**

# 1. ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

## 1.1 Εισαγωγή

Οι ΚΝΜ είναι μία σοβαρή νευρολογική κατάσταση, που προκαλεί διαταραχές κινητικότητας, αισθητικότητας και προβλήματα σχετιζόμενα με το ΑΝΣ (Añjum et al., 2020). Μπορεί να είναι τραυματικής ή μη τραυματικής αιτιολογίας, με μόνιμες ή προσωρινές λειτουργικές διαταραχές (Ahuja, Wilson, et al., 2017). Οι τραυματικές βλάβες περιλαμβάνουν την πρωτοπαθή κάκωση, που είναι το αποτέλεσμα του τραυματισμού από τις δυνάμεις συμπίεσης, διάτασης ή διατομής και τη δευτεροπαθή κάκωση που ακολουθεί και επιδεινώνει την αρχική κατάσταση (Ahuja, Nogi, et al., 2017). Οι μη τραυματικές καταστάσεις μπορεί να είναι αποτέλεσμα σπονδύλωσης, όγκου, μόλυνσης, ισχαιμίας ΝΜ, πολλαπλής σκλήρυνσης, φλεγμονώδους νόσου, μυελοπάθειας, συριγγομυελίας, παρανεοπλαστικών συνδρόμων, αναπτυξιακών διαταραχών και έλλειψης βιταμίνης Β12 (Hyun-Yoon Ko and Sungchul Huh, 2021). Οι επιπτώσεις των ΚΝΜ είναι ιατρικές, ψυχοκοινωνικές και οικονομικές για τους ασθενείς (Ahuja et al., 2017). Η γνώση γύρω από τις θεραπευτικές προσεγγίσεις των ΚΝΜ είναι ύψιστης σημασίας, προκειμένου οι επαγγελματίες υγείας να παρέχουν θεραπείες εξασφαλίζοντας τη λειτουργικότητα των ασθενών μακροπρόθεσμα (Ahuja et al., 2017).

## 1.2 Ανατομία



Εικόνα 1.1 Ο νωτιαίος μυελός (Eric R. Kandel et al., 2013)

Ο ΝΜ ξεκινάει από τη βάση του κρανίου μέχρι το επίπεδο ανάμεσα στον πρώτο και δεύτερο οσφυϊκό σπόνδυλο (Εικόνα 1.1). Έχει τέσσερις μοίρες, την αυχενική για τη νεύρωση των άνω άκρων, τη θωρακική για τη νεύρωση του κορμού, την οσφυϊκή για τα κάτω άκρα και τέλος την ιερή μοίρα που ευθύνεται για τη νεύρωση του ορθού, της ουροδόχου κύστεως, των γεννητικών οργάνων και των κάτω άκρων (Keith L. Moore, Arthur F. Dalley and A. M. R. Agur, 2013 p.338; Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.63).

Ο ΝΜ προστατεύεται εντός της σπονδυλικής στήλης που αποτελείται από 7 αυχενικούς, 12 θωρακικούς, 5 οσφυϊκούς και 5 ιερούς σπονδύλους. Η αιμάτωση γίνεται μέσω πρόσθιων και οπίσθιων αρτηριών που εισχωρούν στο παρέγχυμα του ΝΜ (Ahuja, Wilson, et al., 2017). Προστατεύεται από τη σκληρά, τη χοριοειδή και την αραχνοειδή μήνιγγα και η σταθερότητά του μέσα στη σπονδυλική στήλη, οφείλεται στους οδοντωτούς συνδέσμους. Οι οδοντωτοί σύνδεσμοι είναι προσεκβολές της χοριοειδούς μήνιγγας προς τα πλάγια συγκρατώντας τον στη σκληρή μήνιγγα. Η χοριοειδής μήνιγγα τον καθλώνει και προς το τέλος μέσω του τελικού νηματίου (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.17).

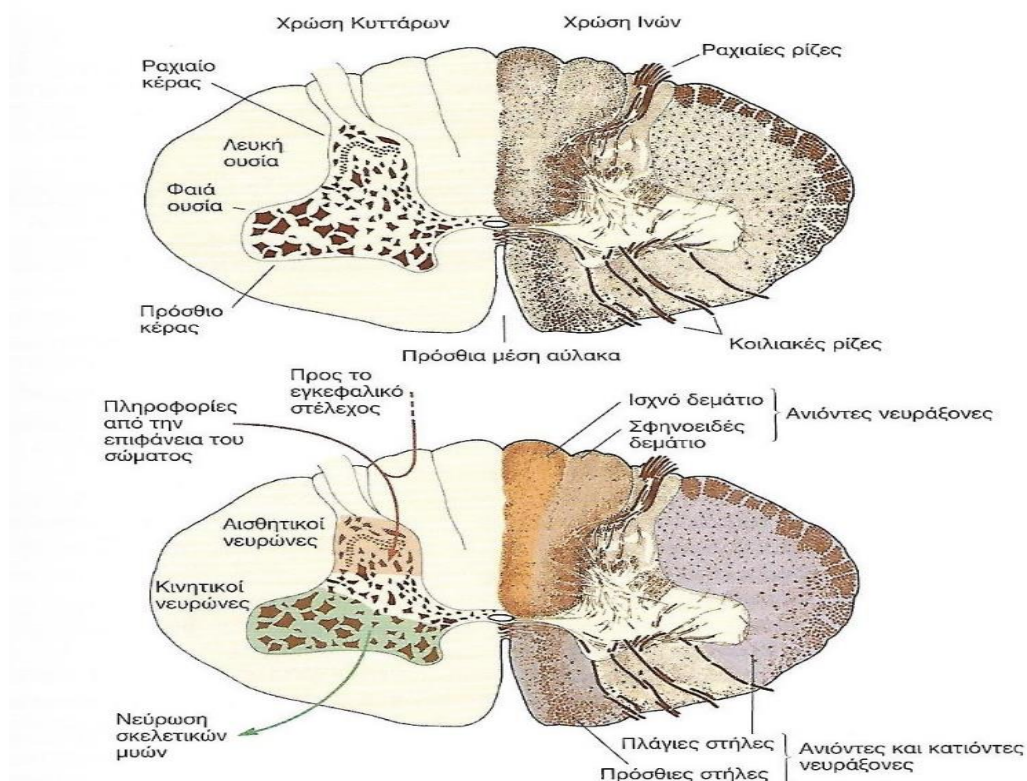
Ο ΝΜ αποτελείται από λευκή και φαιά ουσία όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.2. Στη φαιά ουσία εντοπίζονται τα κυτταρικά σώματα των νευρώνων, ενώ στη λευκή ουσία οι νευράξονες (Ahuja, Wilson, et al., 2017). Τα ολιγοδενδροκύτταρα στο ΚΝΣ και τα κύτταρα Schwann στο ΠΝΣ συνθέτουν μυελίνη κατά μήκος του νευράξονα (Monje, 2018). Η μυελίνη είναι μία πρωτεΐνη που αυξάνει την ταχύτητα αγωγής των νευρικών ώσεων στο νευρικό σύστημα (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.63). Στο ΚΝΣ υπάρχουν φυγόκεντρες νευρικές οδοί, που άγουν ερεθίσματα από τον εγκέφαλο προς την περιφέρεια, όπως είναι οι κινητικές εντολές και κεντρομόλες οδοί, που είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά αισθητικών ερεθισμάτων προς τον εγκέφαλο, όπως είναι η αίσθηση της θερμοκρασίας και της αφής (Ahuja, Wilson, et al., 2017).

Ο ΝΜ χωρίζεται σε δύο ημιμόρια μέσω της πρόσθιας και της οπίσθιας μέσης αύλακας (εικόνα 1.2). Η πρόσθια μέση αύλακα καλύπτεται από τη χοριοειδή μήνιγγα και το λευκό σύνδεσμο του ΝΜ. Η λευκή ουσία περιλαμβάνει την πρόσθια, οπίσθια και πλάγια δέσμη και στο κέντρο υπάρχει φαιά ουσία σχήματος Η. Η οπίσθια δέσμη βρίσκεται μεταξύ της οπίσθιας μέσης αύλακας και είναι η θέση εισόδου των οπίσθιων ριζών. Η πρόσθια δέσμη βρίσκεται μεταξύ της πρόσθιας μέσης αύλακας και είναι η θέση εξόδου των πρόσθιων ριζών ενώ η πλάγια δέσμη βρίσκεται μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας πλάγιας αύλακας.

Οι οπίσθιες ρίζες είναι κεντρομόλες ίνες που μεταφέρουν πληροφορίες αισθητικότητας. Οι μεγάλες εμμύελες ίνες Ια και Ιβ άγουν ερεθίσματα ιδιοδεκτικότητας από τη μυϊκή άτρακτο και το τενόντιο όργανο Golgi. Οι μεσαίου μεγέθους νευρικές ίνες Αβ μεταφέρουν ερεθίσματα αφής και πίεσης από τους μηχανοϋποδοχείς του δέρματος (Bican, Minagar and Pruitt, 2013). Οι παχιές αυτές ίνες μόλις εισέλθουν στα οπίσθια κέρατα του ΝΜ, ακολουθούν ανιούσα πορεία



καταλήγοντας στο σφηνοειδή και ισχνό πυρήνα του στελέχους. Εκεί, οι πρωτοταγείς αισθητικοί νευρώνες συνάπτονται με τους δευτεροταγείς αισθητικούς νευρώνες και χιάζονται, σχηματίζοντας το σύστημα ραχιαίας δέσμης-έσω λημνίσκου (Wells, 1983). Τέλος οι μικρής διαμέτρου αμύελες ίνες Αδ και C είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά ερεθισμάτων πόνου και θερμοκρασίας και ακολουθούν διαφορετική πορεία (Bican, Minagar and Pruitt, 2013). Οι πρωτοταγείς αισθητικοί νευρώνες (νωτιαία αισθητικά γάγγλια) αφού εισέλθουν στα οπίσθια κέρατα του ΝΜ κάνουν σύναψη με τους δευτεροταγείς αισθητικούς νευρώνες, χιάζονται στη μέση γραμμή και ακολουθούν ανιούσα πορεία σχηματίζοντας το προσθιοπλάγιο νωτιαιοθαλαμικό δεμάτιο. Και στις δύο οδούς οι δευτεροταγείς αισθητικοί νευρώνες κάνουν συνάψεις με τριτοταγείς νευρώνες σε πυρήνες του θαλάμου, οι οποίοι καταλήγουν στο φλοιό. Έτσι, η αφή και η ιδιοδεκτικότητα ανέρχονται ομόπλευρα κατά μήκος του ΝΜ ενώ ο πόνος και η θερμοκρασία αντίπλευρα (Wells, 1983). Οι πρόσθιες ρίζες είναι φυγόκεντρες ίνες που μεταφέρουν τις κινητικές εντολές στο μυ. Πρόκειται για μεγάλης διαμέτρου α κινητικούς νευρώνες που καταλήγουν στις γραμμωτές μυϊκές ίνες και τους γ κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τις μυϊκές ίνες της μυϊκής ατράκτου (Bican, Minagar and Pruitt, 2013).



**Εικόνα 1.2** Οργάνωση της φαϊάς και της λευκής ουσίας του νωτιαίου μυελού (Eric R. Kandel *et al.*, 2013)

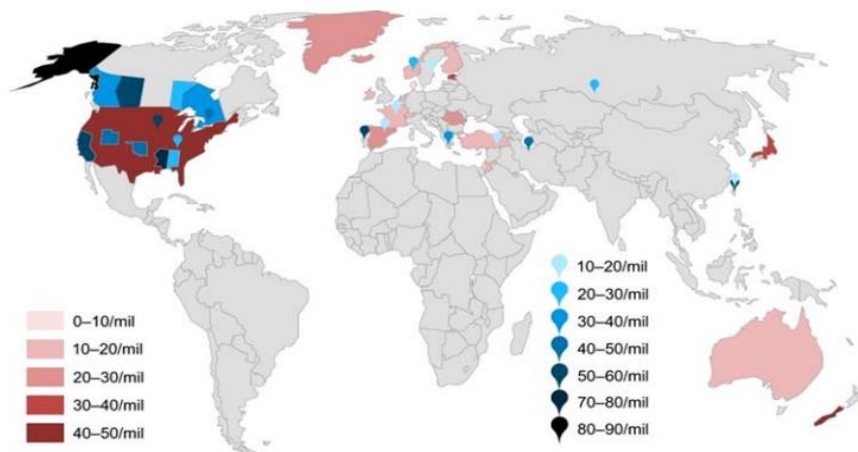
Ο ΝΜ οργανώνεται σε μυελοτόμια. Αμφοτερόπλευρα του μυελοτομίου σχηματίζεται ένα νωτιαίο νεύρο, που αποτελείται από πρόσθιες και οπίσθιες ρίζες. Ο άνθρωπος διαθέτει 7 αυχενικούς σπονδύλους αλλά 8 αυχενικά μυελοτόμια. Πάνω από τον πρώτο αυχενικό σπόνδυλο εξέρχεται η πρώτη νωτιαία ρίζα, ενώ η όγδοη εξέρχεται κάτω από τον έβδομο αυχενικό σπόνδυλο και πάνω από τον πρώτο θωρακικό. Από τον πρώτο θωρακικό σπόνδυλο και κάτω, το κάθε μυελοτόμιο έχει ίδια ονομασία με το σπόνδυλο που βρίσκεται πάνω από τη ρίζα. Ο ΝΜ είναι διευρυμένος στην αυχενική και οσφυοϊερή μοίρα, καθώς εκεί βρίσκονται οι κινητικοί νευρώνες που είναι υπεύθυνοι για τη νεύρωση των άνω και κάτω άκρων αντίστοιχα. Στη θωρακική μοίρα η φαιά ουσία καταλαμβάνει μικρότερη έκταση και οι κινητικοί νευρώνες νευρώνουν τους μεσοπλεύριους μύες (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.18).

### 1.3 Επιδημιολογία

Η γνώση των επιδημιολογικών δεδομένων για τις ΚΝΜ είναι ύψιστης σημασίας για την παροχή υπηρεσιών υγείας. Βοηθάνε τα συστήματα υγείας στη σωστή κατανομή των πόρων, για το σχεδιασμό προγραμμάτων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας πρόληψης, ενώ παράλληλα αναγνωρίζονται οι παρεμβάσεις που είναι ωφέλιμες για τους ασθενείς με ΚΝΜ. Δυστυχώς, η προσπάθεια συλλογής δεδομένων είναι δύσκολη καθώς υπάρχει ελλιπής αναφορά των νέων περιστατικών ΚΝΜ ανά έτος (επίπτωση) και του αριθμού των ατόμων που ζουν με ΚΝΜ (επιπολασμός), κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Από το 1995 και έπειτα, τα παγκόσμια δεδομένα σχετικά με την επίπτωση των ΚΝΜ, αναφέρουν τιμές μεταξύ του 10.4 και 83 περιπτώσεις ανά ένα εκατομμύριο ανθρώπους ετησίως. Τα μισά περιστατικά είναι πλήρεις εγκάρσιες διατομές ΝΜ με το 1/3 αυτών να οδηγεί σε τετραπληγία. Μεταξύ των γεωγραφικών περιοχών υπάρχουν διακυμάνσεις όσον αφορά τα στατιστικά δεδομένα, που πιθανώς οφείλεται εν μέρει στις πραγματικές διαφορές των περιοχών αλλά και στην ελλιπή καταγραφή των περιστατικών (Εικόνα 1.3). Συγκριτικά με τις μερικές κακώσεις, οι πλήρεις έχουν μειωθεί σημαντικά. Από τη δεκαετία του '70, οι υψηλές αυχενικές ΚΝΜ έχουν διπλασιαστεί στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες ανάμεσά τους και ο αυξημένος αριθμός πτώσεων των ηλικιωμένων.

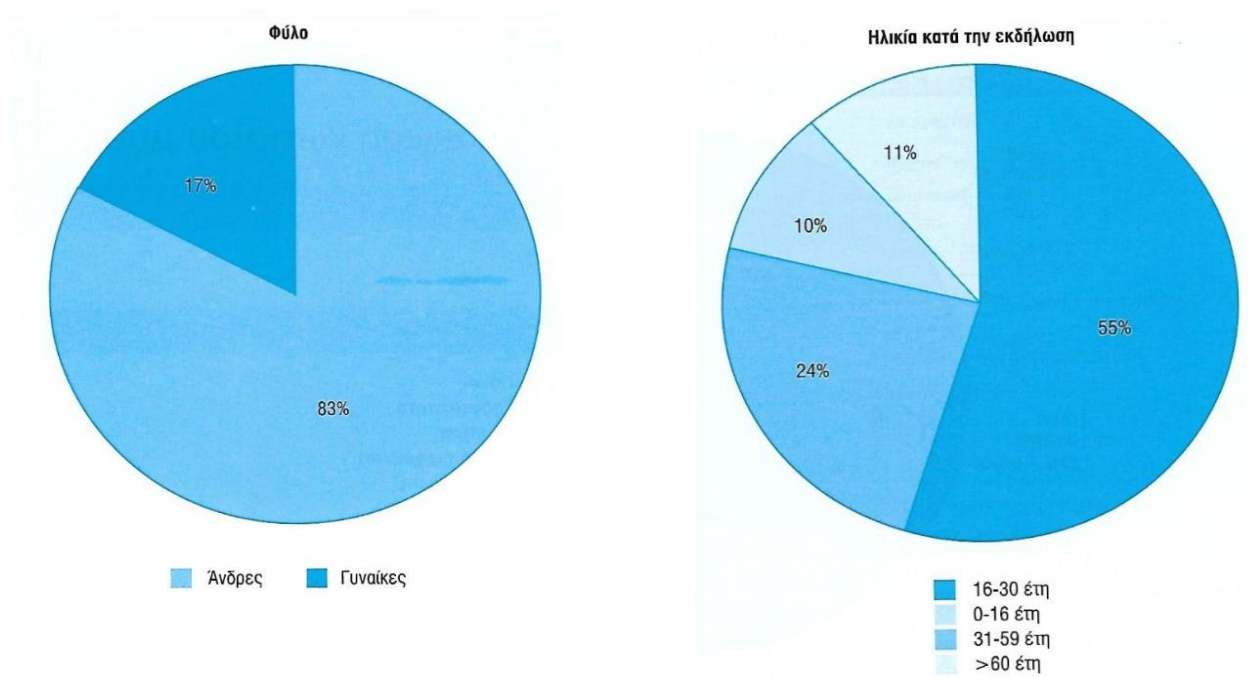
Ο επιπολασμός των ΚΝΜ παγκοσμίως κυμαίνεται μεταξύ των 236 και 4187 περιστατικών ανά ένα εκατομμύριο ανθρώπους. Τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι ελλιπή, καθώς δεν υπάρχουν ακριβείς αναφορές περιστατικών από χώρες της Ασίας, ενώ δεν έχουν δημοσιευτεί αρκετά δεδομένα για χώρες της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής (Witiw and Fehlings, 2015).



**Εικόνα 1.3** Επίπτωση ΚΝΜ ετησίως ανά χώρες, πολιτείες, επαρχίες και περιοχές (Fehlings *et al.*, 2014)

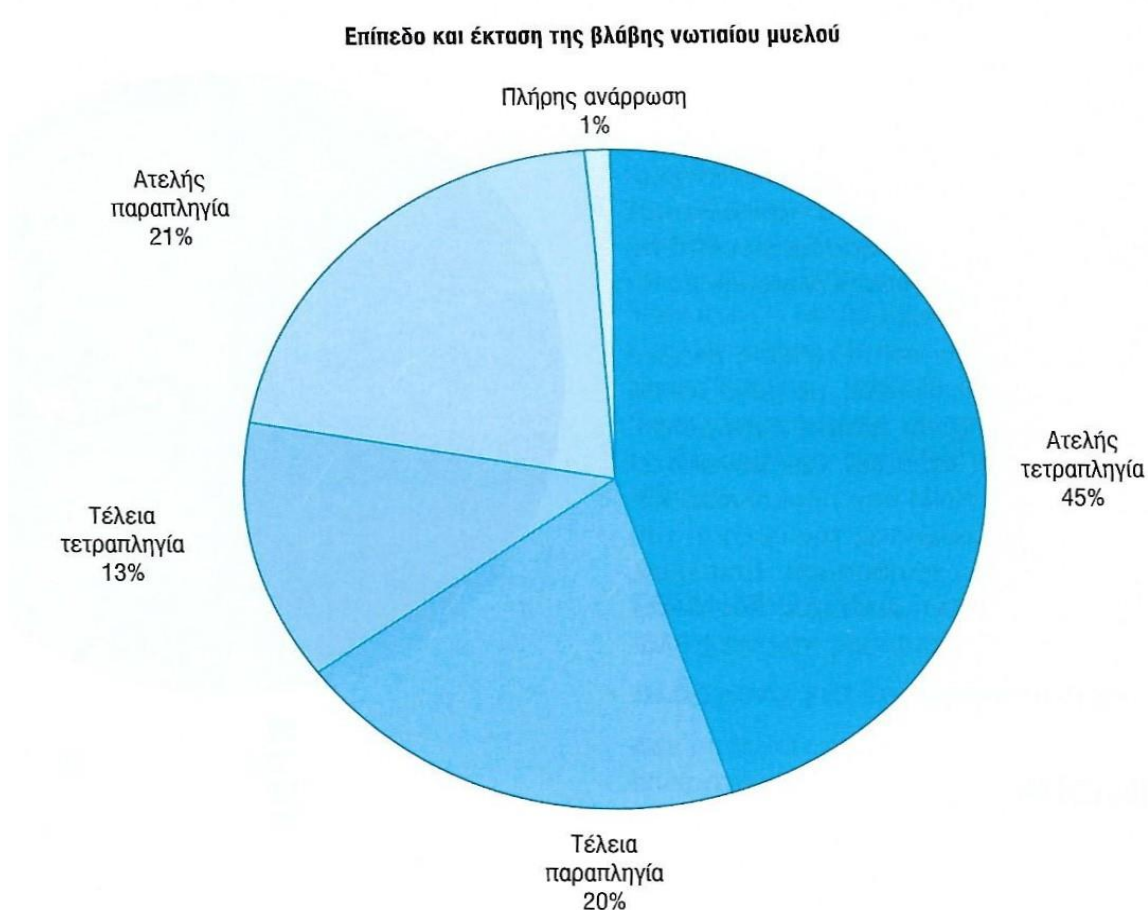
### 1.3.1 Δημογραφικά Δεδομένα

Οι ΚΝΜ εμφανίζονται 3 με 4 φορές περισσότερο στους άνδρες συγκριτικά με τις γυναίκες όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.4. Συχνότερα παρατηρούνται σε νέα άτομα ηλικίας 15-29 ετών και ηλικιωμένους άνω των 65. Με την αύξηση της μέσης ηλικίας στο γενικό πληθυσμό παρατηρήθηκε διεύρυνση και της μέσης ηλικίας τραυματισμού. Συγκεκριμένα το 1970 η μέση ηλικία τραυματισμού ήταν τα 28 έτη, ενώ μεταξύ του 2005 και 2008 ήταν τα 37 έτη (Witiw and Fehlings, 2015).



**Εικόνα 1.4** Κατανομή ΚΝΜ ανάλογα με το φύλο και την ηλικία (Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry, 2018)

Σχετικά με το επίπεδο της κάκωσης, υπάρχουν περιοχές που υφίστανται πιο εύκολα τραυματισμό. Στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης, τα επίπεδα A1-A2 και A5-A7 είναι πιο επιρρεπή σε κάκωση. Στη θωρακική μοίρα της σπονδυλικής στήλης τραυματίζονται συχνότερα τα επίπεδα Θ12-O2. Οι παραπάνω περιοχές έχουν μεγαλύτερο εύρος στροφής και ο νωτιαίος μυελός είναι διευρυμένος (Suzanne ‘Tink’ Martin and Mary Kessler, 2007 p.460). Οι μερικές κακώσεις είναι συχνότερες από τις πλήρεις και το 1% των ασθενών αναρρώνει πλήρως. Η ατελής τετραπληγία είναι η πιο συχνή σε ποσοστό 45% και ακολουθούν η ατελής παραπληγία, η τέλεια παραπληγία και η τέλεια τετραπληγία σε ποσοστά 21%, 20% και 13% αντίστοιχα (Εικόνα 1.5) (Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry, 2018).



**Εικόνα 1.5** Κλινικές εικόνες ΚΝΜ (Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry, 2018)

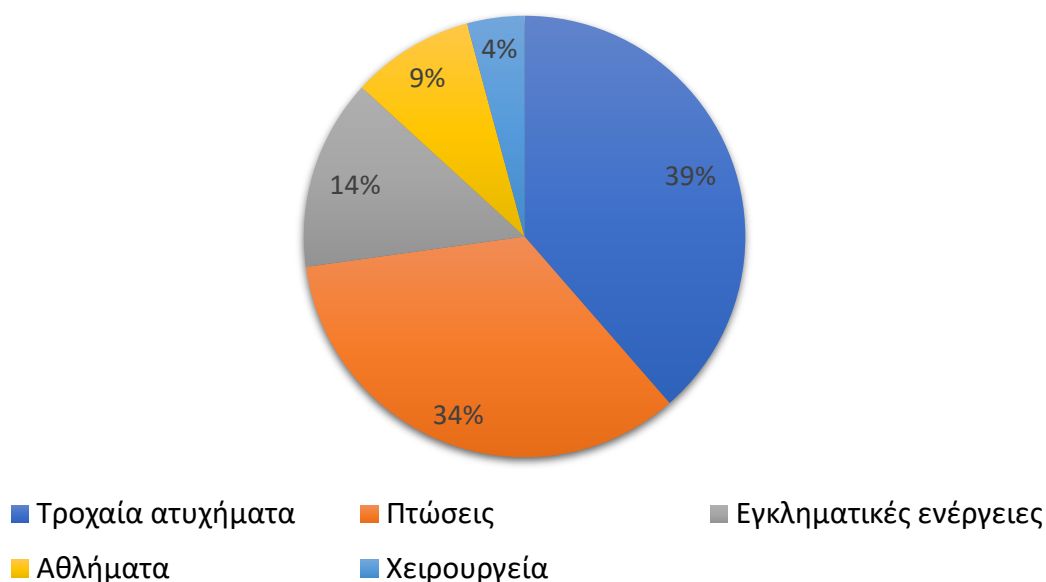
### 1.3.2 Κόστος

Οι επιπτώσεις μετά από ΚΝΜ είναι ψυχολογικές, σωματικές, κοινωνικές και οικονομικές. Τη δεκαετία του '90, το συνολικό κόστος των ΚΝΜ στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ανήλθε στα 4 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Τα πρώτα δύο χρόνια μετά τον τραυματισμό, οι ασθενείς νοσηλεύονται κατά μέσο όρο 171 μέρες στο νοσοκομείο, με το κόστος νοσηλείας να φτάνει τα 95203 δολάρια. Ταυτόχρονα, οι μετατροπές που χρειάζεται να γίνουν στις κατοικίες των ασθενών, υπολογίζονται στα 8000 δολάρια, ενώ η αποκατάσταση κοστίζει 2958 δολάρια ετησίως. Οι ιατρικές υπηρεσίες, οι προμήθειες και ο απαραίτητος εξοπλισμός μπορεί να φτάσει τα 4908 δολάρια ετησίως. Το κόστος για έναν προσωπικό βοηθό ή η νοσηλεία σε κέντρο αποκατάστασης, είναι κατά μέσο όρο 6268 δολάρια το χρόνο. Στις παραπάνω οικονομικές επιπτώσεις, προστίθεται η έλλειψη προσωπικού εισοδήματος και παραγωγικότητας των ασθενών που ζουν με ΚΝΜ (Sekhon and Fehlings, 2001).

### 1.4 Αιτίες κάκωσης νωτιαίου μυελού

Η ΚΝΜ μπορεί να προκληθεί από διάφορους μηχανισμούς και από ποικίλες αιτίες. Η μη τραυματική προσβολή του ΝΜ είναι πιο συχνή από την τραυματική και συνήθως προκαλείται από συμπίεση λόγω εκφυλιστικής παθολογίας του δίσκου, στένωση του σπονδυλικού σωλήνα, εγκάρσια μυελίτιδας και όγκους ή αποστήματα (συχνά φυματιώδη). Η πρωτοπαθής αγγειακή αλλοίωση μπορεί να προκαλέσει ισχαιμική βλάβη στον ΝΜ μετά από έμφρακτο (νωτιαίο αγγειακό επεισόδιο) και ισχαιμία μετά από διασχιστική κάκωση (π.χ. ρήξη αορτικού ανeurύσματος ή αρτηριοφλεβώδους δυσμορφίας). Κάποια ιογενή και βακτηριακά λοιμογόνα νοσήματα μπορεί να προκαλέσουν προσβολή του ΝΜ μέσω της εκδήλωσης εγκάρσιας μυελίτιδας και παρόμοιων παθολογιών (New and Marshall, 2013). Στην σπονδυλική στένωση παρατηρείται μείωση του εύρους του σπονδυλικού σωλήνα και μπορεί να είναι τέτοιου βαθμού που να προκαλέσει συμπίεση του ΝΜ. Συνήθως παρατηρείται στην αυχενική και στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης. Ο στενός σπονδυλικός σωλήνας μπορεί να μην προκαλεί αρχικά κανένα σύμπτωμα έως ότου να συμβεί μια ελάσσωσ κάκωση, όπως είναι μία πτώση ή η υπερέκταση του αυχένα. Τα άτομα με οστεοαρθρίτιδα εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο ΚΝΜ από υπερέκταση. Με αυτόν τον φαινομενικά ασήμαντο τραυματισμό, ο ΝΜ υφίστανται μεγάλη συμπίεση με αποτέλεσμα την πρωτοπαθή κάκωση της φαιάς ουσίας. Ο συγκεκριμένος τύπος ΚΝΜ, που παρατηρείται με την σπονδυλική στένωση ονομάζεται κεντρικό μυελικό σύνδρομο και θα αναλυθεί σε παρακάτω κεφάλαιο (Melancia, Francisco and Antunes, 2014).

Η τραυματική πλήξη αποτελεί συνήθη αιτία ΚΝΜ, με συχνότερή αιτία το τραύμα από τροχαία ατυχήματα (38,6%), πτώσεις (34,2%), εγκληματικές ενέργειες (π.χ. πυροβολισμοί) (14%), αθλήματα (9%) και χειρουργεία (4,2%), όπως απεικονίζεται και στην Εικόνα 1.6 (Eli, Lerner and Ghogawala, 2021). Το τραύμα μπορεί να προκληθεί από συμπίεση, διατιτραίνουσα κάκωση και δυνάμεις υπερβολικής κάμψης ή υπερέκτασης. Η κάκωση του ΝΜ που θα προκύψει μπορεί να είναι προσωρινή ή μόνιμη. Επίσης τραυματισμοί στα σπονδυλικά σώματα μπορούν να οδηγήσουν σε βλάβη του ΝΜ. Το σπονδυλικό εξάρθρωμα ή υπερξάρθρωμα (διαχωρισμός των σπονδυλικών σωμάτων), τα κατάγματα – εξάρθρωματα και τα συμπιεστικά κατάγματα μπορούν να προκαλέσουν περαιτέρω βλάβη στον ΝΜ, μέσω μεγαλύτερης συμπίεσης ή παγίδευσης. Τέλος, και οι βαριές κακώσεις της σπονδυλικής στήλης μπορούν να οδηγήσουν σε ατελή ή πλήρη διατομή του ΝΜ (Martin and Kessler, 2007, p.461).



**Εικόνα 1.6** Αιτίες τραυματικής κάκωσης νωτιαίου μυελού (Eli, Lerner and Ghogawala, 2021)

## 1.5 Παθοφυσιολογία

### ➤ Πρωτοπαθής κάκωση

Η πρωτοπαθής ΚΝΜ εμφανίζεται εξαιτίας άμεσου τραυματισμού της σπονδυλικής στήλης, που προκαλεί κατάγματα, εξάρθρωμα στους σπονδύλους και ρήξεις συνδέσμων (Anjum *et al.*, 2020). Η άμεση βλάβη στο ΝΜ προκαλείται λόγω πίεσης από τα οστικά τεμάχια, με αποτέλεσμα τη διατομή του, η οποία τις περισσότερες φορές είναι μερική και σπάνια πλήρης (Profyris *et al.*, 2004). Η πρωτοπαθής κάκωση περιλαμβάνει την καταστροφή των κυτταρικών

μεμβρανών, των νευραξόνων και των αγγείων οδηγώντας σε κυτταρικό θάνατο και αιμορραγία (Venkatesh et al., 2019). Οι κυριότεροι παράγοντες που καθορίζουν τη σοβαρότητα της KNM είναι η έκταση της αρχικής κάκωσης και ο χρόνος πίεσης του νωτιαίου μυελού (Anjum et al., 2020). Μελέτες σε ζώα έχουν αποδείξει, ότι αν διασωθεί το 5% των νευραξόνων, υπάρχει καλή νευρική λειτουργία.

### ➤ Δευτεροπαθής κάκωση

Η δευτεροπαθής κάκωση είναι αποτέλεσμα του τοξικού περιβάλλοντος που προκαλεί η αρχική κάκωση (Profyris et al., 2004). Κατά τη διάρκεια της δεύτερης φάσης, υπάρχει οίδημα, αγγειακή δυσλειτουργία, ισχαιμία και φλεγμονή (Venkatesh et al., 2019). Ο αιματοεγκεφαλικός φραγμός διαρρηγνύεται, με αποτέλεσμα τα ερυθρά αιμοσφαίρια να εισρέουν στη φαιά ουσία. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια περιέχουν σίδηρο και αιμορροφαϊνίνη που δρουν νευροτοξικά. Έτσι, νευρώνες που βρίσκονται μακριά από την εστία της κάκωσης νεκρώνονται απελευθερώνοντας γλουταμικό οξύ, ελεύθερες ρίζες, αντιδραστικά είδη οξυγόνου και υπεροξειδάσες τα οποία με τη σειρά τους δημιουργούν τοξικό περιβάλλον για άλλους νευρώνες.

Το οίδημα αυξάνεται αποφράσσοντας αγγεία μακριά από την πρωτοπαθή κάκωση, με αποτέλεσμα να προκαλείται ισχαιμία. Λόγω της ισχαιμίας σταματάει η μεταφορά οξυγόνου στις περιοχές αυτές και προκαλείται περαιτέρω κυτταρικός θάνατος.

Σημαντικό ρόλο στην επέκταση της κάκωσης, διαδραματίζει η φλεγμονή (Profyris *et al.*, 2004). Τα μικρογλοιακά κύτταρα ή μικρογλοία είναι είδος νευρογλοιακών κυττάρων, υπεύθυνα για τις λειτουργίες του ανοσοποιητικού συστήματος στο ΚΝΣ (Vander A., Sherman J. and Luciano D., 2001). Τα μικρογλοιακά κύτταρα έχουν μικρό κυτταρικό σώμα με εκτεταμένες διακλαδώσεις και κάτω από φυσιολογικές συνθήκες δεν είναι ενεργοποιημένα. Όταν όμως συμβεί ένας τραυματισμός, μετατρέπονται σε φαγοκύτταρα και συγκεντρώνονται στο σημείο της βλάβης. Εκκρίνουν προφλεγμονώδεις και αντιφλεγμονώδεις κυτοκίνες, χημειοκίνες, νευροτροφικούς και αυξητικούς παράγοντες, ενώ ταυτόχρονα μέσω της φαγοκυττάρωσης απομακρύνουν κυτταρικά υπολείμματα και τοξικές ουσίες. Επίσης, διαθέτουν υποδοχείς αναγνώρισης συγκεκριμένων ουσιών που απελευθερώνονται από τους τραυματισμένους νευρώνες, όπως ATP, κυτοκίνες και αυξητικούς παράγοντες. Ο κυτταρικός θάνατος μπορεί να επέλθει λόγω αυξημένης έκκρισης προφλεγμονοδών κυτοκινών από την ενεργοποιημένη μικρογλοία (Venkatesh et al., 2019). Η νευρωνική λειτουργία μπορεί να επηρεαστεί μέχρι και 10 μυελοτόμια κάτω από την αρχική κάκωση. Εκτός από τους νευρώνες, ευαίσθησία στις προφλεγμονώδεις κυτταροκίνες παρουσιάζουν και τα ολιγοδενδροκύτταρα. Η νέκρωσή τους έχει σαν αποτέλεσμα την απομυελίνωση πολλών νευρώνων μακριά από την εστία της αρχικής κάκωσης (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.288).

Τα αστροκύτταρα που συγκεντρώνονται στην τραυματισμένη περιοχή ονομάζονται αντιδραστικά αστροκύτταρα (Venkatesh et al., 2019). Αυτά, περικλείουν την πρωτοπαθή βλάβη δημιουργώντας ουλή στην περιοχή, που δρα σαν φυσικός φραγμός στους αναγεννώμενους νευράξονες στην περιοχή της αρχικής κάκωσης (Kanno *et al.*, 2015). Έπειτα, μετατρέπεται σε μία ανθεκτική μεμβράνη που παρέχει σταθεροποίηση στον τραυματισμένο νευρικό ιστό, οριοθετώντας τον από τον υγρή, με σκοπό να αποφευχθεί η επέκταση της βλάβης. Μετά την κάκωση τα συστατικά στοιχεία της ουλής επισκευάζουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό μειώνοντας τη φλεγμονή και τον κυτταρικό εκφυλισμό (Venkatesh et al., 2019). Ταυτόχρονα όμως, τα αντιδραστικά αστροκύτταρα παράγουν ανασταλτικές ουσίες που επεκτείνονται δύο ή τρία μυελοτόμια μακριά από την αρχική κάκωση. Τα αστροκύτταρα αν και εξαπλώνονται και σε περιοχές μακριά από την εστία της αρχικής κάκωσης δεν φαίνεται να δημιουργούν ουλή σε αυτές. Αντίθετα, πιθανολογείται ότι υποστηρίζουν μεταβολικά την περιοχή ελέγχοντας το οίδημα στις απομακρυσμένες περιοχές (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.288).

### **Θειική χονδροϊτίνη**

Η θειϊκή χονδροϊτίνη (ΘΧ) είναι ένας συνδυασμός από πρωτεογλυκάνες και γλυκοζαμινογλυκάνες. Ο ρόλος της στο ΚΝΣ, είναι η ρύθμιση της κυτταρικής διαφοροποίησης και της ανάπτυξης των νευραξόνων. Μετά από ΚΝΜ η ΘΧ αυξάνεται και βοηθάει στη δημιουργία ουλής. Επιπλέον, δημιουργεί ένα ανασταλτικό περιβάλλον για την αναγέννηση των νευραξόνων στην τραυματισμένη περιοχή και εμποδίζει τη διαφοροποίηση των πρόγονων ολιγοδενδροκυττάρων.

### **Μυελίνη**

Όταν τραυματίζεται ο νευρικός ιστός εκτός από το θάνατο των νευρώνων, νεκρώνονται και νευρογλοιακά κύτταρα, όπως τα αστροκύτταρα και τα ολιγοδεντροκύτταρα. Η μυελίνη περιβάλλει και μονώνει τους νευράξονες διευκολύνοντας τη μετάδοση της νευρικής ώσης κατά μήκος των νευραξόνων. Η απομυελίνωση οδηγεί σε εκφύλιση των νευραξόνων, με αποτέλεσμα να διακόπτεται η μετάδοση της νευρικής ώσης. Κατά τη διάρκεια της επαναμυελίνωσης, η αυξημένη ποσότητα μυελίνης στο σημείο της βλάβης, εμποδίζει την αναγέννηση του νευράξονα. Τα συστατικά στοιχεία της μυελίνης, όπως είναι η γλυκοπρωτεΐνη σχετιζόμενη με τη μυελίνη (MAG), αν και έχουν σημαντικό ρόλο στην αρχική ανάπτυξη του νευρικού συστήματος, δρουν ανασταλτικά στην αναγέννηση των νευραξόνων ύστερα από κάκωση (Venkatesh et al., 2019).



## 1.6 Ταξινόμηση των κακώσεων νωτιαίου μυελού

Οι ΚΝΜ διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους: τις πλήρεις και τις ατελείς. Η κάκωση ταξινομείται με βάση το επίπεδο και τη βαρύτητα της κύριας παθολογίας με τη χρήση της κλίμακας αναπηρίας ASIA, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στον Πίνακα 1.1 (Kirshblum et al., 2014).

### ➤ Πλήρης Κάκωση

Σε μια πλήρη ΚΝΜ, παρατηρείται απουσία της κινητικής και της αισθητικής λειτουργίας κάτω από το επίπεδο της βλάβης και στα κατώτερα ιερά μυελοτόμια I4 και I5. Οι πλήρεις κακώσεις μπορούν να προκύψουν από το αποτέλεσμα μιας διατομής, συμπίεσης ή αγγειακής διαταραχής του ΝΜ (Martin & Kessler, 2007, p.464).

### ➤ Ατελής Κάκωση

Ατελής ΚΝΜ, χαρακτηρίζεται η μερική διατήρηση κάποιου βαθμού κινητικής ή αισθητικής λειτουργίας κάτω από το νευρολογικό επίπεδο της βλάβης, συμπεριλαμβανόμενων των κατώτερων ιερών μυελοτομιών I4 και I5. Σημαντική θεωρείται η διατήρηση της αισθητικότητας στην περιπρωκτική περιοχή (I4-I5) για να θεωρηθεί η κάκωση ατελής (Fehlings et al., 2017). Τα πρότυπα ατελών βλαβών αναφέρονται ως ατελή σύνδρομα, στο αντίστοιχο κεφάλαιο θα γίνει εκτενέστερη ανάλυση τους (Kirshblum et al., 2011).

**Πίνακας 1.1** Κλίμακα Αναπηρίας ASIA (American Spinal Injury Association, 2002)

Βαθμός	Αναπηρία
<b>ASIA A</b>	Πλήρης, απουσία αισθητικής ή κινητικής λειτουργίας κάτω από το επίπεδο της κάκωσης.
<b>ASIA B</b>	Ατελής, απουσία κινητικής λειτουργίας αλλά παρουσία κάποιου βαθμού αισθητικότητας κάτω από την κάκωση, συμπεριλαμβανόμενης της περιπρωκτικής περιοχής (I4-I5).
<b>ASIA C</b>	Ατελής, παρουσία ορισμένου βαθμού αισθητικής και κινητικής λειτουργίας κάτω από την κάκωση, αλλά με τους περισσότερους μύες να έχουν μυϊκή ισχύ μικρότερη από την 3/5.
<b>ASIA D</b>	Ατελής, παρουσία αισθητικής και κινητικής λειτουργίας με τουλάχιστον τους μισούς μύες να έχουν μυϊκή ισχύ ίση ή μεγαλύτερη από 3/5.
<b>ASIA E</b>	Φυσιολογική κινητική και αισθητική λειτουργία.

Η παράλυση που επιφέρει η ΚΝΜ σε ανθρώπους μπορεί να ταξινομηθεί και ως εξής :

### ➤ **Τετραπληγία**

Αυτός ο όρος αναφέρεται στην έκπτωση της λειτουργίας των άνω άκρων, του κορμού, των πυελικών οργάνων και των κάτω άκρων που προκαλείται από κάκωση στα αυχενικά μυελοτόμια της σπονδυλικής στήλης, δηλαδή μεταξύ των Α1 και Α8 νωτιαίων επιπέδων (Marino et al., 2003). Πλήρης βλάβη σε επίπεδα:

- Α1-Α3 οδηγεί σε 24ώρη εξάρτηση από μηχανικό αερισμό (αναπνευστήρας), ενώ διασώζονται οι μύες του τραχήλου, του αυχένα, του προσώπου (Α1-Α2), η άνω μοίρα τραπεζοειδή και ο στερνοκλειδομαστοειδής (Α3).
- Α4 οδηγεί σε απουσία νεύρωσης των άνω άκρων, ενώ διασώζεται η λειτουργία του διαφράγματος (μη εξάρτηση από τον αναπνευστήρα).
- Α5 οδηγεί σε απώλεια ελέγχου άκρας χείρας και καρπού, ενώ διασώζεται ο έλεγχος μερικών μυών του ώμου (δελτοειδής, έξω στροφείς, υποπλάτιος, δικέφαλος βραχιόνιος, πρόσθιος βραχιόνιος και βραχιονοκερκιδικός) και των καμπτήρων του αγκώνα.
- Α6 οδηγεί σε απουσία έκτασης του αγκώνα και απώλεια λειτουργίας στην άκρα χείρα και στα δάχτυλα, ενώ πιθανόν να πραγματοποιείται η έκταση στον αγκώνα (κερκιδικός εκτείνων του καρπού).
- Α7-Α8 οδηγεί σε δυσκολία εκτέλεσης γραφής και δραστηριοτήτων λεπτής κινητικότητάς, ενώ διασώζεται η λειτουργία του τρικέφαλου με αποτέλεσμα ο ασθενής να μπορεί να χρησιμοποιήσει τα άνω άκρα του για να ανασηκωθεί κατά τις μεταβάσεις και για να ανακουφιστεί από τις περιοχές που δέχονται πίεση όταν είναι στο αναπηρικό αμαξίδιο ( Martin & Kessler, 2007, p.474; Larsen et al., 2017, p.315-316).

### ➤ **Παραπληγία**

Αυτός ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει την δυσλειτουργία ολόκληρου του κορμού ή μέρος του, των πυελικών οργάνων και των κάτω άκρων διατηρώντας την λειτουργικότητα των άνω άκρων. Προκαλείται από βλάβη του ΝΜ κάτω από το επίπεδο Θ1 (Galeiras Vázquez et al., 2017). Σε ασθενείς με πλήρη βλάβη στο επίπεδο:

- Θ1-Θ8 παρατηρείται πλήρης απώλεια της λειτουργικότητας των κάτω άκρων, διασώζονται όμως οι αυτόχθονες μύες του χεριού καθιστώντας το άτομο ικανό να προωθήσει χειροκίνητο αμαξίδιο. Επίσης υπάρχει νεύρωση των μεσοπλευρίων μυών και του ορθωτήρα του κορμού με αποτέλεσμα ο ασθενής να επιδεικνύει καλύτερο έλεγχο κορμού και μεγαλύτερες αναπνευστικές δυνατότητες.

- Θ9-Θ12 εμφανίζουν νεύρωση των κατώτερων κοιλιακών μυών καθιστώντας τους ικανούς να βήξουν. Είναι πιθανή η θεραπευτική κινητοποίηση και η κινητοποίηση στο σπίτι με κηδεμόνες και με βοηθητικές συσκευές.
- O1-O3 παρατηρείται νεύρωση των κατώτερων μυών του κορμού (O1), των καμπτήρων του ισχίου και μερική νεύρωση του τετρακεφάλου. Οι ασθενείς με την παραπάνω νεύρωση θα είναι ανεξάρτητοι κατά την κινητοποίηση τους στο σπίτι, ενώ στο επίπεδο O3 θα είναι ανεξάρτητοι στην κινητοποίηση στην κοινότητα. Αναγκαία κρίνεται η χρήση μηροκνημοποδικού κηδεμόνα και στις δύο περιπτώσεις.
- O4-O5 θα είναι ανεξάρτητοι σε όλες τις λειτουργικές δραστηριότητες, όπως είναι η βάδιση με την απαραίτητη βοήθεια κάποιου τύπου κηδεμόνων και βοηθητικής συσκευής.
- I1-I5 θα εμφανίζουν απώλεια της λειτουργίας του ορθού και της ουροδόχου κύστης, ωστόσο θα μπορούν να κινητοποιούνται στην κοινότητα ανεξάρτητα με την χρήση λειτουργικών μηροκνημοποδικών κηδεμόνων ( Martin & Kessler, 2007, p.476-477).

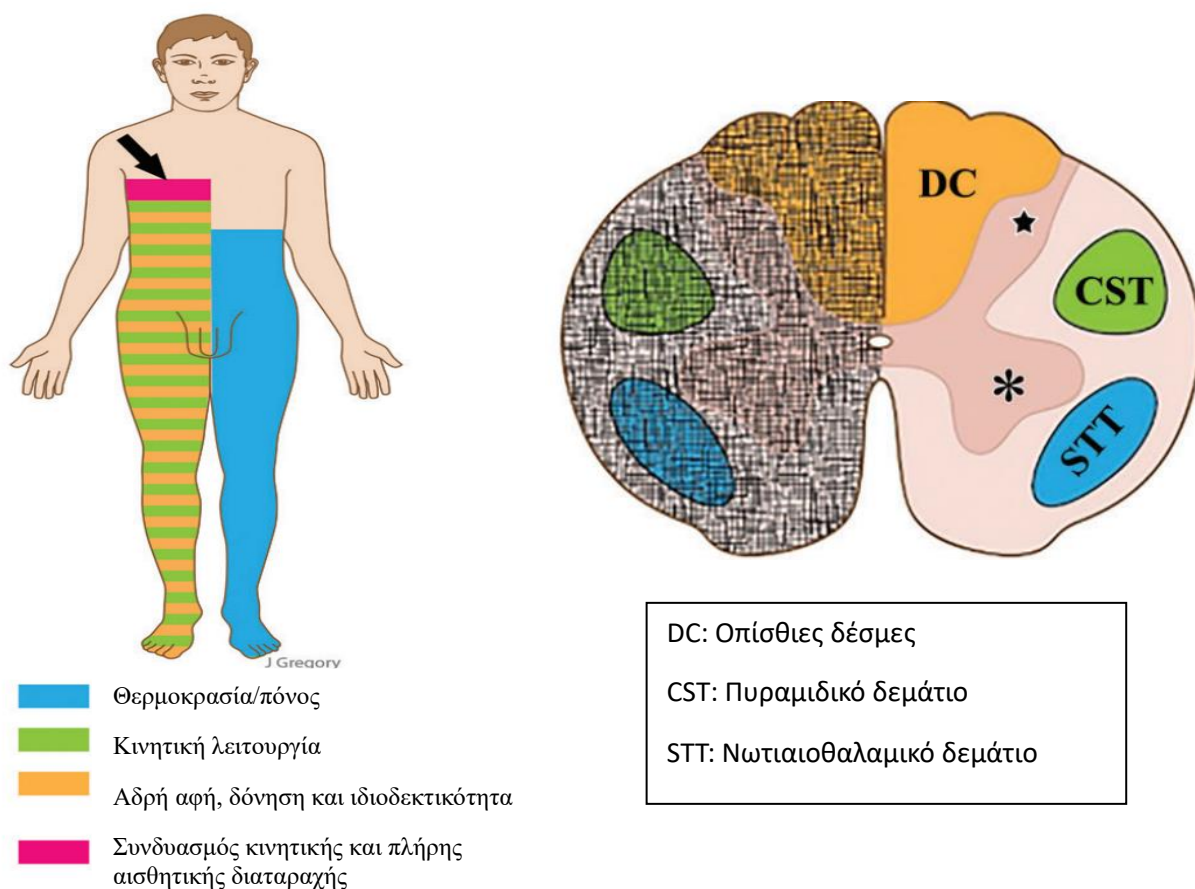
## 1.7 Ατελή σύνδρομο

Υπάρχουν αναγνωρίσιμα πρότυπα ατελούς ΚΝΜ, όπου τα σημεία και τα συμπτώματα σχετίζονται με τις ανατομικές περιοχές του ΝΜ που έχουν προσβληθεί. Τα πιο συχνά από αυτά είναι το σύνδρομο Brown-Séguard, το κεντρικό μυελικό σύνδρομο, το πρόσθιο μυελικό σύνδρομο, το οπίσθιο μυελικό σύνδρομο, το σύνδρομο μυελικού κώνου και η ιππουριδική συνδρομή (Engel-Haber *et al.*, 2022). Τα οποία θα αναλυθούν στην συνέχεια το καθένα ξεχωριστά.

### ➤ Σύνδρομο Brown-Séguard

Το σύνδρομο αυτό είναι σπάνιο και συνήθως ατελές, ενώ προκύπτει από ημιεγκάρσια βλάβη του ΝΜ με την αντίθετη πλευρά να παραμένει σχετικά άθικτη. Συνήθη αίτια είναι οι διατιτραίνουσες κακώσεις, όπως αυτές που προκαλούνται από πυροβόλα όπλα, μαχαίρια ή τραύμα από σπασμένο γυαλί (Moskowitz and Schroepel, 2022). Η κλινική εικόνα περιλαμβάνει κινητική διαταραχή στην ίδια πλευρά της κάκωσης, καθώς οι ίνες της φλοιονωτιαίας οδού δεν χιάζονται στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού. Συγκεκριμένα η διακοπή των κατερχόμενων κινητικών οδών στην μία πλευρά του ΝΜ προκαλεί χαλαρή αρχικά, ομόπλευρη παράλυση κάτω από το επίπεδο της βλάβης (νωτιαίο σοκ), η οποία στην συνέχεια γίνεται σπαστική και συνοδεύεται από αύξηση των τενόντιων αντανακλαστικών, θετικό σημείο Babinski και αγγειοκινητικές διαταραχές. Στην πλευρά της κάκωσης παρατηρούνται επίσης ανόρθωση των τριχών, εφίδρωση και ερυθρότητα του προσώπου σημεία τα οποία

υποδηλώνουν δυσλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Ταυτόχρονα, η διακοπή των οπίσθιων δεσμών στην μια πλευρά του ΝΜ προκαλεί ομόπλευρα απώλεια της αίσθησης της θέσης των μελών (κιναισθησία), της παλλαισθησίας και της απτικής διάκρισης κάτω από το επίπεδο της βλάβης, καθώς οι ίνες των ραχιαίων στηλών δεν χιάζονται στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού. Τέλος, στην πλευρά της βλάβης διατηρείται η αίσθηση του πόνου και της θερμοκρασίας διότι οι ίνες που είναι υπεύθυνες για αυτά τα είδη αισθητικότητας έχουν ήδη χιαστεί και ανέρχονται με το αντίπλευρο πλάγιο νωτιαιοθαλαμικό δεμάτιο, ενώ απουσιάζουν αντίπλευρα κάτω από το επίπεδο της βλάβης διότι βλάπτεται το αντίπλευρο (χιασμένο) νωτιαιοθαλαμικό δεμάτιο (Baehr & Frotscher, 2009, p.78; Fredericks, 1996).

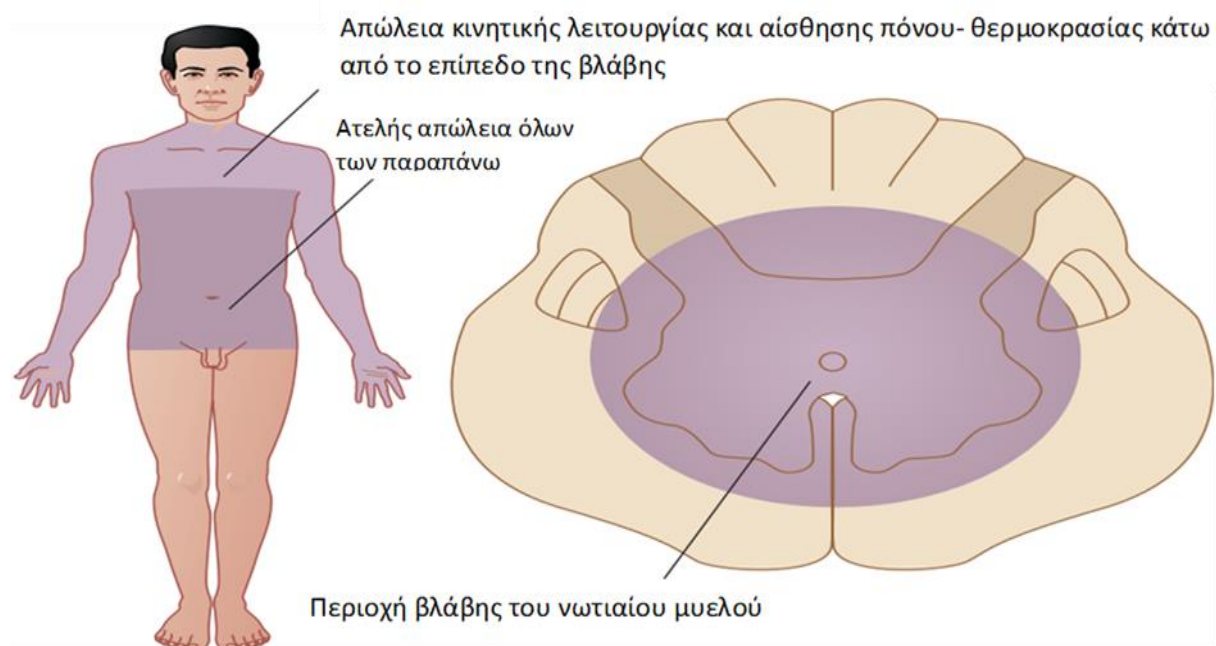


**Εικόνα 1.7** Σύνδρομο Brown-Séquard (Kunam *et al.*, 2018)

### ➤ Κεντρικό μυελικό σύνδρομο

Αποτελεί το συχνότερο τύπο ατελούς κάκωσης, αντιστοιχεί στο 9% όλων των τραυματικών ΚΝΜ. Ο συνήθης μηχανισμός πρόκλησης είναι υπερέκταση του αυχένα με προϋπάρχουσα αυχενική στένωση και οστεοαρθρικές αλλοιώσεις (Epstein and Hollingsworth, 2015). Προσβάλλεται η κεντρική μοίρα της φαιάς ουσίας καθώς και το έσω τμήμα της λευκής ουσίας του ΝΜ, προκαλώντας αισθητικές και κινητικές διαταραχές οι οποίες είναι μεγαλύτερης

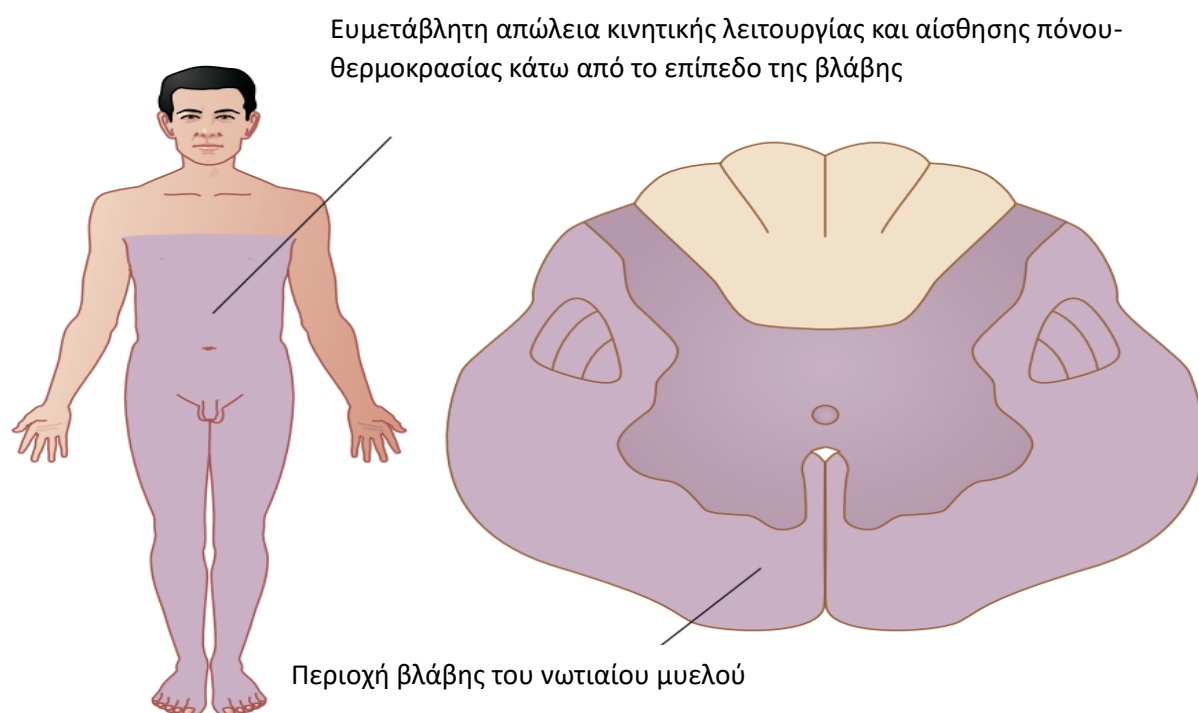
βαρύτητας στα άνω άκρα σε σχέση με τα κάτω. Ο λόγος είναι τοπογραφικός καθώς οφείλεται στο γεγονός ότι τα φλοιονωτιαία και νωτιοθλαμικά δεμάτια είναι κατά τέτοιον τρόπο διατεταγμένα, ώστε οι ίνες που άγονται από/προς τα ουριαία νευροτόμια να βρίσκονται επί τα εκτός αυτών που άγονται από/προς τα αυχενικά νευροτόμια. Έτσι, οι ουριαίες ίνες δεν επηρεάζονται τόσο στην τραυματική βλάβη του κεντρικού τμήματος του ΝΜ, σε αντίθεση με τις αυχενικές (Avila and Hurlbert, 2021). Κλινικά το άτομο εμφανίζει σημεία κατώτερου κινητικού νευρώνα (χαλαρότητα και μυϊκή ατροφία) στο ύψος της βλάβης, διότι προσβάλλονται τα πρόσθια κέρατα της φαιάς ουσίας του ΝΜ, ενώ κάτω από το επίπεδο της βλάβης εκδηλώνεται με σημεία ανώτερου κινητικού νευρώνα (υπερτονία και υπερρεφλεξία), επειδή προσβάλλεται το πλάγιο φλοιονωτιαίο δεμάτιο της πυραμιδικής οδού. Εξαιτίας της προσβολής των νωτιαιοθλαμικών νευρικών ινών που χιάζονται στον πρόσθιο σύνδεσμο του ΝΜ καθώς και των δύο νωτιαιοθλαμικών οδών (της πρόσθιας και της πλάγιας) με ταυτόχρονη διατήρηση των οπίσθιων δεσμών (σφηνοειδές και ισχνό δεμάτιο) προκύπτει μία διαταραχή της αισθητικότητας σε εγκάρσιο επίπεδο και κάτωθεν του επιπέδου της βλάβης. Συγκεκριμένα κάτω από το επίπεδο της βλάβης καταργείται η αίσθηση του πόνου και της θερμοκρασίας (επιπολής αισθητικότητα), ενώ διατηρείται η κιναισθησία, η στερεογνωσία, η παλλαισθησία και η απτική διάκριση δύο σημείων (εν τω βάθει αισθητικότητα). Η λειτουργία του ορθού, της ουροδόχου κύστης και η σεξουαλική λειτουργία διατηρούνται αν τα ιερά τμήματα των δεματίων δεν υποστούν βλάβη. Η λειτουργική ανεξαρτησία στις καθημερινές δραστηριότητες εξαρτάται από το βαθμό της νεύρωσης των άνω άκρων που ανακτά ο ασθενής (Kunam et al., 2018).



**Εικόνα 1.8** Κεντρικό μυελικό σύνδρομο (Sheerin, 2005)

## ➤ Πρόσθιο μυελικό σύνδρομο

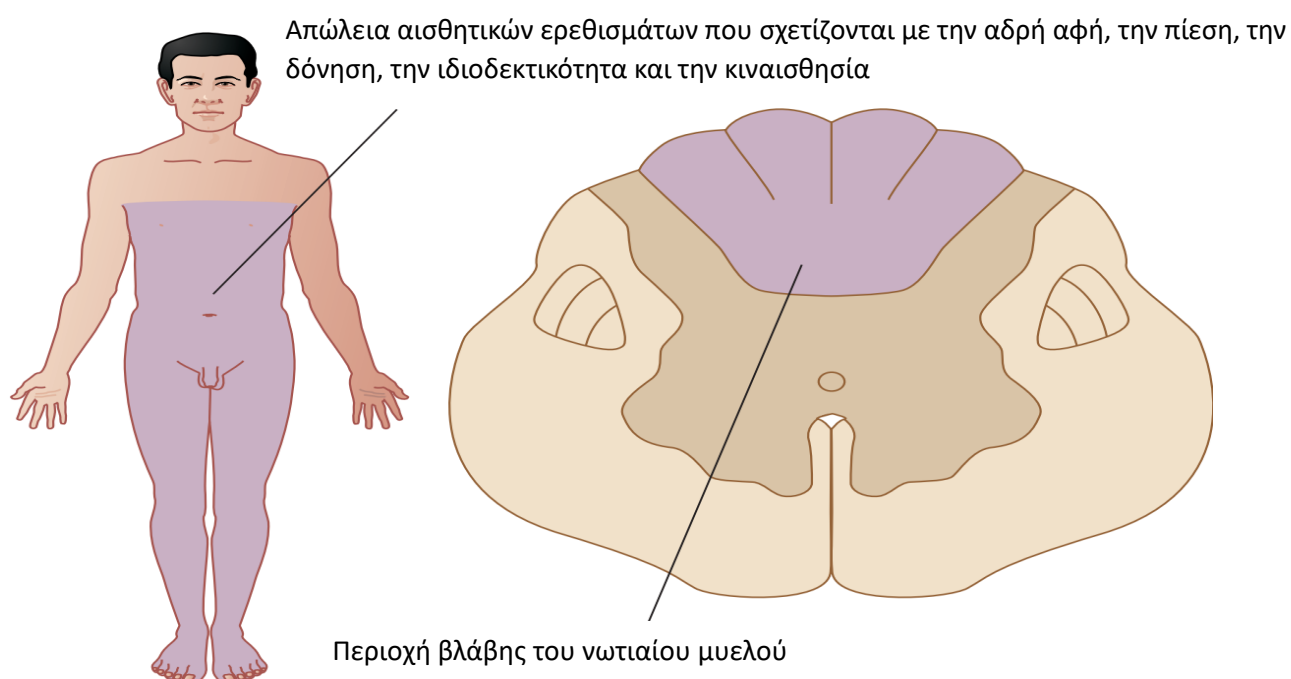
Το σύνδρομο προκαλείται από κάκωση κάμψης στην αυχενική μοίρα, κατά την οποία παρατηρείται κάταγμα-εξάρθρωμα ενός αυχενικού σπονδύλου, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο βλάβη στα πρόσθια 2/3 του νωτιαίου μυελού ή στη πρόσθια νωτιαία αρτηρία. Επίσης, η διαταραχή της αιμάτωσης αυτής της αρτηρίας μπορεί να οφείλεται σε έμφρακτο από κάκωση της πρόσθιας αρτηρίας από οστικό τεμάχιο ή κήλη μεσοσπονδύλιου δίσκου και αναφέρεται συχνά ως αγγειακό επεισόδιο του ΝΜ. Κλινικά, διασώζεται η λειτουργία των οπισθίων δεσμών, οι οποίες αιματώνονται από τη ραχιαία νωτιαία αρτηρία με αποτέλεσμα να διατηρείται η κιναισθησία, η στερεογνωσία, η παλλαισθησία και η απτική διάκριση δύο σημείων. Προσβάλλεται το φλοιονωτιαίο και το νωτιαιοθλαμικό δεμάτιο με αποτέλεσμα ο ασθενής να εμφανίζει σπαστική τετραπληγία ή παραπληγία αναλόγως με το ύψος της βλάβης, απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας αμφοτερόπλευρα κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Ανάλογα με το επίπεδο της ΚΝΜ είναι επίσης δυνατό να παρατηρούνται διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος (Kunam et al., 2018; Pearl and Dubensky, 2022). Αυτό το σύνδρομο φέρει κακή πρόγνωση όσον αφορά τη λειτουργική βελτίωση, με μόνο 10-20% πιθανότητα για κινητική ανάρρωση. Αλλά ακόμη και οι μύες που παρουσιάζουν κάποια βελτίωση, έχουν μειωμένη δύναμη και συντονισμό (McKinley et al., 2007).



**Εικόνα 1.9** Πρόσθιο μυελικό σύνδρομο (Sheerin, 2005)

## ➤ Οπίσθιο μυελικό σύνδρομο

Έχει τον μικρότερο επιπολλασμό μεταξύ όλων των συνδρόμων με ποσοστό κάτω του 1%. Το σύνδρομο μπορεί να προκληθεί από βλάβη της οπίσθιας νωτιαίας αρτηρίας λόγω όγκου ή αγγειακού εμφράκτου. Επίσης, το οπίσθιο τμήμα του ΝΜ μπορεί να υποστεί βλάβη από μια διατριαινύσα κάκωση της ράχης ή από υπερέκταση που προκαλεί κάταγμα του σπονδυλικού τόξου. Άλλα πιθανά αίτια προσβολής των οπίσθιων δεματίων, αποτελούν η έλλειψη βιταμίνης Β12, η κενотоπιώδης μυελοπάθεια του AIDS και η συμπίεση ΝΜ (McKinley *et al.*, 2007). Οι βλάβες των οπίσθιων δεσμών επηρεάζουν κυρίως την αντίληψη της θέσης των μέλων στο χώρο (κιναισθησία), την παλαισθησία, τη διάκριση δύο σημείων και τη στερεογνωσία. Προκαλούν επίσης την εμφάνιση θετικού σημείου Romberg, καθώς και αισθητική αταξία βάδισης, η οποία επιδεινώνεται σημαντικά όταν τα μάτια είναι κλειστά, πράγμα το οποίο καθιστά την πρόγνωση για τη βάδιση όχι τόσο καλή. Ωστόσο το φλοιονωτιαίο και νωτιαιοθαλαμικό δεμάτιο δεν επηρεάζονται με αποτέλεσμα η αίσθηση του πόνου, της θερμοκρασίας και η κινητική λειτουργία να διατηρούνται άθικτες (Sheerin, 2005; Kunam *et al.*, 2018).



**Εικόνα 1.10** Οπίσθιο μυελικό σύνδρομο (Sheerin, 2005)

### ➤ **Σύνδρομο μυελικού κώνου**

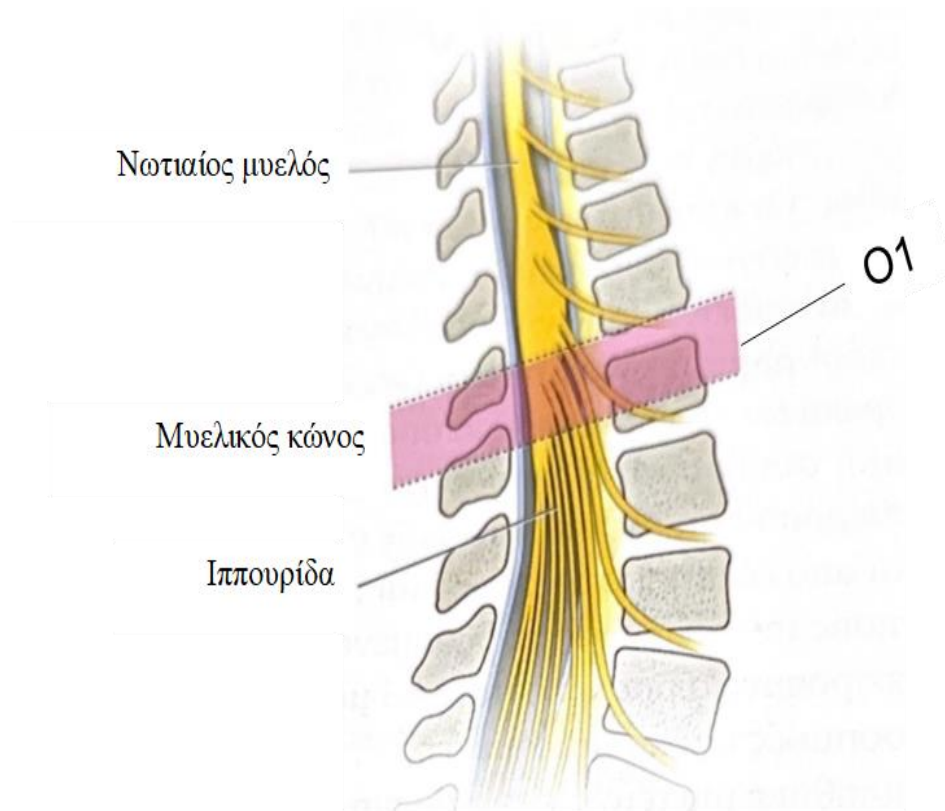
Η κάκωση του μυελικού κώνου παρατηρείται στο επίπεδο O1 της σπονδυλικής στήλης, όπου εντοπίζεται το τελικό τμήμα του NM, δηλαδή επηρεάζονται τα κατωτέρα ιερά μυελοτόμια L2-L5. Μπορεί να οφείλεται σε σπονδυλικό κάταγμα στο Θ12-O1 επίπεδο, όγκους, ισχαιμία ή σοβαρού βαθμού πρόπτωση μεσοσπονδύλιου δίσκου. Μια μεμονωμένη βλάβη του μυελικού κώνου μπορεί να προκαλέσει κατάργηση των αντανακλαστικών του εξωστήρα μυός της κύστης με επίσχεση ούρων και ακράτεια από υπερπλήρωση (απώλειες σταγόνα-σταγόνα), απώλεια αντανακλαστικού του πρωκτού (I5), ακράτεια κοπράνων και σεξουαλική ανικανότητα λόγω πλήξης των αυτόνομων ρυθμιστικών κέντρων (παρασυμπαθητικό κέντρο στην ιερή μοίρα NM). Επίσης παρατηρείται βύθιος πόνος στην οσφύ και αναισθησία δίκην σέλλας (δερμοτόμια I3-I5) ή όπως αλλιώς αναφέρεται και ως δίκην περισκελίδας ιπέα. Τα κάτω άκρα δεν εμφανίζουν κινητικές διαταραχές και διατηρείται το αντανακλαστικό του αχίλλειου τένοντα (I1). Σε περίπτωση που το σύνδρομο του μυελικού κώνου προκαλείται από όγκο, οι οσφυϊκές και οι ιερές ρίζες που κατέρχονται δίπλα από τον μυελικό κώνο θα προσβληθούν κάποια στιγμή, με αποτέλεσμα να εμφανιστούν και διαταραχές που οφείλονται σε προσβολή της ιππουρίδας σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα συμπτώματα. Συγκεκριμένα οι διαταραχές αυτές περιλαμβάνουν αδυναμία των κάτω άκρων και πιο εκτεταμένα αισθητικά ελλείματα από ότι συνήθως παρατηρείται στο αμιγές σύνδρομο του μυελικού κώνου (Brouwers et al., 2017; Kunam et al., 2018; Nene and Jilani, 2022).

### ➤ **Σύνδρομο ιππουρίδας**

Το σύνδρομο οφείλεται σε βλάβη των οσφυϊκών και ιερών ριζών που κατέρχονται δίπλα άλλα και κάτω από τον μυελικό κώνο, δηλαδή κάτωθεν του ύψους των σπονδύλων O1-O2, όπου πρακτικά καταλήγει ο NM. Η πιο κοινή αιτία του συνδρόμου είναι αυτή της δισκοκήλης της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης, η οποία εμφανίζεται συχνότερα στις ηλικίες 31-50 ετών (Fuso et al., 2013). Η συμπίεση της ιππουρίδας συνήθως εμφανίζεται ως αποτέλεσμα πρόπτωσης δίσκου, συχνά στο επίπεδο O4-O5 (Fraser et al., 2009). Ωστόσο, οποιαδήποτε βλάβη που καταλαμβάνει χώρο, όπως σπονδυλική στένωση, όγκος, κύστες, λοίμωξη ή εισχώρηση οστικού τεμαχίου από τραύμα μπορεί να περιορίσει τον σπονδυλικό σωλήνα και να προκαλέσει συμπίεση της ιππουρίδας (Greenhalgh et al., 2018). Η διάκριση της ιππουριδικής συνδρομής από το σύνδρομο μυελικού κώνου είναι συνήθως δύσκολη, καθώς οι ρίζες που πορεύονται προς τα αντίστοιχα μεσοσπονδύλια τμήματα υφίστανται κάκωση και στις δύο περιπτώσεις (Brouwers et al., 2017). Οι ασθενείς αρχικά διαμαρτύρονται για ριζιτικό άλγος στην κατανομή του ισχιακού νεύρου, με ποσοστό 97% των ασθενών να το αναφέρουν και για



ισχυρό πόνο στην κύστη, ο οποίος δυναμώνει με τον βήχα και φτέρνισμα (Lorusso, 2021). Βλάβες που αφορούν τμήμα της ιππουρίδας προκαλούν αισθητικές διαταραχές στα πόδια και στην περιοχή της σέλλας, εμφάνιση σημείων κατώτερου κινητικού νευρώνα τα οποία εκδηλώνονται με χαλαρή παράλυση των κάτω άκρων και με καταργημένα αντανακλαστικά. Παράλληλα, εμφανίζεται ακράτεια ούρων και κοπράνων μαζί με διαταραχή της σεξουαλικής λειτουργίας. Σε περιπτώσεις βλάβης της ιππουρίδας στην κατώτερη μούρα της, οι αισθητικές διαταραχές περιορίζονται στην περιοχή της σέλλας (I3-I5) χωρίς αδυναμία των κάτω άκρων, όμως παρατηρούνται διαταραχές της ούρησης, της αφόδευσης και της σεξουαλικής λειτουργίας. Σε αντίθεση με τους όγκους που πιέζουν το μυελικό κώνο, οι όγκοι στην περιοχή της ιππουρίδας προκαλούν αργές και μη σταθερές επιδεινούμενες κλινικές εκδηλώσεις, καθώς οι ρίζες προσβάλλονται με διαφορετικό ρυθμό, ενώ κάποιες μπορεί να μην επηρεαστούν και καθόλου κατά την πορεία της νόσου (Strigenz, 2014; Kunam et al., 2018).



**Εικόνα 1.11** Απεικόνιση μυελικού κώνου και ιππουρίδας μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα (Larsen et al., 2017, p.293)

## 1.8 Επιπλοκές

Μετά από μια ΚΝΜ μπορούν να προκύψουν επιπλοκές τόσο άμεσες λόγω της κάκωσης όσο και έμμεσες, δηλαδή δευτερογενείς επιπλοκές. Παρακάτω θα αναλυθούν κάποιες από τις πιο σημαντικές από αυτές. Σημαντική κρίνεται η πρόληψη των επιπλοκών, η οποία μπορεί να βελτιώσει το δυναμικό αποκατάστασης και την ποιότητα ζωής του ασθενούς.

### 1.8.1 Άμεσες

#### ➤ Σπαστικότητα

Η σπαστικότητα αποτελεί μια συνήθη επιπλοκή στις ΚΝΜ, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης στους ασθενείς με αυχενικές και ατελείς κακώσεις (Somers, 1992). Η σπαστικότητα επηρεάζει περίπου το 65% των ασθενών, εκ των οποίων το 35% θα χρειαστεί φαρμακευτική αγωγή για την αντιμετώπιση της σπαστικότητας και του κλόνου (Holtz et al., 2017). Μετά την υποχώρηση της νωτιαίας καταπληξίας αναπτύσσεται σπαστικότητα και αύξηση των αντανακλαστικών (υπερρεφλεξία) στους μυς που νευρώνονται από κινητικούς νευρώνες οι οποίοι έχουν χάσει τον κατιόντα κινητικό τους έλεγχο, από τα ανώτερα κέντρα (φλοιός, ερυθρός πυρήνας, δικτυωτός σχηματισμός και αιθουσαίοι πυρήνες). Η σπαστικότητα χαρακτηρίζεται από αυξημένη αντίσταση στην παθητική κίνηση καθώς αυξάνεται η ταχύτητα της κίνησης (εξαρτώμενη από την ταχύτητα) (Lance, 1980). Η συχνότερη μέθοδος εκτίμησης της υπερτονίας είναι η τροποποιημένη κλίμακα Ashworth (Πίνακας 1.2), ωστόσο υπάρχουν ορισμένα ζητήματα με την παραπάνω κλίμακα όσον αφορά την αξιοπιστία μεταξύ διαφορετικών παρατηρητών και την αξιοπιστία μεταξύ διαφορετικών παρατηρήσεων του ίδιου παρατηρητή, όμως παραμένει προς το παρόν το μοναδικό κλινικό διαθέσιμο μέσο εξέτασης του τόνου (Pandyan et al., 1999). Τα αντανακλαστικά κάτω από το επίπεδο της βλάβης είναι αυξημένα, γεγονός που σημαίνει ότι εκλύονται ευκολότερα και έχουν ζωηρότερη αντίδραση. Η αποτελεσματικότερη θεραπεία της σπαστικότητας είναι η μπακλοφένη, η οποία είναι αναστολέας του ΚΝΣ. Είναι δυνατό να μειώσει την σπαστικότητα των καμπτήρων όταν χορηγείται από το στόμα, όμως προκαλεί πολλές παρενέργειες που είναι δυνατό να επηρεάσουν την αποκατάσταση. Αυτές περιλαμβάνουν την υπνηλία, τη ζάλη, την αδυναμία και την αταξία. Για αποφυγή αυτών των παρενεργειών και για να καταστεί δυνατή η χορήγηση μεγαλύτερων δόσεων, η μπακλοφένη μπορεί να δοθεί με μια ενδοθηκική αντλία κατευθείαν στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Συγκεκριμένα μια αντλία και ένας μικρός καθετήρας εμφυτεύονται υποδόρια στο κοιλιακό τοίχωμα του ασθενούς και στην συνέχεια η μπακλοφένη απελευθερώνεται άμεσα στον υπαραχοειδή χώρο του ΝΜ. Επίσης, για τοπική μείωση της σπαστικότητας χρησιμοποιείται η βοτουλινική τοξίνη τύπου Α η οποία εγχέεται άμεσα στον σπαστικό μυ. Η νευροτοξίνη αυτή αναστέλλει την απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης στην

νευρομυϊκή σύναψη, προκαλώντας έτσι προσωρινή μυϊκή παράλυση (Dietz and Sinkjaer, 2012; Evans, Cameron and Burton, 2017).

**Πίνακας 1.2** Τροποποιημένη κλίμακα Ashworth (Bohannon and Smith, 1987)

Βαθμός	Περιγραφή
0	Καμία αύξηση του μυϊκού τόνου.
1	Ελαφρά αύξηση του μυϊκού τόνου, που εκδηλώνεται ως εμπλοκή και απελευθέρωση ή από ελάχιστη αντίσταση στο τέλος του εύρους κίνησης, όταν το πάσχον μέλος φέρεται σε κάμψη και έκταση.
1+	Ελαφρά αύξηση του μυϊκού τόνου που εκδηλώνεται ως εμπλοκή, η οποία ακολουθείται από ελάχιστη αντίσταση κατά το υπόλοιπο (λιγότερο από το μισό) εύρος κίνησης.
2	Πιο εκσεσημασμένη αύξηση του μυϊκού τόνου κατά το μεγαλύτερο μέρος του εύρους κίνησης, άλλα με ευχερή κίνηση του πάσχοντος μέλους.
3	Σοβαρή αύξηση του μυϊκού τόνου, με την παθητική κίνηση να είναι δυσχερής.
4	Το πάσχον μέλος είναι άκαμπτο σε θέση κάμψης ή έκτασης.

### ➤ Νωτιαία Καταπληξία

Μετά την KNM θα εκδηλωθεί νωτιαία καταπληξία, διαφορετικού βαθμού αναλόγως με την έκταση της βλάβης στο NM. Εκδηλώνεται με την παροδική καταστολή και σταδιακή επαναφορά της αντανακλαστικής δραστηριότητας κάτω από το επίπεδο της βλάβης, δηλαδή οι νευρώνες και τα αντανακλαστικά τα οποία δεν έχουν υποστεί άμεση βλάβη από την κάκωση παύουν να λειτουργούν και επιστρέφουν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (Dittuno et al., 2004). Η αρχική παράλυση είναι χαλαρή ενώ δεν εκλύονται τα εν τω βάθει αντανακλαστικά, με το πέρασμα του χρόνου, μπορεί να εμφανιστεί σπαστικότητα στους μύες που δεν δέχονται πλέον νεύρωση. Αρχικά μπορεί να εμφανιστεί σπαστικότητα στους καμπτήρες των κάτω άκρων, λόγω διαταραχής του αιθουσαιονωτιαίου δεματίου, όμως με τον χρόνο επικρατεί ο τόνος των εκτεινόντων (Decker and Hall, 1986). Λόγω της στατικής θέσης και των μυϊκών ανισορροπιών που προκαλούνται από τον παθολογικό τόνο, εκδηλώνεται επιπρόσθετα μυϊκή δυσκαμψία και ρίκνωση. Χαρακτηριστικά λόγω του μεγάλου μέρους του χρόνου που περνά ο ασθενής στο αναπηρικό αμαξίδιο σε ευθυτενή καθιστή θέση, είναι δυνατό να αναπτυχθεί δυσκαμψία στους καμπτήρες των ισχίων (Fredericks, 1986). Όσον αφορά στα αντανακλαστικά, εκείνα που επιστρέφουν πρώτα είναι τα ιερά αντανακλαστικά οπότε είναι δυνατό να επιστρέψει η αντανακλαστική λειτουργία του ορθού και της ουροδόχου κύστης. Επίσης μπορούν να

εκδηλωθούν αντιδράσεις καμπτικής απόσυρσης. Στην αρχή τα παραπάνω αντανακλαστικά μπορούν να εκδηλωθούν από την πρόκληση ενός δυσάρεστου ερεθίσματος και καθώς προοδεύει η αποκατάσταση, είναι δυνατό να εκλυθούν και από άλλα ερεθίσματα, λιγότερο δυσάρεστα. Συγκεκριμένα τα αντανακλαστικά εμφανίζονται με την εξής διαδοχική σειρά: καθυστερημένη πελματιαία αντίδραση, βολβοσηραγγώδες αντανακλαστικό, αντανακλαστικό Αχίλλειου, σημείο Babinski και αντανακλαστικό επιγονατιδικού τένοντα (Dittuno et al., 2004).

### ➤ Νευροπαθητικός πόνος

Ο νευροπαθητικός πόνος, ο οποίος αναπτύσσεται στο 53% των ασθενών με ΚΝΜ αναπτύσσεται λόγω άμεσης πλήξης του σωματοαισθητικού συστήματος (Burke et al., 2017). Τα αίτια του νευροπαθητικού πόνου δεν είναι απολύτως ξεκάθαρα, αν και υπάρχουν στοιχεία που υποστηρίζουν τον ρόλο της φλεγμονής, της ενεργοποίησης της μικρογλοίας και της αντιδραστικότητας των αστροκυττάρων. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις δομικής νευροπλαστικότητας στο οπίσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού και στα κέντρα επεξεργασίας του πόνου στον εγκέφαλο (Finnerup, Kuner and Jensen, 2021). Αυτό το είδος πόνου περιγράφεται ως διαξιφιστικός, καυστικός, έντονος και συνθλιπτικός. Παρατηρούνται δύο τύποι νευροπαθητικού πόνου, η αλλωδυνία και η υπεραλγησία. Η αλλωδυνία είναι ο έντονος πόνος σε ένα ερέθισμα που φυσιολογικά είναι αβλαβές, όπως είναι το άγγιγμα από τα ρούχα. Η υπεραλγησία είναι ο υπερβολικός πόνος σε ένα βλαβερό ερέθισμα, όπως είναι το ζεστό νερό ή το χτύπημα στην πλάτη. Οι περιοχές του σώματος που επηρεάζονται από τον νευροπαθητικό πόνο μπορεί να είναι αρκετά απομακρυσμένες και να εντοπίζονται κάτω ή και στο επίπεδο της κάκωσης. Ο πόνος μπορεί να επιδεινωθεί από δυσάρεστα ερεθίσματα όπως είναι η σπαστικότητα, οι ουρολοιμώξεις, το κάπνισμα και ο μετεωρισμός (Burke et al., 2017; Finnerup, 2017). Οι ιατρικές παρεμβάσεις περιλαμβάνουν την εκπαίδευση του ασθενούς σχετικά με τη φύση του πόνου και τη φαρμακευτική αγωγή. Η φαρμακευτική αγωγή περιλαμβάνει την χορήγηση παρακεταμόλης ή άλλα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα, όπως είναι η ιμπουπροφένη (Brufen), τη ναπροξόνη (Naprosyn) και την ινδομεθακίνη (Reumacid), αντιεπιληπτικά, όπως είναι η γκαμπαπεντίνη (Neurotin) και η καρβαμαζεπίνη (Tegretol), τρικυκλικά αντικαταθλιπτικά και αντιεπιληπτικά (Xu, Zhang and Huang, 2016). Το σημαντικό είναι ότι σε μια έρευνα που διεξήχθη το 2003 από τους E G Widerström-Noga & D C Turk τα άτομα με ΚΝΜ αναφέρουν ότι η αποτελεσματικότερη θεραπεία του πόνου είναι η φυσικοθεραπεία, η οποία περιελάμβανε θερμοθεραπεία, κρυοθεραπεία, μάλαξη, θεραπευτικό υπέρηχο, διαδερμική νευρική ηλεκτροδιέγερση (TENS) και βελονισμό (Widerström-Noga and Turk, 2003).

## ➤ Αυτόνομη δυσρεφλεξία

Η κατάσταση αυτή παρατηρείται σε ασθενείς με κάκωση πάνω από το επίπεδο Θ6, η οποία προκαλείται από αστάθεια του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Το σύνολο της συμπαθητικής εκροής γίνεται κάτω από το επίπεδο Θ6, επομένως στις κακώσεις της αυχενικής και της ανώτερης θωρακικής μοίρας χάνονται τα διεγερτικά και ανασταλτικά ερεθίσματα στους συμπαθητικούς νευρώνες (πλάγιο κέρας). Η αυτόνομη δυσρεφλεξία προσβάλλει περίπου το 50-70% των ατόμων με αυχενικές ΚΝΜ (Karlsson, 2006; Eldahan and Rabchevsky, 2018). Οι αντιδράσεις του ΑΝΣ εκλύονται ως αποτέλεσμα ενός δυσάρεστου ερεθίσματος, το οποίο εφαρμόζεται κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Συνήθη δυσάρεστα ερεθίσματα είναι η υπερπλήρωση της κύστης και του ορθού, η απόφραξη του ουροκαθετήρα, η ουρολοίμωξη, τα δυσάρεστα δερματικά ερεθίσματα, όπως είναι τα έλκη κατάκλισης ή τα στενά ρούχα, η νεφρική δυσλειτουργία και οι μεταβολές στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος. (Bryce, 2010, p.23-24). Το δυσάρεστο αυτό ερέθισμα διεγείρει το ΑΝΣ, προκαλώντας αύξηση της αρτηριακής πίεσης και της καρδιακής συχνότητας μαζί με σημεία εφίδρωσης, ανόρθωσης των τριχών και ερυθρότητας του προσώπου, καθώς και επίσης συμπτώματα κεφαλαλγίας, θόλωσης της όρασης και ρινικής συμφόρησης (Furlan and Fehlings, 2008). Φυσιολογικά, η αύξηση της αρτηριακής πίεσης διεγείρει τους υποδοχείς του καρωτιδικού κόλπου και της αορτής ρυθμίζοντας με αυτόν τον τρόπο της περιφερικές αγγειακές αντιστάσεις, μειώνοντας έτσι την αρτηριακή πίεση. Εξαιτίας της παραπάνω κατάστασης, τα νευρικά σήματα είναι αδύνατον να κατέλθουν πέρα από το επίπεδο της κάκωσης ώστε να μειωθεί η αρτηριακή πίεση. Συνεπώς, η υπέρταση επιμένει, εκτός και αν απομακρυνθεί το δυσάρεστο ερέθισμα ή ο ασθενής λάβει φαρμακευτική αγωγή. Χωρίς θεραπεία, η πάθηση μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές απειλητικές για τη ζωή, όπως είναι η αιμορραγία στον αμφιβληστροειδή, επιληπτικές κρίσεις, νεφρική ανεπάρκεια, πνευμονικό οίδημα, έμφραγμα του μυοκαρδίου, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ή ακόμα και θάνατο. Αν το δυσάρεστο ερέθισμα που προκαλεί την πάθηση δεν μπορεί να αναγνωρισθεί άμεσα, θα πρέπει να γίνει προσπάθεια μείωσης της αρτηριακής πίεσης, τοποθετώντας τον ασθενή σε καθιστή ή όρθια θέση. Επίσης, η εφαρμογή αυτοκόλλητου νιτρογλυκερίνης, ουσίας που προκαλεί αγγειοδιαστολή, ή η χορήγηση νιφεδιπίνης είναι δυνατό να βοηθήσουν στην μείωση της αρτηριακής πίεσης (Eldahan & Rabchevsky, 2018; Bryce, 2010, p.23-24).

### ➤ Νευρογενής καταπληξία

Η κάκωση πάνω από το επίπεδο Θ6 προκαλεί διαταραχή στον ανώτερο συμπαθητικό έλεγχο στο καρδιαγγειακό σύστημα, με αυτόν τον τρόπο ο έλεγχος της καρδιάς επιτυγχάνεται μόνο από την παρασυμπαθητική νεύρωση μέσω του πνευμονογαστρικού. Χωρίς τον έλεγχο του συμπαθητικού συστήματος η καρδιά επιβραδύνεται (βραδυκαρδία) και μπορεί να παρατηρηθούν διακυμάνσεις στους καρδιακούς ρυθμούς (αρρυθμίες). Επίσης παρατηρούνται διαταραχές στις αγγειοκινητικές αντιδράσεις, όπως είναι η αύξηση του αγγειακού τόνου το οποίο επιτρέπει στο αίμα να λιμνάσει στα αγγεία και στα σπλάχνα, μειώνοντας έτσι την αρτηριακή πίεση (υπόταση). Η απώλεια του συμπαθητικού τόνου έχει ονομαστεί νευρογενής καταπληξία και οι παραπάνω καρδιακές και αγγειοκινητικές διαταραχές διαρκούν τουλάχιστον 5 εβδομάδες σε αντίθεση με την νωτιαία καταπληξία η οποία εμφανίζεται στις πρώτες 24 ώρες μετά την ΚΝΜ και χαρακτηρίζεται από απώλεια των αντανεκλαστικών, χαλαρή παράλυση και απώλεια αισθητικότητας κάτω από το επίπεδο της βλάβης. Συνεπώς είναι δύο διαφορετικές καταστάσεις με διαφορετικές επιπτώσεις, οπότε δεν θα πρέπει να συγχέονται μεταξύ τους. Σε ΚΝΜ κάτωθεν το επίπεδο Θ6, οι καρδιακές και αγγειοκινητικές αντιδράσεις είναι φυσιολογικές (Eldahan and Rabchevsky, 2018).

### ➤ Αναπνευστικές διαταραχές

Οι αναπνευστικές επιπλοκές αποτελούν την κύρια αιτία νοσηρότητας και θνησιμότητας στην οξεία φάση των ΚΝΜ, με συχνότητα εμφάνισης 36% έως 83%. Περίπου τα δύο τρίτα των ασθενών με οξεία ΚΝΜ θα εμφανίσουν επιπλοκές όπως ατελεκτασία, πνευμονία και αναπνευστική ανεπάρκεια, οι οποίες απαιτούν μηχανικό αερισμό (Brown *et al.*, 2006; Shavelle *et al.*, 2006). Ο βαθμός της αναπνευστικής δυσλειτουργίας σχετίζεται με την έκταση και το επίπεδο της νευρολογικής κάκωσης, με αυτόν τον τρόπο τα άτομα με υψηλή βλάβη στον ΝΜ διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο (Como *et al.*, 2005). Στην ΚΝΜ, η αναπνευστική δυσλειτουργία που οδηγεί σε αναπνευστικές επιπλοκές μπορεί να σχετίζεται με 3 παράγοντες:

1. Την μείωση της ζωτικής χωρητικότητας (Vital capacity), λόγω μείωσης της δύναμης των αναπνευστικών μυών και κόπωσης, μείωσης της εισπνευστικής ικανότητας και ατελεκτασίας.
2. Την κατακράτηση εκκρίσεων από αυξημένη παραγωγή εκκρίσεων, και αναποτελεσματικού βήχα.
3. Την αυτόνομη δυσλειτουργία, δηλαδή αυξημένες εκκρίσεις, βρογχόσπασμοι, δυσλειτουργία του βλεννοκροσσωτού μηχανισμού καθαρισμού της βλέννας και πνευμονικό οίδημα (Berlly and Shem, 2007).

Αναλυτικότερα, σε παράλυση του διαφράγματος που παρατηρείται σε πλήρη KNM της αυχενικής μοίρας στο επίπεδο A4 ή ανώτερα υπάρχει απουσία του βήχα και υποστήριξη της αναπνοής από αναπνευστήρα. Επίσης εμφανίζεται η παράδοξη αναπνοή κατά την οποία λαμβάνει χώρα εισολκή της κοιλιάς κατά την εισπνοή και προβολή της κατά την εκπνοή. Ο παθολογικός αυτός τύπος της αναπνοής προκαλείται λόγω πτωχής ενεργοποίησης των μεσοπλεύριων μυών και από την ασθενή σύσπαση των κοιλιακών. Η πάρεση του διαφράγματος παρατηρείται σε ατελή KNM της αυχενικής μοίρας από το επίπεδο A2 έως το A4/5, ο βήχας είναι ασθενής και αναποτελεσματικός ενώ μπορεί να είναι απαραίτητη η σύνδεση με τον αναπνευστήρα εάν η ζωτική χωρητικότητα, η εισπνευστική πίεση ή τα επίπεδα το CO<sub>2</sub> επιδεινωθούν. Τέλος, παράλυση ή πάρεση των μεσοπλεύριων παρατηρείται σε πλήρεις ή ατελείς κακώσεις από το επίπεδο A5 έως το Θ11, ο βήχας είναι ασθενής κυρίως σε κακώσεις άνωθεν του επιπέδου Θ5, ενώ σύνδεση με τον αναπνευστήρα χρειάζεται μόνο σε περίπτωση εμφάνισης επιπλοκών. Όσον αφορά την δυσλειτουργία του ANΣ που παρατηρείται σε κακώσεις σε επίπεδο άνωθεν του Θ6, υπάρχει διαταραχή του συμπαθητικού, με αποτέλεσμα να επικρατεί ο έλεγχος του παρασυμπαθητικού συστήματος. Αυτή η διαταραχή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή υπερβολικής ποσότητας βρογχικών εκκρίσεων και βλέννας, τον βρογχόσπασμο, την αγγειακή συμφόρηση και την αναποτελεσματική λειτουργία των κροσσών που απομακρύνουν την βλέννα. Με αυτόν τον τρόπο η βλέννα συσσωρεύεται στους πνεύμονες και παρόλο που το αντανακλαστικό του βήχα μπορεί να είναι άθικτο, ο ίδιος ο βήχας είναι αναποτελεσματικός και αδύναμος. Οι καταστάσεις αυτές αυξάνουν τον κίνδυνο ο ασθενής να εμφανίσει ατελεκτασίες (σύμπτυξη των κυψελίδων), πνευμονία και αναπνευστική ανεπάρκεια (Galeiras Vázquez et al., 2013). Σε άτομα με τετραπληγία που δεν χρειάζονται σύνδεση στον αναπνευστήρα, η θέση του σώματος επηρεάζει την αναπνοή. Συγκεκριμένα όταν ο ασθενής βρίσκεται σε καθιστή θέση, οι αδύναμοι ή χαλαροί κοιλιακοί επιτρέπουν στα περιεχόμενα της κοιλιάς να προβάλλουν προς τα εμπρός, με αποτέλεσμα το διάφραγμα να επιπεδώνεται και να βρίσκεται σε φυσιολογικό μειονέκτημα. Αν όμως ο ασθενής τοποθετηθεί σε ύπτια θέση, η βαρύτητα επαναφέρει τα σπλάχνα στην κοιλία επιτρέποντας στο διάφραγμα να έρθει σε θέση πλήρους ηρεμίας κατά την εκπνοή, προσδίδοντας του φυσιολογικό πλεονέκτημα το οποίο τον καθιστά πιο αποτελεσματικό κατά την εισπνοή. Η χρήση μιας κοιλιακής ζώνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιρρόπηση της χαλάρωσης των κοιλιακών μυών αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο της προβολή των κοιλιακών οργάνων στην καθιστή θέση, βελτιώνοντας έτσι άμεσα την αναπνευστική λειτουργία των ατόμων με τετραπληγία (Julia, Sa'Agí and Hasnan, 2011).

## 1.8.2 Έμμεσες

### ➤ Έκτοπη οστεοποίηση

Η δημιουργία οστού μέσα στους μυς και τα μαλακά μόρια, ονομάζεται έκτοπη οστεοποίηση και παρατηρείται σε ποσοστό 16-78% ύστερα από ΚΝΜ (Banovac et al., 2001). Συνήθως συμβαίνει 2 μήνες μετά τον τραυματισμό (Citak et al., 2012) και οι μηχανισμοί δράσης δεν είναι κατανοητοί. Το οστό που δημιουργείται εντός των μαλακών μορίων, μέσα σε μερικές εβδομάδες ασβεστοποιείται και στους επόμενους μήνες παρουσιάζει δοκιδώδη μορφή. Πρόκειται για έναν μεταβολικά ενεργό ιστό, που σχηματίζεται με τριπλάσιο ρυθμό από το φυσιολογικό οστό (Pape et al., 2001). Παράγοντες κινδύνου αποτελούν η σπαστικότητα, οι ουρολοιμώξεις, η πνευμονία και το κάπνισμα (Citak et al., 2012). Στα πρώτα στάδια εμφανίζονται μη ειδικά σημεία φλεγμονής, ενώ όσο περνάει ο χρόνος εκδηλώνεται αρθρικός και μυϊκός πόνος, χαμηλός πυρετός και οίδημα. Αν ο τραυματισμός έχει συμβεί πάνω από το επίπεδο του Θ6, μπορεί να προκληθεί αυτόνομη δυσρεφλεξία. Το αποτέλεσμα της έκτοπης οστεοποίησης είναι ο περιορισμός του εύρους κίνησης που δυσκολεύει τις δραστηριότητες της καθημερινότητας. Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα στα πρώτα στάδια μετά από ΚΝΜ, φαίνεται να έχουν προληπτική δράση (Banovac et al., 2001). Η χειρουργική αντιμετώπιση μπορεί να έχει κάποιο αποτέλεσμα, ωστόσο κάποιοι ασθενείς εμφανίζουν υποτροπές (Garland and Orwin, 1989).

### ➤ Οστεοπόρωση

Μετά από ΚΝΜ, αυξάνονται τα επίπεδα ασβεστίου στα ούρα, καθώς απορροφάται οστίτης ιστός. Η οστική απορρόφηση διαρκεί μήνες, χρόνια και μπορεί να συνεχιστεί για πάντα. Η οστική απώλεια φτάνει έως και 50% και παρατηρείται ιδιαίτερα στα ισχία και τα γόνατα. Η μειωμένη μυϊκή ενεργοποίηση, ο κλινοστατισμός και η έλλειψη φόρτισης των αρθρώσεων με το βάρος του σώματος, αποτελούν τα κύρια αίτια εκδήλωσης οστεοπόρωσης (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016 p.314). Η οστεοπόρωση προδιαθέτει τον ασθενή σε κατάγματα (Craven et al., 2009).

**Πίνακας 1.3** Προγνωστικοί παράγοντες κατάγματος (Craven et al., 2009)

Προγνωστικοί παράγοντες κατάγματος	
Ηλικία <16 ετών	Χαμηλός δείκτης μάζας σώματος
Θήλυ φύλο	ΚΝΜ προ δεκαετίας ή περισσότερο
Οικογενειακό ιστορικό καταγμάτων	Κινητικά πλήρης ΚΝΜ
Προηγούμενα κατάγματα	Παραπληγία
Αλκοόλ	Φάρμακα όπως αντισπασμωδικά, ηπαρίνη και οπιοειδή



Αν υπάρχουν 5 ή περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες κινδύνου, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για κάταγμα. Αν δοθούν διφωσφονικά φάρμακα (τιλουδρονάτη, κλοδρονάτη, ετιδρονάτη) στην οξεία φάση, προλαμβάνεται η μείωση της οστικής μάζας (Deborah S. Nichols Larsen et al., 2016).

#### ➤ Έλκη κατάκλισης

Λόγω της ΚΝΜ προκαλούνται αισθητικές διαταραχές κάτω από το επίπεδο της βλάβης, όπως είναι η απώλεια αίσθησης της αφής, της θερμοκρασίας και της πίεσης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ο ασθενής να μη νιώθει την πίεση και να μην αλλάζει θέση. Τα έλκη δημιουργούνται λόγω υψηλής πίεσης για σύντομο χρονικό διάστημα ή χαμηλής πίεσης για παρατεταμένο χρόνο. Εξαιτίας της πίεσης, αποφράσσονται τα αιμοφόρα αγγεία και διακόπτεται η αιμάτωση, άρα και η οξυγόνωση των ιστών στις περιοχές πίεσης. Τα έλκη ξεκινούν από τους βαθύτερους ιστούς, που παρατηρείται ισχαιμία και κυτταρικός θάνατος και εκτείνεται προς τα πάνω, στις επιπολής στιβάδες του δέρματος, που παρουσιάζουν ωχρότητα στα αρχικά στάδια. Για την σταδιοποίηση του έλκους παρατηρούνται τα εξής:

- Η χροιά
- Το βάθος του τραύματος
- Το κέλυφος
- Η εσχάρα

Το κέλυφος είναι ινώδης, υγρός και μαλακός ιστός με πράσινη, λευκή ή κίτρινη χροιά ενώ η εσχάρα είναι σκληρός ιστός με μαύρη ή καφέ χροιά. Οι οστικές προπέτειες που δεν προστατεύονται από λιπώδη ιστό βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο για έλκη κατάκλισης. Οι περιοχές που βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο παρουσιάζονται στον πίνακα 1.4.

**Πίνακας 1.4** Συνηθέστερα σημεία εμφάνισης ελκών κατάκλισης (Gélis et al., 2009a)

Συνηθέστερα σημεία εμφάνισης ελκών κατάκλισης		
Πίσω μέρος κεφαλής	Αγκώνας	Μείζων τροχαντήρας
Αφτιά	Ιερό οστό-Κόκκυγας	Γόνατο
Ωμοπλάτες	Ισχιακό κύρτωμα	Πτέρνα

## **Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης ελκών κατάκλισης ανάλογα με το στάδιο της KNM**

### **I. Πριν την άφιξη στο νοσοκομείο**

Ο χρόνος παραμονής του ασθενή στη σανίδα κατά τη μεταφορά του, η χρήση αυχενικού κολλάρου, ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει ο ασθενής στο νοσοκομείο και η χαμηλή αρτηριακή πίεση κατά την άφιξή του, αυξάνουν τον κίνδυνο δημιουργίας έλκους.

### **II. Οξύ στάδιο**

Σε αυτό το στάδιο δημιουργούνται έλκη σε ποσοστό έως και 30% των ασθενών. Παθήσεις και ιατρικές παρεμβάσεις που δεν επιτρέπουν στον ασθενή να αλλάξει θέση, η τραχειοστομία και η παρατεταμένη ανάνηψη ύστερα από χειρουργική αποσυμπίεση αποτελούν παράγοντες κινδύνου εμφάνισης έλκους κατά το οξύ στάδιο μετά από KNM. Η παρατεταμένη υγρασία λόγω του ιδρώτα και της ακράτειας προκαλεί λύση της συνέχειας του δέρματος. Οι πιθανότητες να δημιουργηθεί έλκος κατάκλισης λόγω ακράτειας, μειώνονται καθώς στο τμήμα επειγόντων περιστατικών τοποθετείται ουροκαθετήρας (Gélis *et al.*, 2009a).

### **III. Χρόνιο στάδιο-Στάδιο αποκατάστασης**

Άλλα προβλήματα υγείας, συμπεριφορικοί παράγοντες (Gélis *et al.*, 2009b) και το προηγούμενο ιστορικό έλκους αυξάνουν τον κίνδυνο. Οι υποτροπές εμφανίζονται σε ποσοστό έως και 90% ακόμα σε διαφορετικές περιοχές (Niazi *et al.*, 1997). Μάλιστα, αν το νέο έλκος εμφανίζεται σε άλλες περιοχές, σχετίζονται και συστηματικοί παράγοντες.

Ο ασθενής πρέπει να αλλάζει θέση κάθε 2 ώρες, η πλάτη του κρεβατιού δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 30 μοίρες, καθώς ασκείται μεγαλύτερη πίεση στον κόκκυγα και οι πτέρνες να ανυψώνονται. Τα γόνατα είναι ελαφρώς λυγισμένα με τη βοήθεια ενός μαξιλαριού και οι ποδοκνημικές αιωρούνται για την πρόληψη της εν τω βάθει φλεβοθρόμβωσης. Κατά τη μεταφορά του ασθενή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα σεντόνια για να μη σύρεται ο ασθενής, καθώς οι δυνάμεις τριβής θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη στο δέρμα. Η πλάγια θέση με κλίση 30 μοιρών ασκεί μικρή πίεση στο μείζονα τροχαντήρα συγκριτικά με τις 90 μοίρες και προσφέρει καλύτερη αιμάτωση. Για την εξασφάλιση σωστής θέσης του ασθενή δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται πετσέτες που αυξάνουν την πίεση αλλά αφρολέξ και μαξιλάρια στις περιοχές του σώματος που ακουμπούν μεταξύ τους.

Ο ασθενής θα πρέπει να τηρεί σωστές διατροφικές συνήθειες, λαμβάνοντας τροφές πλούσιες σε πρωτεΐνη. Αν ο ασθενής δεν καταναλώνει επαρκείς πρωτεΐνες, το σώμα χρησιμοποιεί τις δικές του, με αποτέλεσμα τον πτωχό σχηματισμό κολλαγόνου και τη μείωση της άλιπης μάζας. Επίσης, η διακοπή του καπνίσματος είναι απαραίτητη για την πρόληψη δημιουργίας έλκους, καθώς η νικοτίνη εμποδίζει την οξυγόνωση των ιστών (Krause *et al.*, 2001).

## 1.9 Προγνωστικοί παράγοντες για την επιβίωση ασθενών με KNM

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την επιβίωση μετά από KNM, είναι η ηλικία, το επίπεδο της βλάβης και τα νευρολογικά ελλείμματα που παρουσιάζει ο ασθενής. Για παράδειγμα, μία ψιλή βλάβη στο επίπεδο του A1-A3 έχει 6.6 φορές μεγαλύτερη θνησιμότητα, συγκριτικά με μία χαμηλότερη βλάβη που ο ασθενής είναι παραπληγικός. Ομοίως, άτομα με κακώσεις στο επίπεδο του A4-A5 έχουν 2.5 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να μην επιβιώσουν, ενώ στο επίπεδο A6-A8 έχουν 1.5 φορές μεγαλύτερη θνησιμότητα, συγκριτικά με ασθενείς με παραπληγία (Sekhon and Fehlings, 2001).

## 1.10 Παράγοντες που καθορίζουν την ικανότητα βάδισης μετά από KNM

Η ικανότητα βάδισης σε άτομα με KNM εξαρτάται από το επίπεδο και τη σοβαρότητα της βλάβης, την κινητική λειτουργία, και την ηλικία του ασθενή. Ακόμα, σημαντικό ρόλο έχει η σπαστικότητα που παρουσιάζει, η ικανότητά του να ελέγχει τον κορμό, η ισορροπία, η ιδιοδεκτικότητα και το επίπεδο συνείδησης.

Ο Stauffer το 1968 κατηγοριοποίησε τους ασθενείς σε τρία επίπεδα:

1. Τους περιπατητικούς ασθενείς στην κοινότητα, που είναι ικανοί να διανύσουν μία απόσταση πάνω από 45 μέτρα μέσα και έξω ανεξάρτητοι
2. Τους περιπατητικούς ασθενείς στο σπίτι, που δεν είναι ικανοί να διανύσουν κάποια απόσταση στην κοινότητα, παρά μόνο εντός του σπιτιού
3. Τους περιπατητικούς ασθενείς, που βαδίζουν μόνο στα πλαίσια άσκησης κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες και κινητοποιούνται με τη βοήθεια αμαξιδίου
4. Τους μη περιπατητικούς που χρησιμοποιούν μόνο το αμαξίδιο για κινητοποίηση

Το 1973, οι Hussey και Stauffer ανέφεραν, ότι η μυϊκή δύναμη που απαιτείται για τη βάδιση είναι 3/5 για τους καμπτήρες του ισχίου αμφοτερόπλευρα και 3/5 για τον τετρακέφαλο στο ένα κάτω άκρο τουλάχιστον (Chay and Kirshblum, 2020). Η κλίμακα ανεξαρτησίας για τα άτομα με KNM (SCIM) είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης της ικανότητας των ασθενών να συμμετέχουν σε δραστηριότητες της καθημερινότητας, όπως είναι η αυτοφροντίδα (6 ερωτήσεις με σκορ από 0-20), η αναπνοή και ο έλεγχος των σφιγκτήρων (4 ερωτήσεις με σκορ από 0-40) και η κινητικότητα (9 ερωτήσεις με σκορ από 0-40). Η συνολική βαθμολογία είναι από 0-100. Η κλίμακα ανεξαρτησίας για τους ασθενείς με KNM φαίνεται στην εικόνα 1.12. Η κινητικότητα ελέγχεται, με την ικανότητα του ατόμου να μετακινείται από το δωμάτιο στην τουαλέτα, σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους (Scivoletto et al., 2013). Η ικανότητα ανεξάρτητης βάδισης ένα χρόνο μετά την κάκωση, βασίζεται σε αξιολόγηση του ασθενή, που γίνεται 15 μέρες μετατραυματικά. Οι van Middendorp και συνεργάτες, αναφέρουν ότι η ηλικία

(μεγαλύτεροι ή μικρότεροι των 65 χρόνων), η μυϊκή δύναμη του τετρακεφάλου και των πελματιαίων καμπτήρων, καθώς επίσης και η ικανότητα διάκρισης της λεπτής αφής, είναι προγνωστικοί δείκτες για μία καλή βαθμολογία στο SCIM, δηλαδή από 4-8 στους τομείς της κινητικότητας. Τα παραπάνω είναι περισσότερο ακριβή για άτομα με ASIA A και D παρά για ASIA B και C.



Όνομα Ασθενούς: \_\_\_\_\_ Αριθμός Μητρώου: \_\_\_\_\_ Όνομα Εξετάζοντος Ιατρού: \_\_\_\_\_  
 (Εισάγετε το σκορ για την κάθε λειτουργία στο διπλανό τετραγωνάκι. Η φόρμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέχρι και 6 εξετάσεις)  
 Ημερομηνία 1<sup>ης</sup> εξέτασης 2<sup>ης</sup> εξέτασης 3<sup>ης</sup> εξέτασης 4<sup>ης</sup> εξέτασης 5<sup>ης</sup> εξέτασης 6<sup>ης</sup> εξέτασης

**g-SCIM-III – Μέτρο Ανεξαρτησίας Νωτιαίου Μυελού - Σεπτέμβριος 2014**

Εξέταση 1 2 3 4 5 6

**Αυτοφροντίδα**

--	--	--	--	--	--

- 1. Σίτιση** (να κόβει, να ανοίγει συσκευασίες, να σερβίρει υγρά, να φέρνει τροφή στο στόμα, να κρατάει ποτήρι με υγρό)  
 0. Χρειάζεται παρεντερική, γαστροστομία, ή πλήρους υποβοηθούμενης από στόματος διατροφή  
 1. Χρειάζεται μερική βοήθεια για να τραφεί και/ή να πει, ή για να φορέσει προσαρμοστικές συσκευές  
 2. Τρέφεται ανεξάρτητα χρειάζεται προσαρμοστικές συσκευές ή βοήθεια μόνο για να κόβει την τροφή και/ή να σερβίρει υγρά και/ή να ανοίγει συσκευασίες  
 3. Τρέφεται και πίνει ανεξάρτητα δεν απαιτεί βοήθεια ή προσαρμοστικό εξοπλισμό

- 2. Λούτρο** (να σαπουνίζεται, να πλένεται, να στεγνώνει σώμα και κεφάλι, να χειρίζεται βρύση νερού)

A-Άνω Τμήμα Σώματος B- Κάτω Τμήμα Σώματος

**A. 0.** Χρειάζεται πλήρη βοήθεια

--	--	--	--	--	--

1. Χρειάζεται μερική βοήθεια  
 2. Πλένεται ανεξάρτητα με προσαρμοστικό εξοπλισμό ή σε συγκεκριμένη διαρρύθμιση (πχ μπάρες, καρέκλα)  
 3. Πλένεται ανεξάρτητα δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό ή συγκεκριμένη διαρρύθμιση (όχι συνήθη για υγιείς ανθρώπους) (πεσδ)

**B. 0.** Απαιτεί πλήρη βοήθεια

--	--	--	--	--	--

1. Απαιτεί μερική βοήθεια  
 2. Πλένεται ανεξάρτητα με προσαρμοστικό εξοπλισμό ή σε συγκεκριμένη διαρρύθμιση (πεσδ)  
 3. Πλένεται ανεξάρτητα δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό (πεσδ) ή συγκεκριμένη διαρρύθμιση

**3. Ντύσιμο** (ρούχα, παπούτσια, μόνιμοι νάρθηκες: να ντύνεται, να φοράει, να γδύνεται).

A-Άνω Τμήμα Σώματος B-Κάτω Τμήμα Σώματος

**A. 0.** Απαιτεί πλήρη βοήθεια

--	--	--	--	--	--

1. Απαιτεί μερική βοήθεια για ρούχα χωρίς κουμπιά, φερμουάρ ή κορδόνια (ρχκφκ)  
 2. Ανεξάρτητος με ρχκφκ απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό και/ή συγκεκριμένες διαρρυθμίσεις (πεσδ)  
 3. Ανεξάρτητος με ρχκφκ χωρίς πεσδ χρειάζεται βοήθεια ή πεσδ μόνο για κφκ  
 4. Ντύνεται (οποιοδήποτε ένδυμα) ανεξάρτητα δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό ή συγκεκριμένη διαρρύθμιση

--	--	--	--	--	--

**B. 0.** Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Απαιτεί μερική βοήθεια για ρούχα χωρίς κουμπιά, φερμουάρ ή κορδόνια (ρχκφκ)  
 2. Ανεξάρτητος με ρχκφκ απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό και/ή συγκεκριμένες διαρρυθμίσεις (πεσδ)  
 3. Ανεξάρτητος με ρχκφκ χωρίς πεσδ; χρειάζεται βοήθεια ή πεσδ μόνο για κφκ  
 4. Ντύνεται (οποιοδήποτε ένδυμα) ανεξάρτητα δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό ή συγκεκριμένη διαρρύθμιση

--	--	--	--	--	--

**4. Καλλωπισμός** (να πλένει χέρια και πρόσωπο, να βουρτσίζει δόντια, να χτενίζει μαλλιά, να ξυρίζεται, να εφαρμόζει μακιγιάζ)

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Απαιτεί μερική βοήθεια  
 2. Καλλωπίζεται ανεξάρτητα με προσαρμοστικό εξοπλισμό  
 3. Καλλωπίζεται ανεξάρτητα χωρίς προσαρμοστικό εξοπλισμό

**ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ (0-20)**

--	--	--	--	--	--

**Διαχείριση Αναπνοής και Σφιγκτήρα**

**5. Αναπνοή**

0. Απαιτεί τραχειοσωλήνα (ΤΣ) και μόνιμη ή διαλείπων υποβοηθούμενος αερισμός (ΔΥΑ)

--	--	--	--	--	--



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Please cite: Athanasiou A, Alexandrou A, Paraskevoudos E, Foroglou N, Prassas A, Bamidis PD (2015) Towards a Greek adaptation of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM) In: Proceedings of 15th European Congress of Neurosurgery (EANS 2014, Prague, Czech Republic, 12-17/10/2014), p 181-184. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1669.0087>

The original measure can be cited as: Catz A et al. (2006) A multicenter international study on the Spinal Cord Independence Measure, version III: Rasch psychometric validation. Spinal Cord 45(4):275-291 <http://dx.doi.org/10.1038/sj.sc.3101960>



2. Αναπνέει ανεξάρτητα με ΤΣ' απαιτεί οξυγόνο, πολύ βοήθεια στο να βήχει ή στη διαχείριση ΤΣ
4. Αναπνέει ανεξάρτητα με ΤΣ' απαιτεί λίγη βοήθεια στο να βήχει ή στη διαχείριση ΤΣ
6. Αναπνέει ανεξάρτητα χωρίς ΤΣ' απαιτεί οξυγόνο, πολύ βοήθεια στο να βήχει, μάσκα (πχ reep) ή ΔΥΑ (bipap)
8. Αναπνέει ανεξάρτητα χωρίς ΤΣ' απαιτεί λίγη βοήθεια ή διέγερση για να βήξει
10. Αναπνέει ανεξάρτητα χωρίς βοήθεια ή εξοπλισμό

## 6. Διαχείριση Σφιγκτήρα – Ουροδόχου Κύστης

0. Μόνιμος καθετήρας
3. Υπολειπόμενος όγκος ούρων (ΥΟΟ) > 100cc` Χωρίς τακτικό καθετηριασμό ή υποβοηθούμενο διαλείποντα καθετηριασμό
6. ΥΟΟ < 100cc ή διαλείποντα αυτό-καθετηριασμός` χρειάζεται βοήθεια για να εφαρμόζει όργανο αποστράγγισης
9. Διαλείποντας αυτο-καθετηριασμός` χρησιμοποιεί εξωτερικό όργανο αποστράγγισης` δεν χρειάζεται βοήθεια για να το εφαρμόσει
11. Διαλείποντας αυτο-καθετηριασμός` εγκρατής μεταξύ των καθετηριασμών` δεν χρησιμοποιεί εξωτερικό όργανο αποστράγγισης
13. ΥΟΟ < 100cc` χρειάζεται μόνο εξωτερική αποστράγγιση ούρων` καθόλου βοήθεια δεν απαιτείται για αποστράγγιση
15. ΥΟΟ < 100cc` εγκρατής` δεν χρησιμοποιεί όργανο εξωτερικής αποστράγγισης

## 7. Διαχείριση Σφιγκτήρα – Έντερο

0. Σε ακανόνιστους χρόνους ή πολύ χαμηλή συχνότητα (λιγότερο από μία φορά στις 3 μέρες) κινητικότητας του εντέρου
5. Σε τακτικούς χρόνους, αλλά απαιτεί βοήθεια (πχ για να εφαρμόσει υπόθετο)` σπάνια ατυχήματα (λιγότερο από δύο φορές το μήνα)
8. Τακτικές κινήσεις εντέρου, χωρίς βοήθεια` σπάνια ατυχήματα (λιγότερο από δύο φορές το μήνα)
10. Τακτικές κινήσεις εντέρου, χωρίς βοήθεια` καθόλου ατυχήματα

## 8. Χρήση της Τουαλέτας

(υγιεινή περινέου, εφαρμογή ρούχων πριν/ μετά, χρήση χαρτιών ή πάνας) .

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια
1. Απαιτεί μερική βοήθεια` δεν καθαρίζει τον εαυτό του
2. Απαιτεί μερική βοήθεια` καθαρίζει τον εαυτό του ανεξάρτητα
4. Χρησιμοποιεί την τουαλέτα ανεξάρτητα σε όλες τις ενέργειες αλλά χρειάζεται προσαρμοστικό εξοπλισμό ή ειδική διαρρύθμιση (πχ μπάρες)
5. Χρησιμοποιεί την τουαλέτα ανεξάρτητα` δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό ή ειδική διαρρύθμιση)

## ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ (0-40)

## Κινητικότητα (δωμάτιο και τουαλέτα)

### 9. Κινητικότητα στο Κρεβάτι και Δράση για την Πρόληψη Κατακλίσεων

0. Χρειάζεται βοήθεια σε όλες τις δραστηριότητες: να γυρίζει το άνω τμήμα του σώματος στο κρεβάτι, να γυρίζει το κάτω τμήμα του σώματος στο κρεβάτι, να κάθεται ανασηκωμένα στο κρεβάτι, να κάνει κάμψεις στην αναπηρική καρέκλα, με ή χωρίς προσαρμοστικό εξοπλισμό, αλλά όχι με ηλεκτρικά βοηθήματα
2. Εκτελεί μία από τις δραστηριότητες χωρίς βοήθεια
4. Εκτελεί δύο ή τρεις από τις δραστηριότητες χωρίς βοήθεια
6. Εκτελεί όλες τις δραστηριότητες κινητικότητας στο κρεβάτι και αποδέσμευσης πίεσης ανεξάρτητα

### 10. Μετακινήσεις: κρεβάτι-αναπηρική καρέκλα

(να κλειδώνει την αναπηρική καρέκλα, να ανυψώνει τα υποπόδια, να αφαιρεί και να προσαρμόζει τους βραχίονες, να μετακινείται, να ανυψώνει πόδια)

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια
1. Χρειάζεται μερική βοήθεια και/ή επίβλεψη, και/ή προσαρμοστικό εξοπλισμό (πχ συρόμενη σανίδα)
2. Ανεξάρτητος (ή δεν απαιτεί αναπηρική καρέκλα)

### 11. Μετακινήσεις: αναπηρική καρέκλα – τουαλέτα – μανιέρα

(αν χρησιμοποιεί αναπηρική καρέκλα τουαλέτας: μετακινήσεις προς και από` αν χρησιμοποιεί απλή αναπηρική καρέκλα: να κλειδώνει την αναπηρική καρέκλα, να ανυψώνει υποπόδια, να αφαιρεί και προσαρμόζει βραχίονες, να μετακινείται, να ανυψώνει πόδια)

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια
1. Χρειάζεται μερική βοήθεια και/ή επίβλεψη, και/ή προσαρμοστικό εξοπλισμό (πχ μπάρες πιασίματος)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Please cite: Athanasiou A, Alexandrou A, Paraskevoopoulos E, Foroglou N, Prassas A, Bamidis PD (2015) **Towards a Greek adaptation of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM)** In: Proceedings of 15th European Congress of Neurosurgery (EANS 2014, Prague, Czech Republic, 12-17/10/2014), p 181-184. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1669.0087>

The original measure can be cited as: Catz A et al. (2006) A multicenter international study on the Spinal Cord Independence Measure, version III: Rasch psychometric validation. *Spinal Cord* 45(4):275-291. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.sc.3101960>



2. Ανεξάρτητος (ή δεν απαιτεί αναπηρική καρέκλα)

**Κινητικότητα (εσωτερικοί και εξωτερικοί χώροι, σε λεία επιφάνεια)**

**12. Κινητικότητα σε εσωτερικούς χώρους**

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Χρειάζεται ηλεκτρική αναπηρική καρέκλα ή μερική βοήθεια να χειριστεί χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
2. Κινείται ανεξάρτητα σε χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
3. Απαιτεί επίβλεψη ενώ περπατάει (με ή χωρίς εξοπλισμό)
4. Περπατάει με περπατητήρα ή πατερίτσες (αιώρηση)
5. Περπατάει με πατερίτσες ή δύο μπαστούνια (περπάτημα με εναλλαγή του κέντρου βάρους)
6. Περπατάει με ένα μπαστούνι
7. Χρειάζεται μόνο νάρθηκες ποδιών
8. Περπατάει χωρίς βοηθήματα βάδισης

**13. Κινητικότητα για μεσαίες αποστάσεις (10-100 μέτρα)**

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Χρειάζεται ηλεκτρική αναπηρική καρέκλα ή μερική βοήθεια να χειριστεί χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
2. Κινείται ανεξάρτητα σε χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
3. Απαιτεί επίβλεψη ενώ περπατάει (με ή χωρίς εξοπλισμό)
4. Περπατάει με περπατητήρα ή πατερίτσες (αιώρηση)
5. Περπατάει με πατερίτσες ή δύο μπαστούνια (περπάτημα με εναλλαγή του κέντρου βάρους)
6. Περπατάει με ένα μπαστούνι
7. Χρειάζεται μόνο νάρθηκες ποδιών
8. Περπατάει χωρίς βοηθήματα βάδισης

**14. Κινητικότητα σε εξωτερικούς χώρους (πάνω από 100 μέτρα)**

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Χρειάζεται ηλεκτρική αναπηρική καρέκλα ή μερική βοήθεια να χειριστεί χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
2. Κινείται ανεξάρτητα σε χειροκίνητη αναπηρική καρέκλα
3. Απαιτεί επίβλεψη ενώ περπατάει (με ή χωρίς εξοπλισμό)
4. Περπατάει με περπατητήρα ή πατερίτσες (αιώρηση)
5. Περπατάει με πατερίτσες ή δύο μπαστούνια (περπάτημα με εναλλαγή του κέντρου βάρους)
6. Περπατάει με ένα μπαστούνι
7. Χρειάζεται μόνο νάρθηκες ποδιών
8. Περπατάει χωρίς βοηθήματα βάδισης

**15. Διαχείριση σκαλοπατιών**

0. Ανίκανος να ανέβει ή να κατέβει σκαλιά

1. Ανεβαίνει και κατεβαίνει τουλάχιστον 3 σκαλιά με υποστήριγμα ή επίβλεψη ενός άλλου ατόμου
2. Ανεβαίνει και κατεβαίνει τουλάχιστον 3 σκαλιά με υποστήριξη κουπαστής και/ ή πατερίτσα ή μπαστούνι
3. Ανεβαίνει και κατεβαίνει τουλάχιστον 3 σκαλιά χωρίς υποστήριξη ή επίβλεψη

**16. Μετακινήσεις: αναπηρική καρέκλα - αυτοκίνητο**

(να πλησιάζει το αυτοκίνητο, να κλειδώνει την αναπηρική καρέκλα, να αφαιρεί βραχίονες και υποπόδια, να μετακινείται προς και από το αυτοκίνητο, να φέρει την αναπηρική καρέκλα μέσα και έξω από το αυτοκίνητο)

0. Απαιτεί πλήρη βοήθεια

1. Χρειάζεται μερική βοήθεια και/ή επίβλεψης και/ή προσαρμοστικό εξοπλισμό
2. Μετακινείται ανεξάρτητα; δεν απαιτεί προσαρμοστικό εξοπλισμό (ή δεν απαιτεί αναπηρική καρέκλα)

**17. Μετακινήσεις: έδαφος - αναπηρική καρέκλα**

0. Απαιτεί βοήθεια

1. Μετακινείται ανεξάρτητα με ή χωρίς προσαρμοστικό εξοπλισμό (ή δεν απαιτεί αναπηρική καρέκλα)

**ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ (0-40)**

**ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ SCIM (0-100)**



This work is licensed under a *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*.

Please cite: Athanasiou A, Alexandrou A, Paraskevopoulos E, Foroglou N, Prassas A, Bamidis PD (2015) **Towards a Greek adaptation of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM)** In: Proceedings of 15th European Congress of Neurosurgery (EANS 2014, Prague, Czech Republic, 12-17/10/2014), p 181-184. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1669.0087>

The original measure can be cited as: Catz A et al. (2006) A multicenter international study on the Spinal Cord Independence Measure, version III: Rasch psychometric validation. *Spinal Cord* 45(4):275-291. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.sc.3101960>

**Εικόνα 1.12** Κλίμακα ανεξαρτησίας ασθενών με KNM (Alkinoos Athanasiou et al., 2015)

Η ικανότητα βάδισης ύστερα από KNM, είναι 5% για ασθενείς με πλήρη παραπληγία, 46% για μερική τετραπληγία και 76% για μερική παραπληγία. Οι ασθενείς με κεντρικό μυελικό σύνδρομο και σύνδρομο Brown-Séguard, έχουν αρκετές πιθανότητες να περπατήσουν. Η πρόγνωση για βάδιση σε άτομα με κεντρικό μυελικό σύνδρομο τραυματικής αιτιολογίας σχετίζεται με την ηλικία. Οι νεότεροι ασθενείς (κάτω των 50 χρόνων) έχουν 97% πιθανότητα για ανεξάρτητη βάδιση συγκριτικά με τους μεγαλύτερους, που έχουν 41%. Έχουν αναφερθεί διάφορα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την ικανότητα βάδισης σε ασθενείς με σύνδρομο Brown-Séguard, με κάποιους να αναφέρουν 75% και άλλους 100% ύστερα από αποκατάσταση (Chay and Kirshblum, 2020).

## 1.11 Προσδόκιμο ζωής

Το προσδόκιμο ζωής των ασθενών με KNM είναι χαμηλότερο από το φυσιολογικό, καθώς εκτός από τα λειτουργικά ελλείμματα παρουσιάζονται και δευτερογενή προβλήματα υγείας. Η πνευμονία, η πνευμονική εμβολή και η σηψαιμία είναι οι κυριότερες αιτίες θανάτου (Suzanne ‘Tink’ Martin and Mary Kessler, 2007 p.459).

## **2. ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

---

**2.1 Εκπαίδευση βάδισης με τη χρήση εξωσκελετικών συστημάτων**

**2.2 Εκπαίδευση βάδισης με Λειτουργικό ηλεκτρικό ερεθισμό**

**2.3 Εικονική πραγματικότητα (Virtual reality-VR)**

**2.4 Συσκευή δόνησης ολόκληρου του σώματος (Whole body vibration-WBV)**

**2.5 Διαδερμικός Ηλεκτρικός Νευρικός Ερεθισμός (TENS)**

**2.6 Υδροθεραπεία**

**2.7 Κηδεμόνες**



## 2. ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

---

### 2.1 Εκπαίδευση βάδισης με τη χρήση εξωσκελετικών συστημάτων

Βασικό στόχος στην αποκατάσταση ασθενών με KNM είναι η βελτίωση της ικανότητας βάδισης. Η ανάκτηση της ικανότητας βάδισης ενισχύει την ανεξαρτησία και την προσωπική ικανοποίηση του ασθενούς, και την επακόλουθη επανένταξή του στην κοινότητα (Niu et al., 2014). Στις μέρες μας υπάρχει πληθώρα νέων τεχνολογιών στον τομέα της αποκατάστασης. Τεχνολογίες όπως η εξάσκηση βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους, εξωσκελετικά συστήματα και ρομποτικές συσκευές είναι πολλά υποσχόμενες, ωστόσο το κόστος τους είναι μεγάλο (Boninger et al., 2012). Υπάρχουν εξωσκελετικά συστήματα που υποστηρίζουν πλήρως τον ασθενή καθώς βαδίζει και χρησιμοποιούνται και για την ανάβαση σκάλας ενώ κάποια άλλα παρέχουν μερική υποστήριξη (del-Ama et al., 2014). Η ρομποτικά υποβοηθούμενη εκπαίδευση βάδισης σε κυλιόμενο τάπητα με υποστήριξη του σωματικού βάρους κερδίζει συνεχώς έδαφος στην αποκατάσταση ασθενών με KNM. Οι ρομποτικές ορθώσεις καθοδηγούν την κίνηση των κάτω άκρων επιτρέποντας την εξάσκηση της βάδισης που προσομοιάζει όσο γίνεται στο φυσιολογικό, για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η επαναλαμβανόμενη εξάσκηση βάδισης αναδιοργανώνει τον κινητικό φλοιό με αποτέλεσμα τη βελτίωση της λειτουργικότητας των ατόμων με KNM (Cheung et al., 2019). Το σύστημα Lokomat συνδυάζει τη ρομποτική υποβοήθηση κατά τη βάδιση σε κυλιόμενο τάπητα με την υποστήριξη του σωματικού βάρους με τη βοήθεια ιμάντων όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1 (Dietz, 2012). Ο φυσικοθεραπευτής προσαρμόζει παραμέτρους όπως, την ταχύτητα βάδισης στο διάδρομο, το εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ισχίου και του γόνατος, την υποστήριξη του σωματικού βάρους και τη ρομποτική καθοδήγηση από τη συσκευή, ανάλογα με τις ικανότητες του ασθενούς (Niu et al., 2014).

### 2.2 Εκπαίδευση βάδισης με Λειτουργικό ηλεκτρικό ερεθισμό

Υπάρχουν συστήματα με ηλεκτρικό ερεθισμό που αυξάνουν τη μυϊκή ενεργοποίηση κατά τη βάδιση (del-Ama et al., 2014). Ο λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός (FES) κατά τη βάδιση αποτελεί μία μέθοδο βελτίωσης της ικανότητας βάδισης σε άτομα με KNM. Το FES χρησιμοποιεί μικρή διάρκεια παλμού για τη δημιουργία μυϊκών συσπάσεων. Οι σωστά χρονομετρημένες και συντονισμένες μυϊκές συσπάσεις, βελτιώνουν την ικανότητα βάδισης των ασθενών καθώς η κίνηση προσομοιάζει με τη φυσιολογική. Τα πολυκάναλα συστήματα FES (τουλάχιστον οκτώ κανάλια), ενεργοποιούν τους μυς των κάτω άκρων σύμφωνα με το κινητικό πρότυπο της φυσιολογικής βάδισης, βελτιώνοντας τη λειτουργικότητα (Karadia et al., 2014). Ο ερεθισμός των μυών ατόμων με KNM είναι δύσκολος και συνήθως χρησιμοποιείται

εναλλασσόμενο ρεύμα για τον άμεσο ερεθισμό τους (Kern et al., 2010). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης FES είναι η χρήση του μυϊκού συστήματος του ασθενή που ωστόσο μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση λόγω της ταυτόχρονης ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων τύπου II καθώς υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό τέτοιων ιών μετά την KNM. Αυτό οδηγεί σε βραχύτερη ορθοστάτηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε εννευρωμένους μυς με σκοπό την εκπόλωση του κινητικού νεύρου που θα οδηγήσει σε σύσπαση του μυός. Σπάνια έχει χρησιμοποιηθεί FES σε απονευρωμένους μυς στοχεύοντας την εκπόλωση του μυ. Το εύρος παλμού είναι 100-1000 φορές μεγαλύτερο συγκριτικά με το εύρος που χρησιμοποιείται για τους εννευρωμένους. Οι ενδεικτικές τιμές για το εύρος παλμού και τη συχνότητα που απαιτείται για την εκπόλωση εννευρωμένου μυ είναι 100-1000μs και 10-100Hz αντίστοιχα. Ο καθορισμός της έντασης διαφέρει και εξαρτάται από την εφαρμογή και την αντίσταση του σώματος του ασθενή και μπορεί να φτάσει τα 120mA με τη χρήση επιφανειακών ηλεκτροδίων. Χρησιμοποιούνται ζεύγη ηλεκτροδίων, ένα ενεργό-αρνητικό και ένα ουδέτερο. Το ενεργό τοποθετείται πάνω από το κινητικό σημείο και το ουδέτερο τοποθετείται στο περιφερικό άκρο του μυ για να κλείσει το κύκλωμα. Το FES χρησιμοποιείται τόσο στη βάδιση σε κυλιόμενο τάπητα όσο και σε εργόμετρο κάτω άκρων, όπως απεικονίζεται παρακάτω (Tim Watson, 2008).



**Εικόνα 2.1** Χρήση εξωσκελετικού συστήματος με υποβοήθηση του σωματικού βάρους - Λειτουργικός ηλεκτρικός ερεθισμός στα κάτω άκρα (Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry, 2018)

## 2.3 Εικονική πραγματικότητα (Virtual reality-VR)

Η εικονική πραγματικότητα αποτελεί σύγχρονη μέθοδο αποκατάστασης που απευθύνεται σε πολλές ηλικιακές ομάδες και παθολογίες. Εταιρίες όπως η Nintendo, Microsoft και η Sony έχουν δημιουργήσει πληθώρα βιντεοπαιχνιδιών που προάγουν τη φυσική δραστηριότητα. Οι νέες τεχνολογίες ανιχνεύουν τις κινήσεις μέσω χειριστηρίων, αισθητήρων πίεσης, γαντιών, οθόνης αφής και καμερών (Sheila Lennon et al., 2018 p.528). Ο ασθενής εστιάζει την προσοχή του στο παιχνίδι και λαμβάνει ανατροφοδότηση επίτευξης του απαιτούμενου στόχου (Lange B et al., 2009; Rose F & Rizzo A, 2005). Παρέχει δυνατότητα επανάληψης της δραστηριότητας σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον βοηθώντας το άτομο να διορθώσει τα σφάλματα της κινητικής συμπεριφοράς (Shishov et al., 2017). Ταυτόχρονα, προάγεται η προσαρμοστικότητα, δηλαδή η δυνατότητα του ατόμου να εκτελεί τη δραστηριότητα με την αλλαγή διάφορων παραμέτρων του περιβάλλοντος (Lage et al., 2015; Makino H et al., 2016; Shishov et al., 2017). Το περιβάλλον τροποποιείται, για παράδειγμα με την προσθήκη περισπασμών και την αφαίρεση ανατροφοδότησης (Darekar et al., 2015; Holden, 2005). Η πρόοδος του ασθενή καταγράφεται μέσω της αύξησης ή της μείωσης της συνολικής βαθμολογίας στο παιχνίδι, παρέχοντας κίνητρο στο άτομο να βελτιώσει τις κινητικές δραστηριότητες (Mendes et al., 2015). Επιπλέον, κάποια παιχνίδια έχουν εικονικούς χαρακτήρες που εκτελούν τις δραστηριότητες, με αποτέλεσμα ο παίκτης να έχει οπτική ανατροφοδότηση της κίνησης (BUCCINO et al., 2012; Pelosin et al., 2010). Η επιλογή του κατάλληλου παιχνιδιού εικονικής πραγματικότητας γίνεται από τον κλινικό αφού αξιολογήσει τόσο τις κινητικές όσο και τις γνωστικές ικανότητες του ασθενούς (Lange B et al., 2009).



**Εικόνα 2.2** Ασθενής παίζει Wii sports κρατώντας το χειριστήριο (Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry, 2018)

## 2.4 Συσκευή δόνησης ολόκληρου του σώματος (Whole body vibration-WBV)

Το WBV έχει ερευνηθεί σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες. Τα μέχρι τώρα ευρήματα δείχνουν ότι το WBV μπορεί να βελτιώσει τη μυϊκή δύναμη, την οστική πυκνότητα την ισορροπία, την κινητικότητα και τη σπαστικότητα σε ασθενείς με νευρολογικές νόσους. Η δόνηση επιδρά στη σπαστικότητα αναστέλλοντας τις Ia προσαγωγές νευρικές ίνες, με αποτέλεσμα να μειώνεται η απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών στους κινητικούς νευρώνες των μυών που εμφανίζουν σπαστικότητα. Η συσκευή αποτελείται από μία κινητή πλατφόρμα που παράγει δονήσεις του σώματος και μία μπάρα υποστήριξης που μπορούν να κρατούν οι ασθενείς (In et al., 2018).

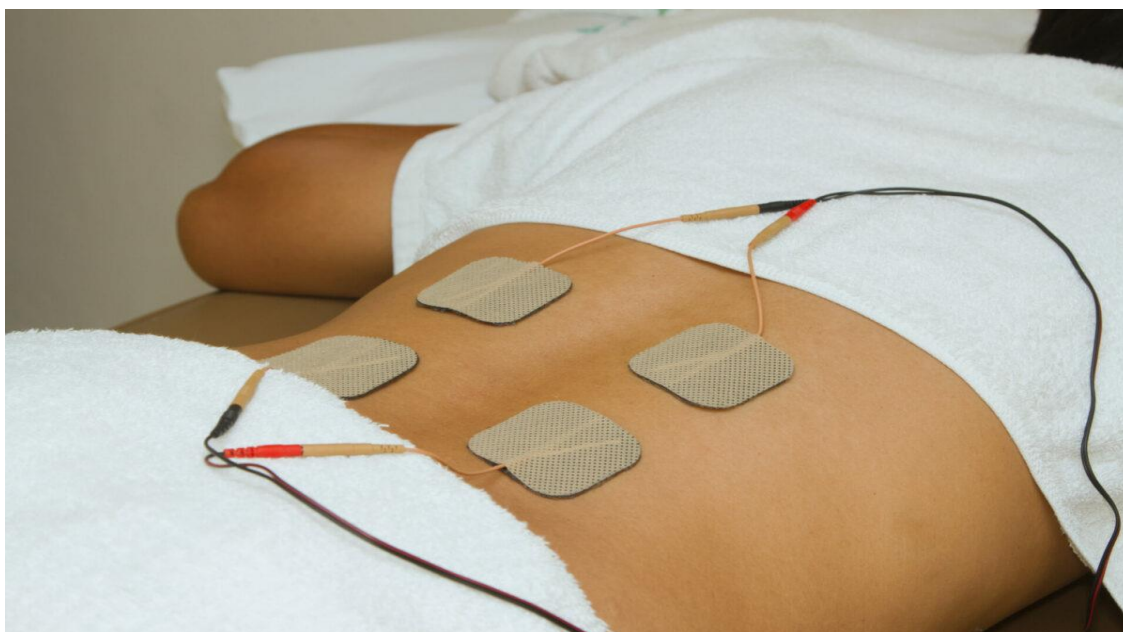


**Εικόνα 2.3** Χρήση μηχανήματος WBV σε ημικαθιστή θέση (Mikami *et al.*, 2019; Nawrat-Szołtysik *et al.*, 2022)

## 2.5 Διαδερμικός Ηλεκτρικός Νευρικός Ερεθισμός (TENS)

Η πρώτη γραμμή αντιμετώπισης του νευροπαθητικού πόνου είναι κυρίως φαρμακολογική (O'Connor and Dworkin, 2009; Dworkin et al., 2013). Ωστόσο, είναι σύνηθες για τη διαχείριση του να περιλαμβάνονται και μη φαρμακολογικές θεραπείες, όπως ψυχολογικές ή σωματικές παρεμβάσεις, συμπεριλαμβανομένης της διαδερμικής ηλεκτρικής νευρικής διέγερσης (TENS). Το TENS είναι η θεραπευτική εφαρμογή της διαδερμικής (πάνω από το δέρμα) ηλεκτρικής διέγερσης και χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο του πόνου σε ένα ευρύ φάσμα οξέων και χρόνιων παθήσεων πόνου (APTA, 2001). Η εφαρμογή του TENS γίνεται με την χρήση αυτοκόλλητων ηλεκτροδίων που εφαρμόζονται στην επιφάνεια του δέρματος στην περιοχή

οπού εντοπίζεται ο πόνος. Γίνεται εφαρμογή παλμικής εναλλασσόμενης ηλεκτρικής διέγερσης που μπορεί να τροποποιηθεί όσον αφορά τη συχνότητα (ρυθμός διέγερσης), τη διάρκεια παλμού και την ένταση (Johnson and Bjordal, 2011). Επιλέγεται μικρή διάρκεια παλμού που κυμαίνεται από 50-100μsec και συχνότητα από 80-120Hz, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εκλεκτική διέγερση των μεγάλων κεντρομόλων ινών πίεσης και δόνησης (Αβ), σε αντίθεση με τις ίνες του πόνου (Αδ και C) όπου η διέγερση τους επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη διάρκεια παλμού από την αναφερόμενη. Η ένταση πρέπει να κυμαίνεται από 30-40mA, σχετικά υψηλή έτσι ώστε να έχουμε αποτελεσματική διέγερση των μεγάλων κεντρομόλων ινών Αβ αλλά όχι μεγαλύτερη για να μην υπάρχει μυϊκή σύσπαση (Sluka and Walsh, 2003; Moran et al., 2011; Santos et al., 2013; Sluka et al., 2013). Η δράση των ινών Αβ ενεργοποιεί τα κύτταρα της πηκτωματώδους ουσίας (SG), η οποία συνδέεται με το κατιόν σύστημα ελέγχου και αναστολής του πόνου, αναχαιτίζοντας με τον τρόπο αυτόν τη δραστηριότητα των επιχείλιων κυττάρων που διεγείρονται από τις ίνες του πόνου Αδ & C. Επίσης, η δράση των ινών Αβ ενεργοποιεί τις αναχαιτιστικές συνάψεις που προβάλλουν στις ίνες του πόνου στο επίπεδο του οπισθιονωτιαίου κέρατος (πέταλα II & III, SG). Έτσι επιτυγχάνεται αναστολή στην μεταβίβαση των επώδυνων ερεθισμάτων προς τις νωτιαιοθαλαμικές οδούς, με αποτέλεσμα να “κλείνει” η πύλη ελέγχου του πόνου και να έχουμε αναχαίτηση του πόνου (Melzack and Wall, 1965; Sabino et al., 2008).



**Εικόνα 2.3** Ενδεικτική τοποθέτηση ηλεκτροδίων για χρήση TENS στην οσφυϊκή μοίρα (Gibson, Wand and O’Connell, 2017)

## 2.6 Υδροθεραπεία

Η θεραπεία μέσα στο νερό έχει θερμικές και μηχανικές επιδράσεις. Οι θερμικές επιδράσεις επιτυγχάνονται μέσω θερμότητας (33-40°C), είτε μέσω ψυχρής θεραπείας (8-10°C). Το θερμό νερό ασκεί φυσιολογικές επιδράσεις στο σώμα προκαλώντας αγγειοδιαστολή, μείωση της

αρτηριακής πίεσης, αύξηση της καρδιακής και αναπνευστικής συχνότητας. Επίσης, η εμβύθιση σε θερμό νερό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ελαστικότητας των μυών και την επίτευξη γενικευμένης χαλάρωσης. Αντιθέτως, η άσκηση σε ψυχρό νερό προκαλεί αγγειοσυσπασση και μείωση του πόνου (Bailey *et al.*, 2007; Munguía-Izquierdo and Legaz-Arrese, 2008; Ingram *et al.*, 2009). Οι μηχανικές επιδράσεις ανακύπτουν από τις ιδιότητες του νερού, όπως η πλευστότητα, η άνωση, η υδροστατική πίεση, η αντίσταση, η χημική δράση του νερού και η θερμοκρασία, όπου η επίδραση εμφανίζεται κυρίως όταν παρέχεται υδροθεραπεία μέσω θεραπείας με εμβύθιση. Συγκεκριμένα, η άνωση είναι η δύναμη που αντιτίθεται στη βαρύτητα όταν το σώμα βυθίζεται μερικώς ή πλήρως, φορτίζοντας με αυτόν τον τρόπο τις αρθρώσεις του σώματος που βρίσκονται μέσα στο νερό από το να δέχονται όλο το σωματικό βάρος του ασθενή (An, Lee and Yi, 2019). Η υδροστατική πίεση συμβάλλει στη διευκόλυνση της φλεβικής επιστροφής του αίματος από την περιφέρεια προς την καρδιά (εξαιτίας της πίεσης που ασκείται στα αγγεία), στη διευκόλυνση της εκπνοής, γιατί ανεβάζει το διάφραγμα ψηλότερα και στην ενδυνάμωση των μυών της εισπνοής, εξαιτίας της πίεσης που ασκείται στα τοιχώματα του θωρακικού κλωβού (Becker, 2009). Η αντίσταση είναι η δύναμη που αντιτίθεται στη σωματική κίνηση και σχετίζεται με το ιξώδες του νερού που προκαλείται από τριβή μεταξύ των μορίων του υγρού και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δύναμης και της αντοχής του μυός (An, Lee and Yi, 2019) Συνεπώς, η θεραπευτική άσκηση στην πισίνα συμβάλλει:

- Στην μείωση του παθολογικού μυϊκού τόνου-σπαστικότητας.
- Στην αύξηση της μυϊκής ισχύος.
- Στην αύξηση του εύρους τροχιάς.
- Στην βελτίωση της πνευμονικής λειτουργίας.
- Στην διευκόλυνση της ορθοστάτησης και της βάδισης. (Giesecke *et al.*, 1997)



**Εικόνα 2.4** Ενδεικτικές ασκήσεις στατικής ισορροπίας που περιλαμβάνονται σε ένα πρόγραμμα υδροθεραπείας (Turner, Chander and Knight, 2018)

## 2.7 Κηδεμόνες

Οι ασθενείς με ΚΝΜ που αποφασίζουν να υποβληθούν σε εκπαίδευση κινητοποίησης χρειάζονται κάποιου τύπου κηδεμόνα. Οι συχνότεροι χορηγούμενοι κηδεμόνες είναι:

- Ο κνημοποδικός νάρθηκας ο οποίος χρησιμοποιείται για την διόρθωση του άκρου ποδός επιτρέποντας την αποφυγή πρόσκρουσης των δακτύλων στο έδαφος σε περιπτώσεις σπαστικότητας του γαστροκνημίου είτε πτώσης άκρου ποδός (drop foot) και σταθεροποιεί την άρθρωση του αστραγάλου (May & Lockard, 2011).
- Ο μηροκνημοποδικός κηδεμόνας προτείνεται στους ασθενείς με παραπληγία. Αυτοί συνήθως διαθέτουν ένα περιμήριο και μια εξωτερική άρθρωση στο γόνατο με μηχανισμό κλειδώματος. Επίσης, έχουν έναν ιμάντα για τη γαστροκνήμια και μια ρυθμιζόμενη κλειδωμένη άρθρωση στην ποδοκνημική. Ο συχνότερος τύπος μηροκνημοποδικού κηδεμόνα που παρέχεται σε άτομα με παραπληγία είναι το Scott-Graig, το οποίο παρέχει ενδογενή σταθερότητα στον ασθενή καθώς αυτός ορθοστατεί (Dreeben, 2008).
- Ο κηδεμόνας εναλλασσόμενης βάρδισης χρησιμοποιείται σε ασθενείς με ελάχιστο έλεγχο του κορμού, λόγω της στήριξης που παρέχει στη μέση θωρακική μοίρα και στην λεκάνη. Αυτός ο τύπος κηδεμόνα διαθέτει μια εξωτερική άρθρωση στο ισχίο, που λειτουργεί με έναν μηχανισμό με συρματόσχοινα, διευκολύνοντας την κάμψη του ενός ισχίου ταυτόχρονα με την έκταση του άλλου. Αυτό επιτυγχάνεται, όταν ο ασθενής μετατοπίζει το βάρος του στο ένα κάτω άκρο, το σύστημα με τα συρματόσχοινα προωθεί παράλληλα το αντίθετο σκέλος. Η επανεκπαίδευση της βάρδισης με τον κηδεμόνα επιτυγχάνεται με την χρήση ενός περιπατητήρα ως βοήθημα βάρδισης (Bernardi et al., 1995).



**Εικόνα 2.5** Κνημοποδικός κηδεμόνας- Μηροκνημοποδικός κηδεμόνας – Κηδεμόνας εναλλασσόμενης βάρδισης (Eddison *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2022; Rodríguez-Fernández *et al.*, 2023)

A photograph of a person in a wheelchair, viewed from the side. The person is wearing a grey jacket and is holding the right wheel. The background is a blurred indoor space with warm lighting and circular light fixtures. Two horizontal blue lines are positioned above and below the text.

# **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## **3. ΜΕΘΟΔΟΣ**

---

**3.1 Σκοπός της συστηματικής ανασκόπησης**

**3.2 Στρατηγική αναζήτησης των ερευνών**

**3.3 Σύστημα αξιολόγησης μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών**

**3.4 Εξεταζόμενες μεταβλητές**

### 3. ΜΕΘΟΔΟΣ

#### 3.1 Σκοπός της συστηματικής ανασκόπησης

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει την επίδραση που έχουν διάφορες φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις στο νευροπαθητικό πόνο, στη σπαστικότητα και στην ικανότητα βάδισης σε ενήλικες με τραυματικές ΚΝΜ.

#### 3.2 Στρατηγική αναζήτησης ερευνών

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με βάση τις οδηγίες PRISMA με σκοπό τη σωστή συγγραφή συστηματικών ανασκοπήσεων και μεταanalύσεων. Η αναζήτηση των άρθρων πραγματοποιήθηκε στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων PubMed και Cochrane Library από το 2013 έως σήμερα. Χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω λέξεις-κλειδιά: «spinal cord injury», «spinal cord trauma», «spinal cord damage», «Brown-Séguard syndrome», «physiotherapy», «physical therapy», «physical therapy intervention», «modality», «electrotherapy», «FES», «TENS», «kinesiotherapy», «muscle training», «stretching exercises», «thermotherapy», «cryotherapy», «manual therapy», «acupuncture», «splints», «virtual reality», «body vibration», «robotic systems», «exoskeleton systems», «pain», «neuropathic pain», «aches», «spasticity», «gait», «walking», οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τελεστές, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.1.

**Πίνακας 3.1** Στρατηγική αναζήτησης

Νούμερο	Λέξεις κλειδιά
1	spinal cord injury OR spinal cord trauma OR spinal cord damage OR Brown-Séguard syndrome
2	physiotherapy OR physical therapy OR physical therapy intervention OR physical therapy modality OR electrotherapy OR FES OR TENS OR kinesiotherapy OR muscle training OR stretching exercises OR thermotherapy OR cryotherapy OR manual therapy OR acupuncture OR splints OR virtual reality OR body vibration OR robotic systems OR exoskeleton systems
3	pain OR neuropathic pain OR aches
4	spasticity
5	gait OR walking
<b>Τελική αναζήτηση</b>	1 AND 2 AND 3, 1 AND 2 AND 4, 1 AND 2 AND 5

## 3.2 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού άρθρων

Τα κριτήρια ένταξης που τέθηκαν για την επιλογή των άρθρων ήταν τα εξής: (α) να είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες (RCT's), (β) να είναι μελέτες δημοσιευμένες στην αγγλική γλώσσα, (γ) να είναι μεθοδολογικής ποιότητας στην κλίμακα PEDro  $\geq 4/10$ , (δ) το δείγμα των ερευνών να έχει υποστεί KNM τραυματικής αιτιολογίας, (ε) το δείγμα να είναι άντρες και γυναίκες >18 ετών.

Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν: (α) να είναι κλινικές μελέτες, (β) το δείγμα να δέχεται μη φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις, (γ) να είναι μη τραυματικές KNM ή άλλες παθολογίες, (δ) ο πόνος που αναφέρουν οι ασθενείς να είναι διαφορετικής αιτιολογίας, όπως μυοσκελετικός και όχι νευροπαθητικός και (ε) οι παρεμβάσεις να γίνονται σε ζώα.

## 3.3 Σύστημα αξιολόγησης μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών

Η μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, αξιολογήθηκε με την κλίμακα PEDro. Η κλίμακα αποτελείται από 11 κριτήρια τα οποία είναι : (1) Καθορισμένα κριτήρια επιλογής συμμετεχόντων, (2) Τυχαιοποιημένη κατανομή συμμετεχόντων σε ομάδες, (3) Τυφλή μέθοδος κατανομής συμμετεχόντων σε ομάδες, (4) Ομοιότητα αρχικών τιμών μεταβλητών, (5) Τυφλοί συμμετέχοντες, (6) Τυφλοί θεραπευτές, (7) Τυφλοί αξιολογητές, (8) Μέτρηση τιμών των κύριων μεταβλητών με ποσοστό τουλάχιστον το 85% του αρχικού αριθμού των συμμετεχόντων, (9) Ανάλυση δεδομένων όπου κάθε συμμετέχων δέχτηκε την προσχεδιασμένη παρέμβαση που αντιστοιχεί στην ομάδα του («intention to treat»), (10) Σύγκριση στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο ερευνητικών ομάδων και (11) Ανάλυση στατιστικών δεικτών και μέτρων μεταβλητότητας. Το κριτήριο (1) δεν προσμετράται στη συνολική τελική βαθμολογία. Όποιο κριτήριο τηρείται βαθμολογείται με 1 ενώ όποιο δεν τηρείται με 0. Όσες μελέτες βαθμολογούνται από 0 έως 3 θεωρούνται μελέτες «χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας», από 4 έως 6 «μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας» και τέλος από 7 έως 10 «υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας» (Maher *et al.*, 2003; Foley *et al.*, 2006). Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται αναλυτικά τα κριτήρια από τα οποία αποτελείται η κλίμακα, καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που αξιολογούνται από τα κριτήρια αυτά.

**Πίνακας 3.2** Κλίμακα PEDro για την αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας ερευνών (De Morton, 2009)

Κριτήρια		Βαθμός
<b>Εξωτερική Εγκυρότητα</b>		
<b>1</b>	Καθορισμένα κριτήρια επιλογής συμμετεχόντων	<b>ΔΕΝ ΑΞΙΟΛΟΓΕΙΤΑΙ</b>
<b>Αμεροληψία πριν από την παρέμβαση</b>		
<b>2</b>	Τυχαιοποιημένη κατανομή συμμετεχόντων σε ομάδες	Ναι=1 / Όχι=0
<b>3</b>	«Τυφλή» μέθοδος κατανομής συμμετεχόντων σε ομάδες	Ναι=1 / Όχι=0
<b>4</b>	Ομοιότητα αρχικών τιμών μεταβλητών	Ναι=1 / Όχι=0
<b>Αμεροληψία κατά την παρέμβαση</b>		
<b>5</b>	«Τυφλοί» συμμετέχοντες	Ναι=1 / Όχι=0
<b>6</b>	«Τυφλοί» θεραπευτές	Ναι=1 / Όχι=0
<b>7</b>	«Τυφλοί» αξιολογητές	Ναι=1 / Όχι=0
<b>Αμεροληψία κατά τη στατιστική ανάλυση</b>		
<b>8</b>	Μέτρηση τιμών των κύριων μεταβλητών με ποσοστό τουλάχιστον το 85% του αρχικού αριθμού των συμμετεχόντων	Ναι=1 / Όχι=0
<b>9</b>	Ανάλυση δεδομένων όπου κάθε συμμετέχων δέχτηκε την προσχεδιασμένη παρέμβαση που αντιστοιχεί στην ομάδα του («intention to treat»)	Ναι=1 / Όχι=0
<b>10</b>	Σύγκριση στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ δύο ερευνητικών ομάδων	Ναι=1 / Όχι=0
<b>11</b>	Ανάλυση στατιστικών δεικτών και μέτρων μεταβλητότητας	Ναι=1 / Όχι=0

### 3.4 Εξεταζόμενες μεταβλητές

Οι εξεταζόμενες μεταβλητές είναι η σπαστικότητα, ο νευροπαθητικός πόνος και η ικανότητα βάδισης.

## **4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

---

**4.1 Στρατηγική αναζήτησης**

**4.2 Μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών**

**4.3 Υπό μελέτη πληθυσμός**

**4.4 Θεραπευτικές παρεμβάσεις**

**4.5 Εργαλεία αξιολόγησης εξεταζόμενων μεταβλητών**

**4.5.1 Αξιολόγηση της ικανότητας βάδισης**

**4.5.2 Αξιολόγηση του νευροπαθητικού πόνου**

**4.5.3 Αξιολόγηση της σπαστικότητας**

**4.6 Επαναξιολόγηση μεταβλητών**

**4.7 Αποτελεσματικότητα παρεμβάσεων**

**4.7.1 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης**

**4.7.2 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στο νευροπαθητικό πόνο**

**4.7.3 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στη σπαστικότητα**

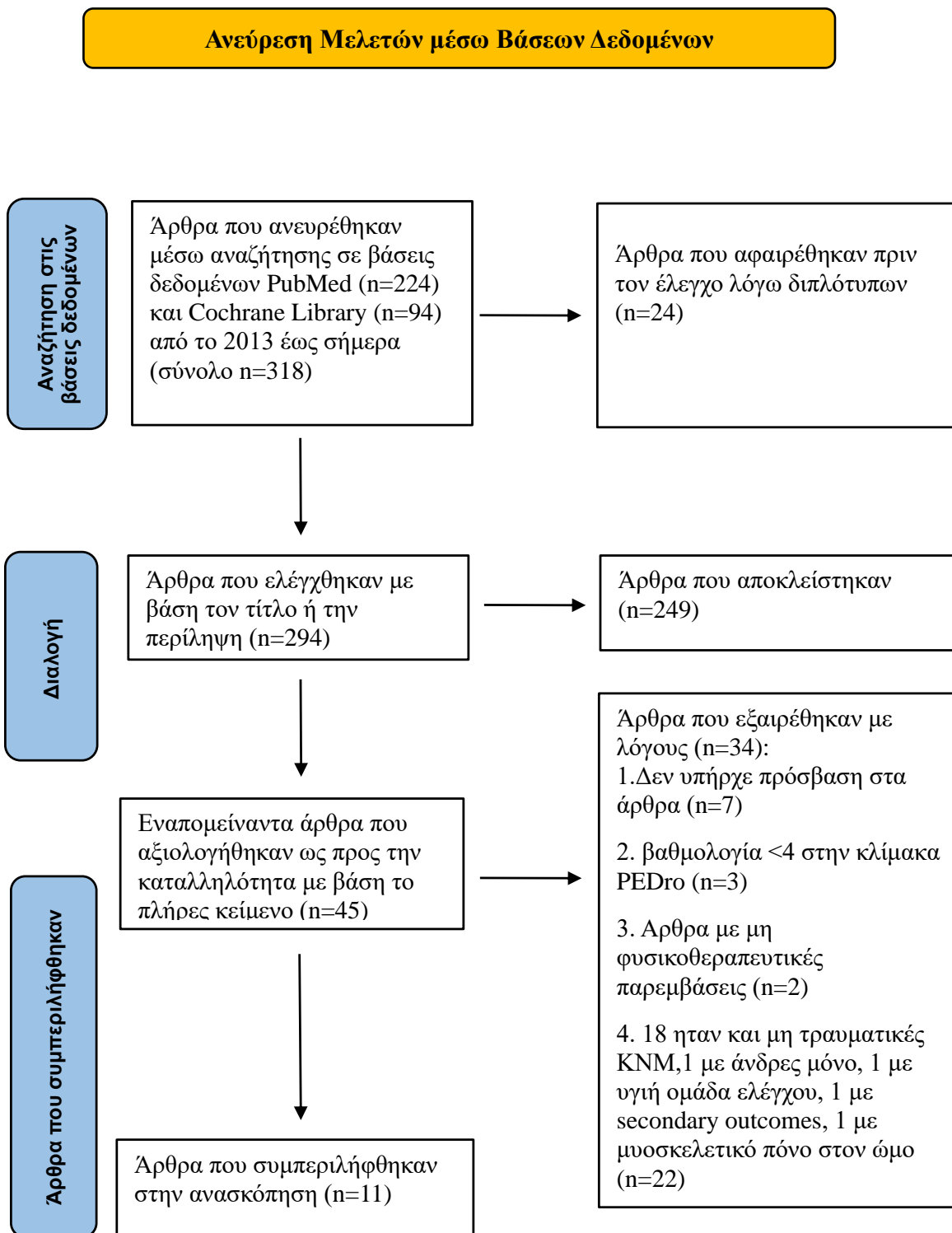
## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

---

### 4.1 Στρατηγική αναζήτησης

Μετά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων προέκυψαν 224 άρθρα στην PubMed και 94 στην Cochrane Library. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 318 άρθρα εκ των οποίων αφαιρέθηκαν 24 διπλότυπα. Συνεπώς τα 294 άρθρα ελέγχθηκαν με βάση τον τίτλο ή την περίληψη τους και αποκλείστηκαν τα 249. Από τα 249, 3 είχαν δείγμα ζώα, 1 είχε δείγμα υγιή πληθυσμό, 4 άρθρα συμπεριέλαβαν στο δείγμα τους άτομα ηλικίας <18 ετών, συγκεκριμένα παιδιά με εγκεφαλική παράλυση και τα υπόλοιπα 241 ανέφεραν διαφορετικές παθολογίες, όπως αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, αρθροπάθειες, όγκους και αυχενική μυελοπάθεια. Συνολικά 45 άρθρα αξιολογήθηκαν με βάση το πλήρες κείμενό τους και εξαιρέθηκαν 34 καθώς 18 ανέφεραν μη τραυματικές ΚΝΜ, 1 εξέταζε μόνο άνδρες, 1 είχε ομάδα ελέγχου υγιή πληθυσμό, 1 δεν είχε σαν πρωτεύον αποτέλεσμα τις εξεταζόμενες μεταβλητές και 1 εξέταζε τον μυοσκελετικό πόνο στον ώμο. Επίσης, 3 άρθρα ήταν χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας (<4/10 στην κλίμακα PEDro) και 2 άρθρα συμπεριελάμβαναν και μη φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις. Τέλος, υπήρχαν 7 άρθρα στα οποία δεν υπήρχε πρόσβαση. Επομένως, στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 11 άρθρα μέτριας και υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας.

**Διάγραμμα 4.1** Στρατηγική αναζήτησης ερευνών – PRISMA 2020 Flow Diagram



## 4.2 Μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών

Η μέση συνολική βαθμολογία των 11 ερευνών που συμπεριλήφθηκαν τελικά στην εργασία, βάσει των κριτηρίων της κλίμακας PEDro, είναι 5,82/10.

**Πίνακας 4.1** Κριτήρια της κλίμακας PEDro

	Έρευνες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Βαθμολογία
1	<b>Cheung et al.</b>	<b>ΔΕΝ ΑΞΙΟΛΟΓΕΙΤΑΙ</b>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	<b>8/10</b>
2	<b>Senthilvelkumar et al.</b>		1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	<b>7/10</b>
3	<b>In et al.</b>		1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	<b>7/10</b>
4	<b>Brazg et al.</b>		1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	<b>6/10</b>
5	<b>Wu et al.</b>		1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	<b>6/10</b>
6	<b>Lotter et al.</b>		1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	<b>6/10</b>
7	<b>Kapadia et al.</b>		1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	<b>5/10</b>
8	<b>Niu et al.</b>		1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	<b>5/10</b>
9	<b>Chang et al.</b>		1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	<b>5/10</b>
10	<b>Ozkul et al.</b>		1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	<b>5/10</b>
11	<b>Celik et al.</b>		1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	<b>4/10</b>

Η αξιολόγηση των 11 μελετών της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης έδειξε τα εξής αποτελέσματα:

- 3 μελέτες υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας
- 8 μελέτες μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας

## 4.3 Υπό μελέτη πληθυσμός

Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων που τυχαιοποιήθηκαν σε ομάδες από τις 11 μελέτες, που περιλαμβάνονται σε αυτή την συστηματική ανασκόπηση είναι 261 ασθενείς με τραυματική ΚΝΜ, με το επίπεδο βλάβης του ΝΜ να κυμαίνεται από το Α1 έως το Ο5. Από τους 261 ασθενείς, οι 44 είχαν πλήρη κινητική ΚΝΜ (ASIA Α και Β) και οι 217 είχαν ατελή κινητική ΚΝΜ (ASIA C και D). Η χρονική διάρκεια της κάκωσης κυμαίνεται από 1 μήνα έως 24 έτη, περιλαμβάνοντας με αυτόν τον τρόπο ασθενείς με οξεία (<6 μήνες) και χρόνια ΚΝΜ. Η ηλικία των συμμετεχόντων είχε διακύμανση από 18 έως 70 έτη. Από το πληθυσμό των 261 ασθενών που κατανεμήθηκαν τυχαία στις πειραματικές ομάδες και στις ομάδες ελέγχου, οι 184 ήταν άντρες και οι 77 ήταν γυναίκες. Οι 20 από τους 261 συμμετέχοντες αποσύρθηκαν από τις



μελέτες λόγω μη παλεύρεσης τους στις θεραπείες, έναρξης φαρμακευτικής αγωγής για την μείωση της σπαστικότητας, προβλημάτων μεταφοράς, παύσης ενδιαφέροντος συμμετοχής στην έρευνα και τέλος εξαιτίας προσωπικών λόγων που δε σχετίζονταν με τη συμμετοχή τους στη μελέτη.

#### 4.4 Θεραπευτικές παρεμβάσεις

Οι τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση διέθεταν ξεχωριστά χαρακτηριστικά η καθεμία αναφορικά με τη θεραπευτική παρέμβαση που διεξήγαν. Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Senthilvelkumar et al., 2014 η ομάδα παρέμβασης έκανε εκπαίδευση βάδισης σε επίπεδο έδαφος με υποστήριξη του σωματικού βάρους, ενώ η ομάδα ελέγχου έκανε εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους. Στην έρευνα των Lotter et al., 2020 τα άτομα στην ομάδα παρέμβασης εντάχθηκαν στο πρόγραμμα task-specific το οποίο περιλάμβανε εξάσκηση της βάδισης σε διαφορετικά περιβάλλοντα, ενώ τα άτομα στην ομάδα ελέγχου εντάχθηκαν στο πρόγραμμα impairment-based το οποία αποτελούταν από ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας, αερόβια άσκηση και εξάσκηση μεταφορών. Ύστερα την ολοκλήρωση των 20 συνεδρίων που είχαν καθοριστεί από την αρχή της έρευνας, έγινε εναλλαγή των παρεμβάσεων μεταξύ των δύο ομάδων (crossover). Ακόμα, στην έρευνα των Özkul et al., 2015 τα άτομα χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, η ομάδα Α τις πρώτες δύο εβδομάδες έλαβε TENS υψηλής συχνότητας ενώ η ομάδα Β υποβλήθηκε σε εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας. Ύστερα ακολούθησε μία εβδομάδα χωρίς καμία παρέμβαση (wash-out period) και τέλος 2 εβδομάδες όπου έγινε εναλλαγή των παρεμβάσεων μεταξύ των δύο ομάδων (crossover). Στην έρευνα των Niu et al., 2014 η ομάδα παρέμβασης έλαβε εκπαίδευση βάδισης με RABWSTT, ενώ η ομάδα ελέγχου δεν έλαβε καμία παρέμβαση. Σε αντίθεση με την έρευνα των Wu et al., 2018 στην οποία έγινε σύγκριση της βάδισης με RABWSTT με τη βάδιση σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους. Αντίστοιχα στην έρευνα των Brazg et al., 2017 έγινε σύγκριση υψηλής έναντι χαμηλής έντασης βάδιση σε διάδρομο Lokomat και έπειτα εναλλαγή των παρεμβάσεων (crossover). Στην εργασία των Cheung et al., 2019 η ομάδα παρέμβασης δέχτηκε εκπαίδευση βάδισης με RABWSTT παράλληλα με συμβατική φυσικοθεραπεία και η ομάδα ελέγχου έλαβε παθητική κινητοποίηση των άκρων σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία. Επίσης, στην έρευνα των Karadia et al., 2014 στην ομάδα παρέμβασης έγινε εφαρμογή πολυκάναλου FES κατά τη βάδιση σε διάδρομο, ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης το οποίο περιλάμβανε ασκήσεις αντίστασης (λάστιχα χεριών, σχοινιά, μηχανήμα ενδυνάμωσης άνω άκρων) και αερόβια άσκηση (κυκλοεργόμετρο άνω άκρων, ποδήλατο και βάδιση με παράλληλες μπάρες). Σχετικά με την μελέτη των Celik et al., 2013 η ομάδα παρέμβασης έλαβε

TENS χαμηλής συχνότητας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου όπου τα άτομα υποβλήθηκαν σε θεραπεία με εικονικό TENS (τοποθετημένα ηλεκτρόδια, χωρίς διέγερση). Στην έρευνα των Chang et al., 2013 τα άτομα στην ομάδα παρέμβασης έλαβαν προπόνηση με συσκευή συνεχούς παθητικής κινητοποίησης (CPM) στην άρθρωση της ποδοκνημικής, ενώ τα άτομα στην ομάδα ελέγχου έλαβαν μόνο γενικές ιατρικές συμβουλές για την υγεία τους. Τέλος, στην έρευνα των In et al., 2018 τα άτομα στην ομάδα παρέμβασης έλαβαν WBV με συμβατική φυσικοθεραπεία, ενώ η ομάδα ελέγχου έλαβε εικονικό WBV παρομοίως σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία.

Όλες οι έρευνες είχαν συχνότητα συνεδριών 2-7 φορές την εβδομάδα και διάρκεια διεξαγωγής 2-16 εβδομάδες. Η χρονική διάρκεια όλων των συνεδριών κυμαινόταν από 30 έως 60 λεπτά. Η περιγραφή των θεραπευτικών πρωτοκόλλων που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μελέτη παρουσιάζεται αναλυτικότερα στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ** της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

## 4.5 Εργαλεία αξιολόγησης εξεταζόμενων μεταβλητών

### 4.5.1 Αξιολόγηση της ικανότητας βάδισης

Η μεταβλητή της βάδισης αξιολογήθηκε με τα εξής εργαλεία:

- **6-MWT** (Kapadia et al., 2014; Niu et al., 2014; Brazg et al., 2017; Wu, Kim and Wei, 2018; Lotter et al., 2020): Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να περπατήσουν με άνετο ρυθμό για όσο διάστημα μπορούσαν έως και 6 λεπτά το πολύ, χρησιμοποιώντας την βοηθητική συσκευή τους αλλά χωρίς βοήθεια από άτομο. Αξιολογήθηκαν οι αποστάσεις που περπάτησαν σε 6 λεπτά.
- **TUG** (Kapadia et al., 2014; Niu et al., 2014; In et al., 2018): Είναι μια δοκιμασία αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας των ασθενών. Ο εξεταζόμενος κάθεται σε μια καρέκλα με πλάτη και του ζητείται να σηκωθεί και να περπατήσει μια απόσταση τριών μέτρων, να γυρίσει και να ξανακαθίσει στην καρέκλα. Καταγράφεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της δοκιμασίας.
- **10-MWDT** (Kapadia et al., 2014; Niu et al., 2014; In et al., 2018): Ο χρόνος βάδισης 10 μέτρων καταγράφηκε για να αξιολογηθεί η μέγιστη ταχύτητα βάδισης του συμμετέχοντα (FS). Οι συμμετέχοντες περπάτησαν με τη μέγιστη ταχύτητα βάδισης μεταξύ δύο προκαθορισμένων γραμμών που σχεδιάστηκαν στο έδαφος σε απόσταση 10 μέτρων.
- **SCIM** (Kapadia et al., 2014): Είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης της ικανότητας των ασθενών να συμμετέχουν σε δραστηριότητες της καθημερινότητας, όπως είναι η αυτοφροντίδα (6 ερωτήσεις με σκορ από 0-20), η αναπνοή και ο έλεγχος των σφιγκτήρων (4 ερωτήσεις με σκορ από 0-40) και η κινητικότητα (9 ερωτήσεις με σκορ από 0-40). Η συνολική βαθμολογία είναι από 0-100.

- **WISCI II** (Cheung et al., 2019; Senthilvelkumar et al., 2015): Ζητείται από τον ασθενή να βαδίσει 10 μετρά και σημειώνεται από τον εξεταστή το βοήθημα βάδισης που χρησιμοποιείται και η ικανότητα βάδισης του. Βαθμολογείται από το 0-20 με το 0 να αντιστοιχεί σε ασθενείς χωρίς ικανότητα ορθοστάτησης ή βάδισης, ενώ το 20 σε ασθενείς που έχουν την ικανότητα να βαδίσουν χωρίς βοηθητική συσκευή ή άλλη βοήθεια.
- **Peak treadmill speed test** (Brazg et al., 2017; Lotter et al., 2020): Τα άτομα ξεκινούν να κάνουν διάδρομο για 1 λεπτό με ταχύτητα 0,1 m/s και κάθε ένα λεπτό η ταχύτητα αυξάνεται κατά 0,1 m/s μέχρι να νιώσουν αστάθεια και να μην μπορούν να συνεχίσουν τη βάρδιση. Έτσι καταγράφεται η μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να φτάσουν στον διάδρομο.
- **SSS** (Wu et al., 2018; Lotter et al., 2020): Ζητείται από τους ασθενείς να περπατήσουν με τον κανονικό και άνετο ρυθμό τους σε ένα ευθύ διάδρομο μήκους 9 μέτρων (τα αρχικά και τελικά 2,5 μέτρα χρησιμοποιούνται για την επιτάχυνση και αντίστοιχα επιβράδυνση των ατόμων). Ο χρόνος που προσμετράται αφορά μόνο τα ενδιάμεσα 4 μέτρα και συνολικά γίνονται 2 δοκιμές από τις οποίες βγαίνει η μεταξύ τους μέση τιμή. Η ταχύτητα της βάρδισης προκύπτει από τον τύπο 4 μέτρα/ τον χρόνο που χρειάστηκε για να διανύσει τα 4 μέτρα.
- **Gait analysis system** (Cheung et al., 2019): Η ποιότητα του πρότυπου βάρδισης αξιολογήθηκε με σύστημα ανάλυσης βάρδισης. Τα άτομα περπατούσαν σε διάδρομο που διέθετε αισθητήρες πίεσης κατά τη βάρδιση με άνετη ταχύτητα, γεγονός και επιτρεπόταν η χρήση βοηθητικής συσκευής και ορθώσεων. Τα άτομα άρχισαν να περπατούν δύο μέτρα μακριά από το διάδρομο επιταχύνοντας και να περπατήσουν άλλα δύο μέτρα αφού περπάτησαν στο διάδρομο επιβραδύνοντας. Η ταχύτητα βάρδισης, η αμφίπλευρη διάρκεια στάσης και η αμφίπλευρη συμμετρία καταγράφηκαν για περαιτέρω ανάλυση δεδομένων.

#### 4.5.2 Αξιολόγηση του νευροπαθητικού πόνου

Η μεταβλητή του νευροπαθητικού πόνου αξιολογήθηκε με τα εξής εργαλεία:

- **VAS** (Celik et al., 2013; Özkul et al., 2015): Η ένταση του πόνου αξιολογήθηκε με μια οπτική αναλογική κλίμακα (VAS). Η μέτρηση του πόνου βαθμολογήθηκε από το 0 έως το 10 (0 = καθόλου πόνος, 10 = αφόρητος πόνος).
- **NPS** (Özkul et al., 2015): Η ποιότητα του πόνου αξιολογήθηκε με την κλίμακα νευροπαθητικού πόνου (NPS). Το NPS είναι ένα εργαλείο το οποίο αξιολογεί συγκεκριμένες ιδιότητες του νευροπαθητικού πόνου, όπως είναι ο «έντονος», «αιχμηρός», «ζεστός», «αμβλύς», «κρύος», «ευαίσθητος», «βύθιος πόνος» και «επιφανειακός πόνος». Όλα αυτά τα στοιχεία βαθμολογούνται σε κλίμακα 0-10 (το 0 είναι "καμία ενόχληση" και το 10 είναι "η μεγαλύτερη αίσθηση που μπορεί να φανταστεί κανείς").

### 4.5.3 Αξιολόγηση της σπαστικότητας

Η μεταβλητή της σπαστικότητας αξιολογήθηκε με τα εξής εργαλεία:

- **MAS** (Chang et al., 2013): Ο μυϊκός τόνος ελέγχεται με την πραγματοποίηση παθητικών κινήσεων. Το μέλος του ασθενή κινείται αργά και σημειώνεται η αντίσταση στην κίνηση βαθμολογώντας από 0 έως 5. Το 0 αντιστοιχεί σε καμία αύξηση του μυϊκού τόνου, το 1 σε ελαφρά αύξηση του μυϊκού τόνου στο τέλος του εύρους κίνησης, το 1+ σε ελαφρά αύξηση του μυϊκού τόνου σε μεγαλύτερο μέρος του εύρους κίνησης (λιγότερο από το μισό), το 2 σε πιο εκσεσημασμένη αύξηση του μυϊκού τόνου στο μεγαλύτερο μέρος του εύρους κίνησης με το μέλος ωστόσο να κινείται εύκολα, το 3 σε σημαντική αύξηση του μυϊκού τόνου με δυσκολία στην παθητική κίνηση και το 4 υποδηλώνει ότι τα πάσχοντα μέρη του σώματος είναι άκαμπτα.
- **Δυναμόμετρο χειρός** (In et al., 2018): Ο ασθενής βρίσκεται σε ύπτια θέση, ωθώντας την ποδοκνημική προς ραχιαία κάμψη και καταγράφεται η πελματιαία λόγω της σπαστικότητας. Το δυναμόμετρο εφαρμόζεται στο μπροστινό μέρος του ποδιού και έτσι αξιολογείται η σπαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής.

## 4.6 Επαναξιολόγηση μεταβλητών

Οι 9 από τις 11 ελεγχόμενες τυχαιοποιημένες δοκιμές, που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση, δεν πραγματοποίησαν επανέλεγχο (follow up) σε καμία μεταβλητή αλλά μόνο δύο μετρήσεις αξιολόγησης, συγκεκριμένα πριν την έναρξη των θεραπειών και αμέσως μετά το τέλος τους. Ωστόσο, στην έρευνα των Karadia et al., 2014 υπήρχε διαφοροποίηση, καθώς οι ερευνητές επανεξέτασαν τις μεταβλητές που μελέτησαν, 6 μήνες και 12 μήνες μετά την ολοκλήρωση του θεραπευτικού προγράμματος. Επίσης, στην έρευνα των Lotter et al., 2020 οι επανεξέταση των μεταβλητών έγινε ύστερα από 8 εβδομάδες μετά τη λήξη της παρέμβασης.

## 4.7 Αποτελεσματικότητα παρεμβάσεων

### 4.7.1 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση 8 από τα 11 άρθρα μελετούν την επίδραση παρεμβάσεων στη βάδιση. Στη μελέτη των Karadia et al. (2014), εξετάστηκε η επίδραση του πολυκάναλου FES κατά τη διάρκεια βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους στη βελτίωση της ικανότητας εκούσιας βάδισης επί εδάφους, σε σύγκριση με εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης το οποίο περιγράφεται αναλυτικά στο παράρτημα παρακάτω. Στη δοκιμασία 6-MWT, η οποία έγινε με παραλλαγές τριών διαφορετικών χρόνων, συγκεκριμένα στα 2, 4 και 6 λεπτά ανάλογα με την ικανότητα βάδισης των ασθενών, όλοι οι συμμετέχοντες αύξησαν την απόσταση βάδισης στην παραπάνω δοκιμασία χωρίς στατιστικά

σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων. Η ταχύτητα βάρδισης των ασθενών αξιολογήθηκε με το 10-MWDT και δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο πριν και μετά τις θεραπείες όσο και μεταξύ των ομάδων. Η δυναμική ισορροπία αξιολογήθηκε με την δοκιμασία TUG στην υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά τις παρεμβάσεις αλλά όχι μεταξύ των ομάδων. Όσον αφορά την SCIM, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, καθώς και οι δύο παρουσίασαν αύξηση της συνολικής βαθμολογίας της SCIM στους 12 μήνες συγκριτικά με την πρώτη αξιολόγηση. Ωστόσο, σχετικά με την κινητικότητα, η βαθμολογία αυξήθηκε για την ομάδα παρέμβασης στους 12 μήνες ενώ μειώθηκε στην ομάδα ελέγχου.

Οι Cheung et al., 2019 εξέτασαν την επίδραση της εξάσκησης σε διάδρομο με ρομποτική υποβοήθηση και υποστήριξη του σωματικού βάρους (RABWSTT) με εφαρμογή συστήματος ηλεκτρομυογραφικής ανάλυσης και βρέθηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στις βαθμολογίες του WISCI II, στο SCIM III στον τομέα της κινητικότητας και κατά την ανάλυση βάρδισης στη συμμετρία του σώματος κατά τη βάρδιση αμφοτερόπλευρα. Στην ομάδα ελέγχου δεν υπήρξε βελτίωση σε καμία από τις παραπάνω παραμέτρους.

Στην έρευνα των Niu et al., 2014 οι οποίοι μελέτησαν την εξάσκηση βάρδισης σε διάδρομο Lokomat οι ασθενείς είχαν ταξινομηθεί από τις αρχικές μετρήσεις σε δύο ομάδες. Όσοι είχαν αυξημένους χρόνους στο 10-MWDT και στο TUG test και μειωμένη απόσταση στο 6-MWT ήταν άτομα με χαμηλή ικανότητα βάρδισης. Αντίθετα, μειωμένοι χρόνοι στο 10-MWDT και στο TUG test και αυξημένη απόσταση στο 6-MWT ήταν άτομα με υψηλή ικανότητα βάρδισης. Όσοι είχαν αυξημένη ικανότητα βάρδισης εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τη θεραπεία με το Lokomat, καθώς αυξήθηκε τόσο η ταχύτητα βάρδισης (10-MWDT) αλλά και η δυναμική ισορροπία (TUG test), ενώ όσοι είχαν εξ αρχής χαμηλή ικανότητα βάρδισης δεν είχαν σημαντικό όφελος από το Lokomat. Τα αποτελέσματα από το 6-MWT δεν άλλαξαν σημαντικά τόσο για την ομάδα χαμηλής όσο και για την ομάδα υψηλής ικανότητας βάρδισης. Η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε κάποια βελτίωση στις παραπάνω δοκιμασίες.

Η σωματική δόνηση ολόκληρου του σώματος (WBV) σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία συγκριτικά με εικονικό WBV σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία μελετήθηκε από τους In et al., 2018 και υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά τη θεραπεία τόσο για την ομάδα παρέμβασης όσο και για την ομάδα ελέγχου πριν και μετά την παρέμβαση, αλλά και μεταξύ τους, στο 10-MWDT και στο TUG με το WBV να μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας.

Η μελέτη των Brazg et al., 2017 ήταν crossover και εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα της εξάσκησης σε διάδρομο χαμηλής έναντι υψηλής έντασης σε ασθενείς με ατελή KNM, στην ικανότητα βάρδισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι στο 6-MWT πριν και μετά το crossover,

υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες αλλά όχι μεταξύ τους, δηλαδή δεν υπερισχύει κάποια. Στο Peak treadmill speed, πριν και μετά το crossover, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες, αλλά και μεταξύ τους με την υψηλή ένταση να υπερέχει. Τέλος, στο FS πριν το crossover υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες αλλά όχι μεταξύ τους, δηλαδή δεν υπερισχύει κάποια. Μετά το crossover υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες αλλά και μεταξύ των δύο ομάδων, με την υψηλή ένταση να υπερετερεί. Άρα, η υψηλή ένταση υπερέχει μόνο μετά το crossover.

Οι Senthilvelkumar et al., 2014 μελέτησαν την επίδραση της εκπαίδευσης βάδισης επί εδάφους και βάδισης σε διάδρομο, με υποστήριξη του σωματικού βάρους στην ικανότητα βάδισης. Η ικανότητα βάδισης αξιολογήθηκε με την κλίμακα WISCI II και υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά και στις δύο ομάδες πριν και μετά την παρέμβαση, αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Στην έρευνα των Wu et al., 2018 μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα της βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη σωματικού βάρους έναντι της εξάσκησης σε διάδρομο με ρομποτικό σύστημα. Μετά την παρέμβαση, το ρομποτικό σύστημα φάνηκε να βελτιώνει στατιστικά σημαντικά το 6-MWT, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσιάστηκε καμία βελτίωση. Σε αντίθεση με το SSS και το FS που δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για την ομάδα παρέμβασης όσο και στην ομάδα ελέγχου.

Τέλος, η crossover έρευνα των Lotter et al., 2020 εξέτασε την επίδραση που έχει η εξάσκηση βάδισης (task-specific) συγκριτικά με παρεμβάσεις που δεν περιλαμβάνουν δραστηριότητες βάδισης (impairment-based interventions) στην ικανότητα βάδισης σε ασθενείς με ατελείς KNM. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στο FS, στο Peak Treadmill speed και στο 6-MWT στην ομάδα task-specific σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, ευρήματα τα οποία επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της πρώτης παρέμβασης και όταν έγινε εναλλαγή των παρεμβάσεων μεταξύ των δύο ομάδων. Σε αντίθεση με τις τιμές του SSS όπου δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο στην κάθε ομάδα ξεχωριστά πριν και μετά την παρέμβαση, όσο και μεταξύ των δύο ομάδων.

#### **4.7.2 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στο νευροπαθητικό πόνο**

Η μείωση του νευροπαθητικού πόνου σε ασθενείς με KNM μελετήθηκε σε 2 από τα 11 άρθρα. Οι Celik et al., 2013 εξέτασαν την επίδραση χαμηλής έντασης TENS συγκριτικά με εικονικό TENS στο νευροπαθητικό πόνο. Μεταξύ των δύο ομάδων υπήρξε στατιστικά σημαντική

διαφορά στην κλίμακα VAS τόσο στη μέση τιμή του πόνου μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέρας αξιολόγησης, όσο και στις πρωινές, μεσημεριανές και απογευματινές ώρες.

Στη crossover μελέτη των Özkul et al., 2015 αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του TENS υψηλής συχνότητας έναντι της εικονικής πραγματικότητας και βρέθηκε ότι οι ημερήσιες τιμές έντασης του πόνου μετά τη θεραπεία ήταν σημαντικά χαμηλότερες από τις τιμές πριν από τη θεραπεία και στις δύο ομάδες όλες τις ημέρες θεραπείας. Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων διαπιστώθηκε ότι μετά την 6η συνεδρία, η θεραπεία με TENS ήταν ανώτερη από τη θεραπεία με εικονική πραγματικότητα. Στο τέλος των δύο εβδομάδων της δοκιμής, η ελάχιστη και η μέγιστη ένταση του πόνου μειώθηκαν στην ομάδα TENS, ωστόσο οι τιμές της ελάχιστης, μέγιστης και μέσης έντασης του πόνου δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά στην ομάδα εικονικής πραγματικότητας. Ωστόσο, μετά τη θεραπεία με εικονική πραγματικότητα διαπιστώθηκε ότι η οξύτητα, η καυσαλγία, η δυσάρεστη αίσθηση, και ο βύθιος πόνος που αποτελούν παραμέτρους της ποιότητας του πόνου βελτιώθηκαν σημαντικά, ενώ η θεραπεία με TENS δεν είχε σημαντική επίδραση στο NPS.

#### **4.7.3 Η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στη σπαστικότητα**

Η μείωση της σπαστικότητας ερευνήθηκε σε 2 από τα 11 άρθρα. Η σωματική δόνηση ολόκληρου του σώματος (WBV) σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία συγκριτικά με εικονικό WBV σε συνδυασμό με συμβατική φυσικοθεραπεία μελετήθηκε από τους In et al., 2018. Υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά τη θεραπεία τόσο για την ομάδα παρέμβασης όσο και για την ομάδα ελέγχου, καθώς μειώθηκε η σπαστικότητα, αλλά και μεταξύ των δύο ομάδων. Η συμβατική φυσικοθεραπεία που περιλάμβανε κυρίως άσκηση φαίνεται να έχει επίδραση στη μείωση της σπαστικότητας και το WBV να μεγιστοποιεί τα οφέλη.

Τέλος, στη μελέτη των Chang et al., 2013 αξιολογήθηκε η επίδραση του συστήματος συνεχούς παθητικής κίνησης (CPM) συγκριτικά με τα άτομα στην ομάδα ελέγχου που δεν έλαβαν θεραπεία, παρά μόνο γενικές ιατρικές συμβουλές για την υγεία τους. Τα δεδομένα της πειραματικής ομάδας έδειξαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες βαθμολογίες στην κλίμακα Ashworth όταν συγκρίθηκαν οι τιμές πριν και μετά από την παρέμβαση των 4 εβδομάδων. Αντίθετα, τα δεδομένα των βαθμολογιών Ashworth για την ομάδα ελέγχου δεν έδειξαν καμία αλλαγή όταν συγκρίθηκαν οι τιμές πριν από την παρέμβαση με τις τιμές ύστερα από 4 εβδομάδες.

**Πίνακας 4.2** Περιγραφή των συμπεριλαμβανομένων ερευνών

Μελέτη	Μ.Ο Ηλικίας	Άρρεν: Θήλυ	Παρέμβαση	Παρέμβαση σύγκρισης	Συχνότητα	Follow up	Εργαλεία μέτρησης	Αποτελέσματα
<b>Senthilvelkumar et al., 2014</b>	35,15	12:4	Ομάδα Α: Εκπαίδευση βάδισης σε επίπεδο έδαφος με υποστήριξη του σωματικού βάρους	Ομάδα Β : Εκπαίδευση βάδισης σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους	30 λεπτά η κάθε συνεδρία, 5 φορές/εβδομάδα για 8 εβδομάδες.	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI)	Στην Ομάδα Α, η μέση βαθμολογία του WISCI αυξήθηκε από 2,1±0,7 σε 12,1±4,6 ( <b>p=0,018</b> ) και στην Ομάδα Β, αυξήθηκε από 3±2,3 σε 12,7±5,8 ( <b>p=0,018</b> ). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων (p = 0,748).
<b>Lotter et al., 2020</b>	48,5	10:7	Οι ασθενείς έκαναν εξάσκηση βάδισης σε διαφορετικά περιβάλλοντα (task-specific training)	Οι ασθενείς έκαναν ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισοροπίας, αερόβια άσκηση και εξάσκησης μεταφορών (impairment-based training)	20 συνεδρίες συνολικά 6 εβδομάδες 40-60 λεπτά/συνεδρία	Πριν την έναρξη της παρέμβασης Στο τέλος της παρέμβασης και 8 εβδομάδες μετά την λήξη της παρέμβασης	Fast speed (FS), Peak treadmill speed, Self-selected speed (SSS), 6-Meter Walk Test (6-MWT)	Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στο Fast Speed overground (FS), στο Peak Treadmill speed και στο 6-MWT στην ομάδα task-specific training ( <b>p=0,01</b> ) σε αντίθεση με την ομάδα impairment-based training, εύρηματα τα οποία επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της πρώτης παρέμβασης και όταν έγινε εναλλαγή των παρεμβάσεων μεταξύ των δύο ομάδων. Σε αντίθεση με τις τιμές του self-selected speed (SSS), όπου δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο στην κάθε ομάδα ξεχωριστά πριν και μετά την παρέμβαση, όσο και μεταξύ των δύο ομάδων (p=0,12).
<b>Celik et al., 2013</b>	36,55	24:9	Έλαβαν TENS χαμηλής συχνότητας	Υποβλήθηκαν σε θεραπεία με εικονικό TENS (τοποθετημένα ηλεκτρόδια, χωρίς διέγερση)	30 λεπτά καθημερινά για 10 μέρες	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	Οπτική αναλογική κλίμακα του πόνου (VAS)	Μετά από 10 ημέρες θεραπείας, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στις μέσες τιμές VAS ( <b>p= 0,032</b> ) μεταξύ των δύο ομάδων. Επίσης στην ομάδα TENS, η πρωινή ( <b>p= 0.001</b> ), μεσημεριανή ( <b>p=0,015</b> ) και απογευματινή ( <b>p=0,078</b> ) μέση τιμή VAS ήταν στατιστικά σημαντικά μειωμένη μεταξύ της 1 <sup>ης</sup> και 12 <sup>ης</sup> μέρας.



<b>Chang et. Al, 2013</b>	33,21	9:5	Έλαβαν προπόνηση με συσκευή συνεχούς παθητικής κινητοποίησης (CPM) στην άρθρωση της ποδοκνημικής	Τα άτομα στην ομάδα ελέγχου δεν έλαβαν εκπαίδευση. Ωστόσο, συνέχισαν να λαμβάνουν γενικές ιατρικές συμβουλές για την υγεία τους	Έλαβαν 60 λεπτά εκπαίδευσης CPM και των δύο ποδιών την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες στο σπίτι ή στο κέντρο αποκατάστασης όπου νοσηλεύτηκαν	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	Modified Asworth Scale (MAS)	Τα δεδομένα της πειραματικής ομάδας έδειξαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες βαθμολογίες MAS στις τιμές πριν και μετά από την παρέμβαση των 4 εβδομάδων ( <b>p = 0,013</b> ). Σε αντίθεση με τα δεδομένα των βαθμολογιών MAS για την ομάδα ελέγχου όπου στο σύνολο δεν έδειξαν καμία αλλαγή όταν συγκρίθηκαν οι τιμές πριν και μετά την παρέμβαση (P=0,159).
<b>Özkul et al.,2015</b>	32,33	19:7	Η ομάδα A υποβλήθηκε αρχικά σε 2 εβδομάδες εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας (VI) και μετά από περίοδο 1 εβδομάδας χωρίς καμία παρέμβαση, πραγματοποιήθη καν 2 εβδομάδες εφαρμογής TENS υψηλής συχνότητας	Η ομάδα B υποβλήθηκε αρχικά σε εφαρμογή TENS υψηλής συχνότητας για 2 εβδομάδες και μετά από περίοδο 1 εβδομάδας χωρίς παρέμβαση, πραγματοποιήθη καν 2 εβδομάδες εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας (VI)	30 λεπτά την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 2 εβδομάδες	Πριν την παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	Οπτική αναλογική κλίμακα (VAS), Κλίμακα νευροπαθητικού πόνου (NPS)	Οι ημερήσιες τιμές έντασης του πόνου μετά τη θεραπεία ήταν σημαντικά χαμηλότερες από τις τιμές πριν από τη θεραπεία και στις δύο ομάδες όλες τις ημέρες θεραπείας ( <b>p &lt; 0,05</b> ). Κατά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων διαπιστώθηκε ότι μετά την 6η συνεδρία, η θεραπεία με TENS ήταν ανώτερη από τη θεραπεία με VI ( <b>p &lt; 0,05</b> ). Στο τέλος των δύο εβδομάδων της δοκιμής, η ελάχιστη και η μέγιστη ένταση του πόνου μειώθηκαν στην ομάδα TENS ( <b>p &lt; 0,05</b> ), ωστόσο οι τιμές της ελάχιστης, μέγιστης και μέσης έντασης του πόνου δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά στην ομάδα VI ( <b>p &gt; 0,05</b> ). Μετά τη θεραπεία με VI διαπιστώθηκε ότι η οξύτητα, η θερμότητα, η δυσάρεστη αίσθηση και το βάθος των παραμέτρων της ποιότητας του πόνου βελτιώθηκαν σημαντικά ( <b>p &lt; 0,05</b> ), ενώ η θεραπεία με TENS δεν είχε σημαντική επίδραση στο NPS.

<b>Wu et al., 2018</b>	48,25	12:4	Βάδιση σε διάδρομο με ρομποτικό σύστημα και υποστήριξη του σωματικού βάρους	Βάδιση σε διάδρομο με υποστήριξη σωματικού βάρους	Η προπόνηση διεξήχθη 3 φορές/εβδομάδα για 6 εβδομάδες με τον χρόνο προπόνησης για κάθε επίσκεψη να ορίζεται στα 45 λεπτά	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	6-Meter Walk Test (6-MWT), Self-selected, walking speed (SSS), Fast speed (FS)	Μεγαλύτερη βελτίωση στην απόσταση βάδισης 6 λεπτών παρατηρήθηκε μετά από ρομποτική προπόνηση από ό,τι μετά από προπόνηση μόνο σε διάδρομο που δεν βοήθησε ( <b>p = 0,03</b> ), αλλά δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στη βελτίωση της FS και της SSS. τόσο στην ομάδα παρέμβασης όσο και στην ομάδα ελέγχου.
<b>Kapadia et al., 2014</b>	55,32	26:8	Ομάδα Α: Εφαρμογή πολυκάναλου FES κατά τη βάδιση σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους	Ομάδα Β : Εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης	45 λεπτά η κάθε συνεδρία, 3 φορές/εβδομάδα για 16 εβδομάδες Σύνολο συνεδριών: 48	Πριν την έναρξη της παρέμβασης Στο τέλος της παρέμβασης (4 <sup>ο</sup> μήνα), τον 6 <sup>ο</sup> και 12 <sup>ο</sup> μήνα	6-Minute walk test, 10-Meter walk test, Timed up-and-go test (TUG), Spinal cord independence measure (SCIM)	Στο 6-MWT υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση της απόστασης βάδισης και στις δύο ομάδες μετά την παρέμβαση στα 2, 4 και 6 λεπτά ( <b>p&lt;0.001, p=0.001, p=0.002</b> ) αλλά όχι στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων (p=0.199, p=0.141, p=0.096). Στο 10MWDΤ δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση και μεταξύ των ομάδων (p=0.084, p=0.829). Στο TUG τεστ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά τις παρεμβάσεις ( <b>p=0.016</b> ) αλλά όχι μεταξύ των ομάδων (p=0.138) και στο SCIM υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά για την ομάδα παρέμβασης ( <b>p&lt;0.01</b> ) στον τομέα της κινητικότητας. Μάλιστα για την ομάδα ελέγχου υπήρξε μείωση της βαθμολογίας στο SCIM στον τομέα της κινητικότητας.

<b>Cheung et al., 2019</b>	54.3	12:4	RABWSTT με συμβατική φυσικοθεραπεία	Παθητική κινητοποίηση κάτω άκρων με συμβατική φυσικοθεραπεία	Συμβατική φυσικοθεραπεία: 60 λεπτά, 2 φορές/εβδομάδα RABWSTT (για την ομάδα παρέμβασης) και παθητική κινητοποίηση κάτω άκρων (για την ομάδα ελέγχου): 30 λεπτά 3 φορές/εβδομάδα για 8 εβδομάδες συνολικά	Πριν την έναρξη της παρέμβασης και στο τέλος της παρέμβασης	Walking Index for Spinal Cord Injury version II (WISCI II) Spinal Cord Independence Measure version III (SCIM III) Gait analysis system	Στο WISCI II παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το RSBWSTT ( <b>p=0.02</b> ) και μεταξύ των δύο ομάδων ( <b>p=0.027</b> ). Στο SCIM στον τομέα της κινητικότητας υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το RABWSTT ( <b>p&lt;0.001</b> ) και μεταξύ των ομάδων ( <b>p&lt;0.025</b> ) και για την αμφοτερόπλευρη συμμετρία βάρδισης υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το RABWSTT ( <b>p=0.048</b> ).
<b>In et al., 2018</b>	48	21:11	Εξάσκηση με WBV και συμβατική φυσικοθεραπεία	Εικονικό WBV και συμβατική φυσικοθεραπεία	16 λεπτά WBV 2 φορές/ημέρα 5 φορές/εβδομάδα Συμβατική φυσικοθεραπεία: 30 λεπτά/ημέρα Σύνολο: 80 συνεδρίες σε 8 εβδομάδες	Πριν την έναρξη της παρέμβασης και στο τέλος της παρέμβασης	Δυναμόμετρο χειρός, TUG, 10MWDT	Για το Δυναμόμετρο υπήρξε στατιστικά σημαντική μείωση σπαστικότητας μετά τις παρεμβάσεις τόσο για την ομάδα ελέγχου (δεξιά <b>p&lt;0.001</b> και αριστερά <b>p=0.013</b> ) όσο και για την πειραματική ομάδα (δεξιά και αριστερά <b>p&lt;0.001</b> ) αλλά και μεταξύ των ομάδων με το WBV να υπερέχει ( <b>p=0.001</b> ). Μετά τις παρεμβάσεις υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά για το TUG και για το 10MWDT τόσο για την ομάδα ελέγχου ( <b>p=0.001, p=0.005</b> αντίστοιχα) όσο και για την πειραματική ομάδα ( <b>p&lt;0.001</b> ) αλλά και μεταξύ των ομάδων με το WBV να υπερέχει τόσο για το TUG τεστ όσο και για το 10MWDT ( <b>p=0.016, p=0.005</b> ).

<b>Brazg et al., 2017</b>	49	12:5	LT υψηλής έντασης και μετά εναλλαγή	LT χαμηλής έντασης και μετά εναλλαγή	20 συνεδρίες για 4-6 εβδομάδες 1 ώρα/συνεδρία 3-5 φορές/εβδομάδα	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	6-minute walk test (6-MWT), Peak treadmill (TM) speed, Fastest-possible speeds (FS)	6-MWT: Πριν και μετά το crossover υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες ( <b>p&lt;0.01</b> ) αλλά όχι μεταξύ τους (p=0.24 και p=0,16), δηλαδή δεν υπερिशχύει κάποια. Peak treadmill speed: Πριν και μετά το crossover υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία μόνο για την παρέμβαση υψηλής έντασης ( <b>p&lt;0.01</b> και <b>p&lt;0.02</b> ) αλλά και μεταξύ τους ( <b>p&lt;0.01</b> ) με την υψηλή ένταση να υπερέχει. FS: Πριν το crossover υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία και για τις δύο ομάδες ( <b>p&lt;0.02</b> ) αλλά όχι μεταξύ τους (p=0.23) δηλαδή δεν υπερिशχύει κάποια. Μετά το crossover υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη θεραπεία μόνο για την ομάδα υψηλής έντασης ( <b>p=0.01</b> ) αλλά και μεταξύ των δύο ομάδων ( <b>p=0.01</b> ) με την υψηλή ένταση να υπερτερεί. Άρα, η παρέμβαση υψηλής έντασης υπερέχει μόνο μετά το crossover.
<b>Niu et al., 2014</b>	48,85	27:13	Διάδρομος βάρδισης Lokomat	Καμία παρέμβαση	1 ώρα η συνεδρία (20 λεπτά προετοιμασία και 45 λεπτά εξάσκηση στο διάδρομο), 3 φορές/ εβδομάδα για 4 εβδομάδες 12 συνεδρίες συνολικά	Πριν την έναρξη της παρέμβαση και στο τέλος της παρέμβασης	10-Meter Walking Test (10MWT), Timed-Up-and-Go (TUG), 6-Minute-Walk Test (6-MWT)	Για το 10MWDT και TUG υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά για τα άτομα με υψηλή ικανότητα βάρδισης ( <b>p=0.01, p=0.02</b> ) ενώ για το 6-MWT δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο για τα άτομα με υψηλή όσο και για τα άτομα με χαμηλή ικανότητα βάρδισης. Η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε καμία βελτίωση.

## **5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

---

### **5.1 Εξεταζόμενες μεταβλητές**

**5.1.1 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης**

**5.1.2 Η επίδραση των παρεμβάσεων στον νευροπαθητικό πόνο**

**5.1.3 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην σπαστικότητα**

**5.2 Περιορισμοί των ερευνών και της παρούσας ανασκόπησης**

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Εξεταζόμενες μεταβλητές

#### 5.1.1 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην ικανότητα βάδισης

Στην μελέτη των Wu et al., 2018 παρατηρήθηκε μόνο αύξηση της αντοχής στους ασθενείς που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα εκπαίδευσης βάδισης σε διάδρομο με ρομποτικό σύστημα αλλά δεν υπήρξε βελτίωση της ταχύτητας σε καμία από τις δυο ομάδες. Πιθανόν η μέγιστη ταχύτητα βάδισης (FS) δεν άλλαξε σε καμία από τις δυο ομάδες, γιατί τα άτομα βάδιζαν στον διάδρομο με τον δικό τους άνετο ρυθμό (χαμηλής ένταση άσκηση) με αποτέλεσμα να μην γίνεται αναερόβια άσκηση. Το ρομποτικό σύστημα φάνηκε να αύξησε την αντοχή, καθώς μειώθηκε η κόπωση των κάτω άκρων με αποτέλεσμα τα άτομα να μπορούν να εξασκούνται στο διάδρομο για περισσότερο χρονικό διάστημα.

Οι Cheung et al., 2019 απέδειξαν ότι το RABWSTT υπερίσχυσε, βελτιώνοντας την ικανότητα βάδισης συγκριτικά με τη συμβατική φυσικοθεραπεία και την παθητική κινητοποίηση κάτω άκρων. Αυτό το συμπέρασμα προκύπτει λόγω του ότι και στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε συμβατική φυσικοθεραπεία αλλά η βελτίωση στο WISCI II, SCIM (στον τομέα της κινητικότητας) και στη συμμετρία βάδισης παρατηρήθηκε μόνο στην ομάδα που έκανε RABWSTT. Το RABWSTT παρείχε μερική υποβοήθηση με την υποστήριξη του σωματικού βάρους και των ρομποτικών ορθώσεων, ενώ όταν η συμμετοχή του ασθενή μειωνόταν υπήρχε ακουστική υπόδειξη που ενίσχυε την ενεργητική συμμετοχή του ασθενή. Στην συμβατική φυσικοθεραπεία η βάδιση επί εδάφους αποτελούσε μέρος των ασκήσεων χωρίς να αναφέρεται ο χρόνος που τα άτομα βάδιζαν. Ωστόσο, στο RABWSTT που συνδυαζόταν με συμβατική φυσικοθεραπεία η βάδιση διαρκούσε σίγουρα 30 λεπτά περισσότερο. Αυτό, σε συνδυασμό με την ακουστική υπόδειξη και τη ρομποτική υποβοήθηση των κάτω άκρων φαίνεται να επίδρασαν στη βελτίωση των παραπάνω παραμέτρων ενισχύοντας την κινητική εκμάθηση.

Στη μελέτη των Niu et al., 2014 βρέθηκε ότι η βάδιση σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους και ρομποτική υποβοήθηση κάτω άκρων βελτίωσε την ταχύτητα βάδισης και τη δυναμική ισορροπία των ατόμων με υψηλή ικανότητα βάδισης αλλά όχι των ατόμων με χαμηλή. Αυτό, πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι οι 4 εβδομάδες θεραπείας δεν είναι αρκετές για τη βελτίωση των παραπάνω παραμέτρων μέσω της νευροπλαστικότητας, στα άτομα με χαμηλή ικανότητα βάδισης σε αντίθεση με τα άτομα με υψηλή. Ωστόσο, δεν υπήρξε βελτίωση της αντοχής τόσο για τους ασθενείς με υψηλή όσο και για εκείνους με χαμηλή ικανότητα βάδισης, καθώς οι 4 εβδομάδες δεν είναι αρκετές για την επίτευξη αερόβιων προσαρμογών.

Στη μελέτη των In et al., 2018 τόσο το WBV με συμβατική φυσικοθεραπεία όσο και το εικονικό WBV με τη συμβατική φυσικοθεραπεία αύξησαν στατιστικά σημαντικά τα

αποτελέσματα του TUG και του 10MWDΤ με το WBV να μεγιστοποιεί τα οφέλη. Η ισορροπία βελτιώθηκε περισσότερο με το WBV, καθώς η άσκηση σωματικής δόνησης γινόταν σε πλατφόρμα ταλάντωσης που έδρασε σαν άσκηση ισορροπίας. Ταυτόχρονα, η βελτίωση στο 10MWDΤ πιθανόν οφείλεται στη μείωση της σπαστικότητας στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής με αποτέλεσμα οι ασθενείς να μπορούν να διανύσουν πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ευκολία τα 10 μέτρα.

Στη μελέτη των Karadia et al., 2014 βρέθηκε ότι τόσο η βάδιση σε διάδρομο με χρήση FES όσο και η συμβατική φυσικοθεραπεία βελτίωσαν στατιστικά σημαντικά την αντοχή και την ισορροπία αλλά όχι την ταχύτητα των ασθενών. Η βελτίωση της αντοχής και όχι της ταχύτητας πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι και οι δύο ομάδες βάδισαν σε ένταση χαμηλή προς μέτρια, δηλαδή έκαναν αερόβια άσκηση. Η ισορροπία βελτιώθηκε γιατί η βάδιση βελτιώνει τη δυναμική ισορροπία που εξετάζεται στο TUG τεστ. Η βάδιση σε διάδρομο με χρήση FES φάνηκε να υπερισχύει έναντι της συμβατικής φυσικοθεραπείας μόνο στην κλίμακα SCIM στον τομέα της κινητικότητας. Και οι δύο παρεμβάσεις περιλάμβαναν βάδιση, ωστόσο με τη χρήση FES γίνεται συντονισμένη κίνηση των κάτω άκρων και επανεκπαίδευση του σωστού πρότυπου βάδισης. Αντίθετα, στη συμβατική φυσικοθεραπεία που περιλάμβανε βάδιση επί εδάφους, ο ασθενής περπατούσε με σκοπό τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας. Συνεπώς, η βάδιση με χρήση FES βελτίωσε τις λειτουργικές ικανότητες των ασθενών επιτυγχάνοντας υψηλότερη βαθμολογία στη SCIM στον τομέα της κινητικότητας.

Στην έρευνα των Senthilvelkumar et al., 2014 διαπιστώθηκε ότι η βάδιση επι εδάφους με υποστήριξη του σωματικού βάρους είναι εξίσου αποτελεσματική με την βάδιση σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους, βελτιώνοντας την ικανότητα βάδισης. Η βάδιση επι εδάφους αποτελεί μια οικονομικότερη παρέμβαση συγκριτικά με τον διάδρομο, ενώ παράλληλα γίνεται βάδιση σε ένα πολυαισθητηριακό περιβάλλον προσομοιάζοντας στην πραγματικότητα, σε αντίθεση με την εκπαίδευση στον κυλιόμενο τάπητα.

Στην crossover έρευνα των Lotter et al., 2020 φάνηκε να υπερτερεί η παρέμβαση task-specific συγκριτικά με τη θεραπεία impairment-based. Αυτό ενδεχομένως οφείλεται στο γεγονός ότι το task specific αποτελεί πιο εξατομικευμένη παρέμβαση εστιάζοντας στους πραγματικούς στόχους του ασθενή, δηλαδή τη βάδιση. Αντίθετα, η παρέμβαση impairment-based δεν περιλαμβάνει καμία εκπαίδευση βάδισης και όπως φαίνεται από τα παραπάνω δεν υπήρξε κάποια βελτίωση αυτής. Στην παραπάνω έρευνα φάνηκε μέσω της παρέμβασης task specific να βελτιώθηκαν το FS, η μέγιστη ταχύτητα βάδισης στο διάδρομο και το 6-MWT αλλά όχι το SSS. Ο εξεταζόμενος στις 3 πρώτες δοκιμασίες έχει συγκεκριμένο στόχο όπως είναι η γρήγορη βάδιση και η διάνυση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης απόστασης, ενώ στο SSS ο ασθενής δεν έχει παρόμοιο κίνητρο αφού ο ίδιος καθορίζει την ταχύτητα με την οποία θα βαδίζει.

Τέλος, στη crossover μελέτη των Brazg et al., 2017 φάνηκε ότι η βάρδια σε διάδρομο με υψηλή ένταση υπερέχει έναντι της χαμηλής. Όσον αφορά το 6-MWT φάνηκε να βελτιώνεται και με της υψηλής και με της χαμηλής έντασης LT, χωρίς όμως να υπερσχύει κάποια από τις δυο. Στο peak TM speed φαίνεται ότι τόσο πριν όσο και μετά το crossover η ταχύτητα αυξάνεται στατιστικά σημαντικά μόνο για την παρέμβαση υψηλής έντασης όχι όμως για την χαμηλής. Τέλος, για το fastest possible speed πριν το crossover φάνηκε να βελτιώνεται η ταχύτητα και με τις δυο παρεμβάσεις χωρίς να υπερτερεί κάποια, ενώ μετά το crossover βελτίωσε στατιστικά σημαντικά την ταχύτητα μόνο η υψηλής έντασης και όχι η χαμηλής. Άρα, η βάρδια σε διάδρομο με υψηλή ένταση φαίνεται να υπερέχει τόσο για το FS όσο και για το peak TM speed, όχι όμως για το 6-MWT. Σε προηγούμενες μελέτες που εξέτασαν την επίδραση βάρδιας υψηλής και χαμηλής έντασης σε διάδρομο, σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, οι δύο εντάσεις διέφεραν τουλάχιστον 18% σε αντίθεση με την παραπάνω μελέτη, στην οποία οι εντάσεις διέφεραν μόνο 10%. Επομένως, τα άτομα της ομάδας παρέμβασης ασκήθηκαν σε ένταση συγκριτικά υψηλότερη (και όχι υψηλή) με την ομάδα ελέγχου, καθώς η πλειοψηφία των ατόμων στην πειραματική ομάδα δεν κατόρθωσε να φτάσει την προβλεπόμενη μέγιστη καρδιακή συχνότητα. Η βελτίωση στο 6-MWT και στις δύο ομάδες πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι η άσκηση προσομοίαζε περισσότερο σε αερόβια, ενώ η αύξηση της ταχύτητας στο ότι τα άτομα στην ομάδα παρέμβασης βάρδιζαν με μεγαλύτερο ρυθμό στο διάδρομο συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

### **5.1.2 Η επίδραση των παρεμβάσεων στον νευροπαθητικό πόνο**

Στις μελέτες των Celik et al., 2013 και Özkul et al., 2015 φάνηκε ότι τόσο η θεραπεία με TENS υψηλής και χαμηλής συχνότητας, όσο και με εικονική πραγματικότητα μειώνει στατιστικά σημαντικά την ένταση του πόνου. Στη μελέτη των Celik et al., 2013 χρησιμοποιήθηκε TENS χαμηλής συχνότητας και παρατηρήθηκε μείωση του πρωινού, μεσημεριανού και απογευματινού πόνου αλλά όχι του βραδινού. Αυτό ίσως μπορεί να αποδοθεί στη βραχυπρόθεσμη δράση του TENS στη μείωση του πόνου.

Στην crossover έρευνα του Özkul et al., 2015 διαπιστώθηκε ότι μετά την 6η ημέρα θεραπείας το TENS υψηλής συχνότητας υπερείχε έναντι της εικονικής πραγματικότητας στην μείωση έντασης του πόνου. Η εικονική πραγματικότητα υπερείχε μόνο στη μείωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νευροπαθητικού πόνου (οξύτητα, καυσαλγία και βύθιος πόνος). Το γεγονός ότι η μετά την 6<sup>η</sup> μέρα άρχισε το TENS να μειώνει αποτελεσματικότερα την ένταση του πόνου συγκριτικά με την εικονική πραγματικότητα, καθώς και το ότι η εικονική πραγματικότητα επηρέασε κάποια από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόνου ενώ το TENS δεν συνέβαλε στην μείωση τους, μπορεί να οφείλεται στο ότι ο πόνος είναι ένα υποκειμενικό



σύμπτωμα που επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες, όπως η ψυχολογική κατάσταση των ασθενών, καθώς επίσης και στη χρήση υποκειμενικών εργαλείων μέτρησης (VAS και NPS).

### **5.1.3 Η επίδραση των παρεμβάσεων στην σπαστικότητα**

Στη μελέτη των In et al., 2018 φάνηκε ότι το WBV μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας. Στην ομάδα ελέγχου που έγινε εικονικό WBV με συμβατική φυσικοθεραπεία μειώθηκε στατιστικά σημαντικά η σπαστικότητα πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μονοθεραπεία. Αντίθετα, στην ομάδα παρέμβασης το WBV συνδυάστηκε με συμβατική φυσικοθεραπεία. Αν στην παρούσα έρευνα η ομάδα παρέμβασης έκανε μόνο WBV θα μπορούσε να εξαχθεί συμπέρασμα για το αν το WBV μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποκλειστική παρέμβαση. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι εντάχθηκαν άτομα με κάκωση σε επίπεδο A6 και A7, επομένως δεν μπορεί να προκύψει συμπέρασμα για την αποτελεσματικότητα των παραπάνω παρεμβάσεων σε άτομα με KNM σε διαφορετικά επίπεδα.

Τέλος, στη μελέτη των Chang et al., 2013 το CPM μείωσε στατιστικά σημαντικά τη σπαστικότητα στην άρθρωση της ποδοκνημικής συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου που δεν έλαβαν θεραπεία επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση των ερευνητών.

## **5.2 Περιορισμοί των ερευνών και της παρούσας ανασκόπησης**

Το μικρό δείγμα του μελετώμενου πληθυσμού αποτελεί ένα σημαντικό περιορισμό για ποικίλες έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η γενίκευση των αποτελεσμάτων σε ένα ευρύτερο πληθυσμό ενηλίκων με τραυματικές KNM. Ως περιορισμός για την πλειοψηφία των μελετών, θεωρήθηκε η απουσία επαναξιολόγησης (follow-up) των συμμετεχόντων μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων, με συνέπεια να μην αξιολογείται η μακροπρόθεσμη επίδραση των παρεμβάσεων, με εξαίρεση να αποτελούν οι έρευνες των Karadia et al., 2014 και των Lotter et al., 2020. Επίσης, σε δύο άρθρα η ομάδα ελέγχου έκανε θεραπεία placebo και σε ένα δεν έκανε κάποια παρέμβαση, με αποτέλεσμα την καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Αντίθετα. Στα υπόλοιπα άρθρα γινόταν σύγκριση δύο ή περισσότερων παρεμβάσεων μεταξύ τους, καθιστώντας πιο δύσκολη την ακριβή ερμηνεία της αποτελεσματικότητας της κάθε παρέμβασης ξεχωριστά. Στα άρθρα των Celik et al., 2013, Özkul et al., 2015 και Senthilvelkumar et al., 2014 ο υπό μελέτη πληθυσμός ήταν άτομα με οξείες και χρόνιες κακώσεις, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα που περιλάμβαναν μόνο ασθενείς σε χρόνια φάση. Επομένως, η αποτελεσματικότητα των παραπάνω παρεμβάσεων δεν μπορεί να γενικευτεί σε ασθενείς που βρίσκονται στην οξεία φάση. Επιπλέον, κρίνεται σημαντική η εξέταση του ψυχολογικού παράγοντα των ασθενών που συμμετέχουν στις έρευνες, καθώς αποτελεί συχνό φαινόμενο η ψυχολογική κατάπτωση των ασθενών μετά από KNM επηρεάζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας.

Περιορισμός της συστηματικής ανασκόπησης ήταν η εύρεση και αξιοποίηση δημοσιευμένων μελετών μόνο στην αγγλική γλώσσα, με αποτέλεσμα τον περιορισμένο αριθμό των άρθρων που προέκυψαν από την αναζήτηση. Ταυτόχρονα, τα άρθρα που επιλέχθηκαν μελετούσαν την επίδραση των παρεμβάσεων στην μείωση της σπαστικότητας αποκλειστικά στην άρθρωση της ποδοκνημικής, επομένως δεν μπορεί να προκύψει συμπέρασμα για την μείωση της σπαστικότητας σε άλλες αρθρώσεις. Ακόμα, όσον αφορά την επιλογή των θεραπευτικών παρεμβάσεων στις διάφορες έρευνες, υπήρχε μεγάλη ετερογένεια δυσκολεύοντας την μεταξύ τους σύγκριση. Τέλος, ένας άλλος περιορισμός της έρευνας μας θεωρείται η μέτρια μεθοδολογική ποιότητα στην πλειονότητα των ερευνών, καθιστώντας τον μέσο όρο της βαθμολογίας σε 5,82. Τα παραπάνω μειονεκτήματα μπορούν να αποφευχθούν σε μελλοντικές έρευνες με σκοπό να προκύψουν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Οι ΚΝΜ είναι μία σοβαρή νευρολογική κατάσταση με μόνιμες ή προσωρινές λειτουργικές διαταραχές. Συνήθως συμβαίνουν σε νέους, με τις επιπτώσεις να είναι ιατρικές, ψυχοκοινωνικές και οικονομικές για τους ασθενείς και τις οικογένειες. Η γνώση γύρω από τις θεραπευτικές προσεγγίσεις των ΚΝΜ είναι ύψιστης σημασίας, προκειμένου οι επαγγελματίες υγείας να παρέχουν θεραπείες με σκοπό τη βελτίωση της λειτουργικότητας των ατόμων. Οι φυσικοθεραπευτές έχουν στη φαρέτρα τους παρεμβάσεις για τη μείωση του νευροπαθητικού πόνου και της σπαστικότητας αλλά και για τη βελτίωση της ικανότητας βάδισης.

Συγκεκριμένα, το TENS υψηλής και χαμηλής συχνότητας αλλά και η θεραπεία με εικονική πραγματικότητα φαίνεται να μειώνουν την ένταση του νευροπαθητικού πόνου στους ασθενείς με ΚΝΜ. Η εικονική πραγματικότητα φαίνεται να υπερέχει μόνο στην μείωση των δυσάρεστων ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόνου. Επίσης, το CPM και η συμβατική φυσικοθεραπεία, μειώνουν αποτελεσματικά τη σπαστικότητα στους πελματιαίους καμπήρες της ποδοκνημικής. Το WBV μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας, αλλά δεν προκύπτει συμπέρασμα για το αν μπορεί να δράσει ως αποκλειστική θεραπεία στη μείωση της σπαστικότητας στην ποδοκνημική άρθρωση. Τέλος, η βάδιση με υποστήριξη του σωματικού βάρους επί εδάφους, σε κυλιόμενο τάπητα, με ρομποτική υποβοήθηση και με χρήση FES βελτιώνουν την ικανότητα βάδισης σε ασθενείς με ΚΝΜ. Ταυτόχρονα, η θεραπεία task-specific φαίνεται πολλά υποσχόμενη για την βελτίωση της ικανότητας βάδισης και το WBV μεγιστοποιεί τα οφέλη της συμβατικής φυσικοθεραπείας. Αντίθετα, η παθητική κινητοποίηση κάτω άκρων και η θεραπεία impairment-based δε φαίνεται να βελτιώνουν τις παραπάνω παραμέτρους. Επομένως, η πραγματοποίηση νέων τυχαιοποιημένων μελετών ελέγχου σχετικά με την επίδραση των παραπάνω φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων στην αποκατάσταση ΚΝΜ κρίνεται αναγκαία, για τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής των ασθενών.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. (APTA), A.P.T.A. (2001) 'Guide to physical therapist practice, second edition', *Phys Ther*, 81, pp. 9–746. Available at: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573668926012194176>
2. Ahuja, C.S., Nori, S., et al. (2017) 'Traumatic Spinal Cord Injury—Repair and Regeneration', *Neurosurgery*, 80(3S), pp. S9–S22. Available at: <https://doi.org/10.1093/neuros/nyw080>.
3. Ahuja, C.S., Wilson, J.R., et al. (2017) 'Traumatic spinal cord injury', *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), p. 17018. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>.
4. Alkinoos Athanasiou et al. (2015) 'Towards a Greek adaptation of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM)', in *Proceedings of 15th European Congress of Neurosurgery*.
5. An, J., Lee, I. and Yi, Y. (2019) 'The Thermal Effects of Water Immersion on Health Outcomes: An Integrative Review', *International journal of environmental research and public health*, 16(7). Available at: <https://doi.org/10.3390/IJERPH16071280>.
6. Anjum, A. et al. (2020) 'Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms.', *International journal of molecular sciences*, 21(20). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms21207533>.
7. Avila, M.J. and Hurlbert, R.J. (2021) 'Central Cord Syndrome Redefined', *Neurosurgery clinics of North America*, 32(3), pp. 353–363. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.NEC.2021.03.007>.
8. Bailey, D.M. et al. (2007) 'Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running', <https://doi.org/10.1080/02640410600982659>, 25(11), pp. 1163–1170. Available at: <https://doi.org/10.1080/02640410600982659>.
9. Banovac, K. et al. (2001) 'Prevention of heterotopic ossification after spinal cord injury with indomethacin', *Spinal Cord*, 39(7), pp. 370–374. Available at: <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101166>.
10. Becker, B.E. (2009) 'Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications', *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation*, 1(9), pp. 859–872. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.PMRJ.2009.05.017>.
11. Berlly, M. and Shem, K. (2007) 'Respiratory Management During the First Five Days After Spinal Cord Injury', *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 30(4), p. 309. Available at: <https://doi.org/10.1080/10790268.2007.11753946>.
12. Bernardi, M. et al. (1995) 'The efficiency of walking of paraplegic patients using a reciprocating gait orthosis', *Paraplegia*, 33(7), pp. 409–415. Available at: <https://doi.org/10.1038/SC.1995.91>.
13. Bican, O., Minagar, A. and Pruitt, A.A. (2013) 'The Spinal Cord', *Neurologic Clinics*, 31(1), pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2012.09.009>.
14. Bohannon, R.W. and Smith, M.B. (1987) 'Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity', *Physical therapy*, 67(2), pp. 206–207. Available at: <https://doi.org/10.1093/PTJ/67.2.206>.

15. Brazg, G. et al. (2017) 'Effects of Training Intensity on Locomotor Performance in Individuals With Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Crossover Study', *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(10–11), pp. 944–954. Available at: <https://doi.org/10.1177/1545968317731538>.
16. Brouwers, E. et al. (2017) 'Definitions of traumatic conus medullaris and cauda equina syndrome: a systematic literature review', *Spinal Cord* 2017 55:10, 55(10), pp. 886–890. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2017.54>.
17. Brown, R. et al. (2006) 'Respiratory Dysfunction and Management in Spinal Cord Injury', *Respiratory care*, 51(8), p. 853. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0228-4\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0228-4_23).
18. Burke, D. et al. (2017) 'Neuropathic pain prevalence following spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis', *European journal of pain (London, England)*, 21(1), pp. 29–44. Available at: <https://doi.org/10.1002/EJP.905>.
19. Celik, E.C. et al. (2013) 'The effect of low-frequency TENS in the treatment of neuropathic pain in patients with spinal cord injury', *Spinal cord*, 51(4), pp. 334–337. Available at: <https://doi.org/10.1038/SC.2012.159>.
20. Chang, Y.J. et al. (2013) 'Effects of continuous passive motion on reversing the adapted spinal circuit in humans with chronic spinal cord injury', *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(5), pp. 822–828. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2012.11.035>.
21. Chay, W. and Kirshblum, S. (2020) 'Predicting Outcomes After Spinal Cord Injury', *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 31(3), pp. 331–343. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2020.03.003>.
22. Cheung, E.Y.Y. et al. (2019) 'Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries – a randomized controlled trial', *BMC Neurology*, 19(1), p. 140. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1361-z>.
23. Citak, M. et al. (2012) 'Risk Factors for Heterotopic Ossification in Patients With Spinal Cord Injury', *Spine*, 37(23), pp. 1953–1957. Available at: <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31825ee81b>.
24. Como, J.J. et al. (2005) 'Characterizing the need for mechanical ventilation following cervical spinal cord injury with neurologic deficit', *The Journal of trauma*, 59(4), pp. 912–916. Available at: <https://doi.org/10.1097/01.TA.0000187660.03742.A6>.
25. Craven et al. (2009) 'Detection and Treatment of Sublesional Osteoporosis Among Patients with Chronic Spinal Cord Injury', *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 14(4), pp. 1–22. Available at: <https://doi.org/10.1310/sci1404-1>.
26. Deborah S. Nichols Larsen et al. (2016) *Neurologic Rehabilitation: Neuroscience and Neuroplasticity in Physical Therapy Practice*. 1st edn. McGraw Hill.
27. Dietz, V. and Sinkjaer, T. (2012) 'Spasticity', *Handbook of clinical neurology*, 109, pp. 197–211. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52137-8.00012-7>.

28. Dworkin, R.H. et al. (2013) 'Interventional management of neuropathic pain: NeuPSIG recommendations', *Pain*, 154(11), p. 2249. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.PAIN.2013.06.004>.
29. Eddison, N. et al. (2022) 'Standardised classification system for bespoke thermoplastic ankle foot orthoses', *The Foot*, 53, p. 101924. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.FOOT.2022.101924>.
30. Eldahan, K.C. and Rabchevsky, A.G. (2018) 'Autonomic dysreflexia after spinal cord injury: Systemic pathophysiology and methods of management', *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, 209, pp. 59–70. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.AUTNEU.2017.05.002>.
31. Eli, I., Lerner, D.P. and Ghogawala, Z. (2021) 'Acute Traumatic Spinal Cord Injury', *Neurologic Clinics*, 39(2), pp. 471–488. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.NCL.2021.02.004>.
32. Engel-Haber, E. et al. (2022) 'Incomplete Spinal Cord Syndromes: Current Incidence and Quantifiable Criteria for Classification', <https://home.liebertpub.com/neu>, 39(23–24), pp. 1687–1696. Available at: <https://doi.org/10.1089/NEU.2022.0196>.
33. Epstein, N. and Hollingsworth, R. (2015) 'Diagnosis and management of traumatic cervical central spinal cord injury: A review', *Surgical neurology international*, 6(Suppl 4), pp. S140–S153. Available at: <https://doi.org/10.4103/2152-7806.156552>.
34. Eric R. Kandel et al. (2013) *Principles of Neural Science*. 5th edn. McGraw-Hill Education.
35. Evans, S.H., Cameron, M.W. and Burton, J. Michael (2017) 'Hypertonia', *Current problems in pediatric and adolescent health care*, 47(7), pp. 161–166. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.CPPEDS.2017.06.005>.
36. Fehlings, M. et al. (2014) 'Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury', *Clinical Epidemiology*, p. 309. Available at: <https://doi.org/10.2147/CLEP.S68889>.
37. Fehlings, M.G. et al. (2017) 'A Clinical Practice Guideline for the Management of Acute Spinal Cord Injury: Introduction, Rationale, and Scope', *Global Spine Journal*, 7(3 Suppl), p. 84S. Available at: <https://doi.org/10.1177/2192568217703387>.
38. Finnerup, N.B. (2017) 'Neuropathic pain and spasticity: intricate consequences of spinal cord injury', *Spinal Cord* 2017 55:12, 55(12), pp. 1046–1050. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2017.70>.
39. Finnerup, N.B., Kuner, R. and Jensen, T.S. (2021) 'Neuropathic pain: From mechanisms to treatment', *Physiological Reviews*, 101(1), pp. 259–301. Available at: <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00045.2019/ASSET/IMAGES/LARGE/AJ-PREV200001F008.JPEG>.
40. Foley, N.C. et al. (2006) 'Estimates of Quality and Reliability With the Physiotherapy Evidence-Based Database Scale to Assess the Methodology of Randomized Controlled Trials of Pharmacological and Nonpharmacological Interventions', *Physical Therapy*, 86(6), pp. 817–824. Available at: <https://doi.org/10.1093/PTJ/86.6.817>.

41. Furlan, J.C. and Fehlings, M.G. (2008) 'Cardiovascular complications after acute spinal cord injury: pathophysiology, diagnosis, and management', *Neurosurgical focus*, 25(5). Available at: <https://doi.org/10.3171/FOC.2008.25.11.E13>.
42. Galeiras Vázquez, R. et al. (2013) 'Respiratory Management in the Patient with Spinal Cord Injury', *BioMed Research International*, 2013, p. 12. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/168757>.
43. Galeiras Vázquez, R. et al. (2017) 'Update on traumatic acute spinal cord injury. Part 1', *Medicina intensiva*, 41(4), pp. 237–247. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.MEDIN.2016.11.002>.
44. Garland, D.E. and Orwin, J.F. (1989) 'Resection of heterotopic ossification in patients with spinal cord injuries.', *Clinical orthopaedics and related research*, (242), pp. 169–76.
45. Gélis, A. et al. (2009a) 'Pressure ulcer risk factors in persons with SCI: part I: acute and rehabilitation stages', *Spinal Cord*, 47(2), pp. 99–107. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2008.107>.
46. Gélis, A. et al. (2009b) 'Pressure ulcer risk factors in persons with spinal cord injury Part 2: the chronic stage', *Spinal Cord*, 47(9), pp. 651–661. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2009.32>.
47. Gibson, W., Wand, B.M. and O'Connell, N.E. (2017) 'Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for neuropathic pain in adults', *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(9). Available at: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011976.PUB2>.
48. Greenhalgh, S. et al. (2018) 'Assessment and management of cauda equina syndrome', *Musculoskeletal Science and Practice*, 37, pp. 69–74. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.MSKSP.2018.06.002>.
49. Holtz, K.A. et al. (2017) 'Prevalence and Effect of Problematic Spasticity After Traumatic Spinal Cord Injury', *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(6), pp. 1132–1138. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2016.09.124>.
50. Hyun-Yoon Ko and Sungchul Huh (2021) *Handbook of Spinal Cord Injuries and Related Disorders A Guide to Evaluation and Management*. 1st edn. Springer.
51. In, T. et al. (2018) 'Whole-body vibration improves ankle spasticity, balance, and walking ability in individuals with incomplete cervical spinal cord injury', *NeuroRehabilitation*, 42(4), pp. 491–497. Available at: <https://doi.org/10.3233/NRE-172333>.
52. Ingram, J. et al. (2009) 'Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise', *Journal of science and medicine in sport*, 12(3), pp. 417–421. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2007.12.011>.
53. Johnson, M.I. and Bjordal, J.M. (2011) 'Transcutaneous electrical nerve stimulation for the management of painful conditions: focus on neuropathic pain', *Expert review of neurotherapeutics*, 11(5), pp. 735–753. Available at: <https://doi.org/10.1586/ERN.11.48>.
54. Julia, P.E., Sa'Ari, M.Y. and Hasnan, N. (2011) 'Benefit of triple-strap abdominal binder on voluntary cough in patients with spinal cord injury', *Spinal Cord* 2011 49:11, 49(11), pp. 1138–1142. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2011.53>.



55. Kanno, H. et al. (2015) 'Schwann cell transplantation for spinal cord injury repair: its significant therapeutic potential and prospectus', *Reviews in the Neurosciences*, 26(2). Available at: <https://doi.org/10.1515/revneuro-2014-0068>.
56. Kapadia, N. et al. (2014) 'A randomized trial of functional electrical stimulation for walking in incomplete spinal cord injury: Effects on walking competency', *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(5), pp. 511–524. Available at: <https://doi.org/10.1179/2045772314Y.0000000263>.
57. Karlsson, A.K. (2006) 'Autonomic dysfunction in spinal cord injury: clinical presentation of symptoms and signs', *Progress in brain research*, 152, pp. 1–8. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(05\)52034-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)52034-X).
58. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley and A. M. R. Agur (2013) *Clinically Oriented Anatomy*. 6th edn. Lippincott Williams & Wilkins.
59. Kirshblum, S.C. et al. (2011) 'International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011)', *The journal of spinal cord medicine*, 34(6), pp. 535–546. Available at: <https://doi.org/10.1179/204577211X13207446293695>.
60. Kirshblum, S.C. et al. (2014) 'International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury: Cases with classification challenges', *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(2), p. 120. Available at: <https://doi.org/10.1179/2045772314Y.0000000196>.
61. Krause, J.S. et al. (2001) 'An exploratory study of pressure ulcers after spinal cord injury: Relationship to protective behaviors and risk factors', *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(1), pp. 107–113. Available at: <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.18050>.
62. Kunam, V.K. et al. (2018) 'Incomplete Cord Syndromes: Clinical and Imaging Review', *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 38(4), pp. 1201–1222. Available at: <https://doi.org/10.1148/RG.2018170178>.
63. Lee, J.W. et al. (2022) 'Effect of Reciprocating Gait Orthosis with Hip Actuation on Upper Extremity Loading during Ambulation in Patient with Spinal Cord Injury: A Single Case Study', *Machines* 2022, Vol. 10, Page 108, 10(2), p. 108. Available at: <https://doi.org/10.3390/MACHINES10020108>.
64. Lorusso, S. (2021) 'Disorders of the Cauda Equina', *CONTINUUM Lifelong Learning in Neurology*, 27(1), pp. 205–224. Available at: <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000903>.
65. Lotter, J.K. et al. (2020) 'Task-Specific Versus Impairment-Based Training on Locomotor Performance in Individuals With Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Crossover Study', *Neurorehabilitation and neural repair*, 34(7), pp. 627–639. Available at: <https://doi.org/10.1177/1545968320927384>.
66. Maher, C.G. et al. (2003) 'Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials', *Physical Therapy*, 83(8), pp. 713–721. Available at: <https://doi.org/10.1093/PTJ/83.8.713>.

67. Marino, R.J. et al. (2003) 'International standards for neurological classification of spinal cord injury', *The journal of spinal cord medicine*, 26 Suppl 1. Available at: <https://doi.org/10.1080/10790268.2003.11754575>.
68. McKinley, W. et al. (2007) 'Incidence and Outcomes of Spinal Cord Injury Clinical Syndromes', *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 30(3), p. 215. Available at: <https://doi.org/10.1080/10790268.2007.11753929>.
69. Melancia, J.L., Francisco, A.F. and Antunes, J.L. (2014) 'Spinal stenosis', *Handbook of clinical neurology*, 119, pp. 541–549. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4086-3.00035-7>.
70. Melzack, R. and Wall, P.D. (1965) 'Pain mechanisms: a new theory', *Science (New York, N.Y.)*, 150(3699), pp. 971–979. Available at: <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.150.3699.971>.
71. Mikami, Y. et al. (2019) 'Whole-body vibration enhances effectiveness of "locomotion training" evaluated in healthy young adult women', *Journal of Physical Therapy Science*, 31(11), pp. 895–900. Available at: <https://doi.org/10.1589/JPTS.31.895>.
72. Monje, M. (2018) 'Myelin Plasticity and Nervous System Function', *Annual Review of Neuroscience*, 41(1), pp. 61–76. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-080317-061853>.
73. Moran, F. et al. (2011) 'Hypoalgesia in response to transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) depends on stimulation intensity', *The journal of pain*, 12(8), pp. 929–935. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.JPAIN.2011.02.352>.
74. Moskowitz, E. and Schroepel, T. (2022) 'Brown Sequard Syndrome', *Trauma Surgery and Acute Care Open*, 3(1). Available at: <https://doi.org/10.1136/tsaco-2018-000169>.
75. Munguía-Izquierdo, D. and Legaz-Arrese, A. (2008) 'Assessment of the Effects of Aquatic Therapy on Global Symptomatology in Patients With Fibromyalgia Syndrome: A Randomized Controlled Trial', *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(12), pp. 2250–2257. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.03.026>.
76. Nawrat-Szołtyśik, A. et al. (2022) 'Effect of Whole-Body Vibration Training on Selected Intrinsic Risk Factors in Women Aged 60+ at Fall Risk: A Randomized Controlled Trial', *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, Vol. 19, Page 17066, 19(24), p. 17066. Available at: <https://doi.org/10.3390/IJERPH192417066>.
77. Nene, Y. and Jilani, T.N. (2022) 'Neuroanatomy, Conus Medullaris', *StatPearls [Preprint]*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545227/> (Accessed: 1 May 2023).
78. New, P.W. and Marshall, R. (2013) 'International Spinal Cord Injury Data Sets for non-traumatic spinal cord injury', *Spinal Cord* 2013 52:2, 52(2), pp. 123–132. Available at: <https://doi.org/10.1038/sc.2012.160>.
79. Niazi, Z.B. et al. (1997) 'Recurrence of initial pressure ulcer in persons with spinal cord injuries.', *Advances in wound care : the journal for prevention and healing*, 10(3), pp. 38–42.

80. Niu, X. et al. (2014) 'Prediction of gait recovery in spinal cord injured individuals trained with robotic gait orthosis', *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), p. 42. Available at: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-42>.
81. O'Connor, A.B. and Dworkin, R.H. (2009) 'Treatment of neuropathic pain: an overview of recent guidelines', *The American journal of medicine*, 122(10 Suppl). Available at: <https://doi.org/10.1016/J.AMJMED.2009.04.007>.
82. Özkul, Ç. et al. (2015) 'Effects of visual illusion and transcutaneous electrical nerve stimulation on neuropathic pain in patients with spinal cord injury: A randomised controlled cross-over trial', *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 28(4), pp. 709–719. Available at: <https://doi.org/10.3233/BMR-140573>.
83. Pandyan, A.D. et al. (1999) 'A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity', *Clinical rehabilitation*, 13(5), pp. 373–383. Available at: <https://doi.org/10.1191/026921599677595404>.
84. Pape, H.-C. et al. (2001) 'Heterotopic Ossifications in Patients After Severe Blunt Trauma With and Without Head Trauma: Incidence and Patterns of Distribution', *Journal of Orthopaedic Trauma*, 15(4), pp. 229–237. Available at: <https://doi.org/10.1097/00005131-200105000-00001>.
85. Pearl, N.A. and Dubensky, L. (2022) 'Anterior Cord Syndrome', *Essential Emergency Trauma [Preprint]*. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-29613-0\\_578](https://doi.org/10.1007/978-3-642-29613-0_578).
86. Profyris, C. et al. (2004) 'Degenerative and regenerative mechanisms governing spinal cord injury', *Neurobiology of Disease*, 15(3), pp. 415–436. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2003.11.015>.
87. Rodríguez-Fernández, A. et al. (2023) 'Randomized, Crossover Clinical Trial on the Safety, Feasibility, and Usability of the ABLE Exoskeleton: A Comparative Study with Knee-Ankle-Foot Orthoses', *medRxiv*, p. 2023.04.11.23288209. Available at: <https://doi.org/10.1101/2023.04.11.23288209>.
88. Sabino, G.S. et al. (2008) 'Release of endogenous opioids following transcutaneous electric nerve stimulation in an experimental model of acute inflammatory pain', *The journal of pain*, 9(2), pp. 157–163. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.JPAIN.2007.09.003>.
89. Santos, C.M.F. et al. (2013) 'Effect of transcutaneous electrical stimulation on nociception and edema induced by peripheral serotonin', *The International journal of neuroscience*, 123(7), pp. 507–515. Available at: <https://doi.org/10.3109/00207454.2013.768244>.
90. Scivoletto, G. et al. (2013) 'The spinal cord independence measure: how much change is clinically significant for spinal cord injury subjects', *Disability and Rehabilitation*, 35(21), pp. 1808–1813. Available at: <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.756942>.
91. Sekhon, L.H.S. and Fehlings, M.G. (2001) 'Epidemiology, Demographics, and Pathophysiology of Acute Spinal Cord Injury', *Spine*, 26(Supplement), pp. S2–S12. Available at: <https://doi.org/10.1097/00007632-200112151-00002>.

92. Senthilvelkumar, T. et al. (2015) 'Comparison of body weight-supported treadmill training versus body weight-supported overground training in people with incomplete tetraplegia: a pilot randomized trial', *Clinical rehabilitation*, 29(1), pp. 42–49. Available at: <https://doi.org/10.1177/0269215514538068>.
93. Shavelle, R.M. et al. (2006) 'Long-term survival of persons ventilator dependent after spinal cord injury', *The journal of spinal cord medicine*, 29(5), pp. 511–519. Available at: <https://doi.org/10.1080/10790268.2006.11753901>.
94. Sheerin, F. (2005) 'Spinal cord injury: causation and pathophysiology', *Emergency nurse: the journal of the RCN Accident and Emergency Nursing Association*, 12(9), pp. 29–38. Available at: <https://doi.org/10.7748/EN2005.02.12.9.29.C1182>.
95. Sheila Lennon, Geert Verheyden and Gita Ramdharry (2018) *Physical Management for Neurological Conditions*. 4th edn. Elsevier .
96. Sluka, K.A. and Walsh, D. (2003) 'Transcutaneous electrical nerve stimulation: Basic science mechanisms and clinical effectiveness', *Journal of Pain*, 4(3), pp. 109–121. Available at: <https://doi.org/10.1054/jpai.2003.434>.
97. Sluka, K.A. et al. (2013) 'What makes transcutaneous electrical nerve stimulation work? Making sense of the mixed results in the clinical literature', *Physical therapy*, 93(10), pp. 1397–1402. Available at: <https://doi.org/10.2522/PTJ.20120281>.
98. Strigenz, T. (2014) 'Cauda equina syndrome', *Journal of pain & palliative care pharmacotherapy*, 28(1), pp. 75–77. Available at: <https://doi.org/10.3109/15360288.2013.869648>.
99. Suzanne 'Tink' Martin and Mary Kessler (2007) *Neurologic Interventions for Physical Therapy*. 2nd edn. Elsevier.
100. Turner, A.J., Chander, H. and Knight, A.C. (2018) 'Falls in Geriatric Populations and Hydrotherapy as an Intervention: A Brief Review', *Geriatrics* 2018, Vol. 3, Page 71, 3(4), p. 71. Available at: <https://doi.org/10.3390/GERIATRICAL3040071>.
101. Vander A., Sherman J. and Luciano D. (2001) *Human Physiology: The Mechanisms of Body Function*. 8th edn. McGraw-Hill.
102. Venkatesh, K. et al. (2019) 'Spinal cord injury: pathophysiology, treatment strategies, associated challenges, and future implications', *Cell and Tissue Research*, 377(2), pp. 125–151. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03039-1>.
103. Wells, J. (1983) 'Human neuroanatomy, 8th edition. Edited by W. B. Carpenter, J. Sutin, 872 pp, Williams & Wilkins, Baltimore, MD, 1983. \$44.00', *Muscle & Nerve*, 6(6), pp. 462–462. Available at: <https://doi.org/10.1002/mus.880060612>.
104. Widerström-Noga, E.G. and Turk, D.C. (2003) 'Types and effectiveness of treatments used by people with chronic pain associated with spinal cord injuries: influence of pain and psychosocial characteristics', *Spinal Cord* 2003 41:11, 41(11), pp. 600–609. Available at: <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101511>.

105. Witiw, C.D. and Fehlings, M.G. (2015) 'Acute Spinal Cord Injury', *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 28(6), pp. 202–210. Available at: <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000287>.
106. Wu, M., Kim, J. and Wei, F. (2018) 'Facilitating Weight Shifting During Treadmill Training Improves Walking Function in Humans With Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Pilot Study', *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 97(8), pp. 585–592. Available at: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000927>.
107. Xu, L., Zhang, Y. and Huang, Y. (2016) 'Advances in the treatment of neuropathic pain', *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 904, pp. 117–129. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7537-3\\_9/TABLES/3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7537-3_9/TABLES/3).

## 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έρευνα (Έτος)	Αναλυτική περιγραφή της θεραπευτικής παρέμβασης
<p><b>Senthilvelkumar et al. (2014)</b></p>	<p>Ένας περιπατητήρας ανάρτησης χρησιμοποιήθηκε για να παρέχει υποστήριξη του σωματικού βάρους κατά την διάρκεια της προπόνησης των ασθενών. Ο περιπατητήρας ανάρτησης ήταν ένα φθινό και ευρέως διαθέσιμο κατά παραγγελία, τροχοφόρο καροτσάκι με πλαίσιο οροφής που υποστηρίζει το σωματικό βάρος μέσω ιμάντων. Το σωματικό βάρος των συμμετεχόντων υποστηρίχθηκε από μια εναέρια τροχαλία και ένα σύστημα ελεύθερου βάρους. Αρχικά, το 40% του σωματικού βάρους των συμμετεχόντων, προστέθηκε μέσω βαρών στο σύστημα τροχαλίας. Τα βάρη προσαρμόστηκαν έως ότου ο συμμετέχων να επιδείξει ένα αποτελεσματικό και άνετο μοτίβο βάδισης κατά τη διάρκεια της βάδισης. Η κάμψη του γόνατος κατά τη μονοποδική φάση στήριξης της βάδισης χρησιμοποιήθηκε ως ένδειξη για την αύξηση της υποστήριξης βάρους και η άρση της πτέρνας κατά τη διπλή φάση στήριξης ως ένδειξη για τη μείωση της υποστήριξης βάρους.</p> <p><b>Πειραματική ομάδα:</b> Οι συμμετέχοντες προπονήθηκαν σε επίπεδο έδαφος με το σωματικό τους βάρος να υποστηρίζεται με συχνότητα 30 λεπτά η κάθε συνεδρία, 5 φορές/εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Μετά την εφαρμογή της θωρακικής ζώνης, οι συμμετέχοντες τοποθετήθηκαν στον περιπατητή ανάρτησης και έπρεπε να περπατήσουν σε επίπεδο έδαφος με την κατάλληλη υποστήριξη του σωματικού βάρους. Η αποτελεσματικότητα της βάδισης ελέγχθηκε επιτρέποντας μια δοκιμαστική βάδιση 10 μέτρων για να προσαρμοστεί η υποστήριξη βάρους εάν χρειαζόταν. Οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να περπατήσουν με την ταχύτητα που επέλεξαν οι ίδιοι, γεγονός που εξάλειψε την ανάγκη βοήθειας καθοδήγησης των ποδιών κατά τη διάρκεια εκπαίδευσης της βάδισης.</p> <p><b>Ομάδα ελέγχου:</b> Οι συμμετέχοντες προπονήθηκαν σε διάδρομο με το σωματικό τους βάρος υποστηριζόμενο με συχνότητα 30 λεπτά η κάθε συνεδρία, 5 φορές/εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Έπρεπε να σταθούν στον κινούμενο τάπητα και ύστερα να τοποθετηθούν στον περιπατητήρα ανάρτησης με την κατάλληλη υποστήριξη βάρους. Περπατούσαν με αρχική ταχύτητα 1,6 χιλιόμετρα την ώρα. Η αποτελεσματική βάδιση ελέγχθηκε επιτρέποντάς τους να περπατήσουν για ένα λεπτό προκειμένου να προσαρμόσουν την υποστήριξη βάρους. Η χειροκίνητη καθοδήγηση των ποδιών γινόταν μέχρι να επιτευχθεί ανεξαρτησία στο βήμα.</p>
<p><b>Celik et al. (2013)</b></p>	<p><b>Πειραματική ομάδα:</b> Οι συμμετέχοντες έλαβαν TENS χαμηλής συχνότητας, 30 λεπτά καθημερινά για διάστημα 10 ημερών. Συγκεκριμένα, δύο ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο εγγύς και δύο στα περιφερικά τμήματα της περιοχής με νευροπαθητικό πόνο. Χρησιμοποίησαν δύο κανάλια με τέσσερα ηλεκτρόδια, τα οποία είχαν βάρος 20 mm και μήκος 40 mm. Οι ασθενείς στην ομάδα μελέτης έλαβαν καθημερινά θεραπεία με LF-TENS συχνότητας παλμού 4 Hz, διάρκειας παλμού 200 ms και πλάτος παλμού 50 mA.</p> <p><b>Ομάδα ελέγχου:</b> Οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε θεραπεία με εικονικό TENS (τοποθετημένα ηλεκτρόδια, χωρίς διέγερση).</p>

<p><b>Lotter et al. (2020)</b></p>	<p><b><u>Ομάδα παρέμβασης (task-specific training):</u></b> Οι ασθενείς έκαναν εξάσκηση βάρδισης σε διαφορετικά περιβάλλοντα, διάρκειας 40 λεπτών. Το πρόγραμμα περιλάμβανε 4 ασκήσεις βάρδισης 10 λεπτών η κάθε μία. Αυτές ήταν η βάρδιση που εστίαζε στην ταχύτητα καθώς τα άτομα έπρεπε να βαδίζουν έχοντας το 70%-80% της προβλεπόμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας, η βάρδιση στο διάδρομο που εστίαζε στις δεξιότητες του ασθενή (αλλαγές στην ισορροπία, πέρασμα εμποδίων, αλλαγές στην κατεύθυνση, χρήση βάρους ή αντίστασης με ιμάντες), η βάρδιση επί εδάφους (χρησιμοποιήθηκε ζώνη βάρδισης ή σύστημα ανάρτησης με υποστήριξη σωματικού βάρους για προστασία και περιελάμβανε ότι και τα δύο προηγούμενα) και το ανέβασμα σκαλιών. Η υποβοήθηση των κάτω άκρων κατά τη βάρδιση, η υποστήριξη του σωματικού βάρους και η σταθεροποίηση της πυέλου με ιμάντες γίνονταν εφόσον ήταν απαραίτητη προκειμένου να είναι επιτυχής η βάρδιση.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου (impairment-based training):</u></b> Οι ασθενείς έκαναν ασκήσεις ενδυνάμωσης (10-15 λεπτά), ισορροπίας (10 λεπτά), αερόβια άσκηση (10 λεπτά) και εξάσκηση μεταφορών (πχ μετακίνηση από την καθιστή θέση στην όρθια, από την ύπτια στην καθιστή κλπ. 5-10 λεπτά) προκειμένου να βελτιώσουν τη μυϊκή δύναμη και το συντονισμό των κάτω άκρων και του κορμού. Η αερόβια άσκηση περιλάμβανε στατικό ποδήλατο ή ελλειπτικό από καθιστή θέση. Οι ασκήσεις αντίστασης γίνονταν για την ενδυνάμωση συγκεκριμένων μυών των κάτω άκρων όπως καμπτήρες/εκτεινόντες ισχίου/γόνατος πελματιαίους καμπτήρες με τη χρήση μηχανημάτων καθώς και καθίσματα με ελεύθερα βάρη. Γίνονταν 3-4 σετ των 8-20 επαναλήψεων. Οι ασκήσεις ισορροπίας περιλάμβαναν εξάσκηση στην όρθια ή καθιστή θέση σε ασταθείς επιφάνειες (πχ τραμπολίνο, αφρώδες υλικό) και η δυσκολία αυξανόταν μειώνοντας τη βάση στήριξης, βάζοντας φορτίο, κάνοντας διπλές κινητικές δραστηριότητες, με ανοιχτά και κλειστά μάτια ή προκαλώντας ο φυσικοθεραπευτής ταλαντώσεις του κορμού προκειμένου να διαταράξει την ισορροπία των ασθενών.</p>
<p><b>Wu et al. (2018)</b></p>	<p>Στους συμμετέχοντες τοποθετήθηκε μια ζώνη οροφής που συνδεόταν με ένα σύστημα στήριξης αντίβαρου. Η υποστήριξη του σωματικού βάρους γινόταν όπως ήταν απαραίτητο και για τις δύο ομάδες για να αποτραπεί η κάμψη του γόνατος ή το σύρσιμο των ποδιών κατά τη διάρκεια της βάρδισης στο διάδρομο. Η ταχύτητα προπόνησης στο διάδρομο ρυθμίστηκε στην άνετη ταχύτητα βάρδισης του ασθενή.</p> <p><b><u>Ομάδα παρέμβασης:</u></b> Για τους συμμετέχοντες που εντάχθηκαν στην ομάδα ρομποτικής προπόνησης, ένα αμφοτερόπλευρο φορτίο υποβοήθησης της λεκάνης εφαρμόστηκε στη λεκάνη κατά την πρόσκρουση της πτέρνας έως το μέσο της μονοποδικής φάσης στήριξης στο ετερόπλευρο πόδι για τη διευκόλυνση της μετατόπισης του βάρους. Η μέγιστη δύναμη ορίστηκε στο ~9% του σωματικού βάρους (εφαρμόστηκε δύναμη σταθερού μεγέθους κατά τη διάρκεια της περιόδου φόρτισης), αν και προσαρμόστηκε με βάση την ανοχή των συμμετεχόντων. Επιπλέον, ένα φορτίο βοήθειας εφαρμόστηκε και στα δύο πόδια κατά την φάση άρσης των δαχτύλων του ποδιού μέχρι το μέσο της αιώρησης για να διευκολυνθεί η αιώρηση του ποδιού, με το μέγεθος της δύναμης να καθορίζεται με τη χρήση ενός αλγόριθμου προσαρμοστικού ελέγχου.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Για τους συμμετέχοντες που είχαν ανατεθεί στην ομάδα προπόνησης μόνο στο διάδρομο, δεν εφαρμόστηκε δύναμη υποβοήθησης κατά τη διάρκεια της προπόνησης στο διάδρομο πάρα μόνο υποστήριξη του σωματικού βάρους.</p>

<p><b>Özkul et al. (2015)</b></p>	<p>Οι ασθενείς που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη διασταύρωσης διάρκειας 5 εβδομάδων χωρίστηκαν σε δύο ομάδες χρησιμοποιώντας έναν πίνακα τυχαίων αριθμών (Ομάδα Α, Ομάδα Β). Η ομάδα Α υποβλήθηκε αρχικά σε 2 εβδομάδες εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας και μετά από περίοδο 1 εβδομάδας χωρίς καμία παρέμβαση, πραγματοποιήθηκαν 2 εβδομάδες εφαρμογής ΤΕΝΣ υψηλής συχνότητας. Η ομάδα Β υποβλήθηκε αρχικά σε εφαρμογή ΤΕΝΣ υψηλής συχνότητας για 2 εβδομάδες και μετά από περίοδο 1 εβδομάδας χωρίς παρέμβαση, πραγματοποιήθηκαν 2 εβδομάδες εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας.</p> <p><b>Ομάδα εικονικής πραγματικότητας (VI):</b> Η θεραπεία VI εφαρμόστηκε σε 10 συνεδρίες: 15 λεπτά την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 2 εβδομάδες. Οι ασθενείς κάθονταν σε αναπηρικές καρέκλες, κανονικές καρέκλες ή κρεβάτια ανάλογα με το επίπεδο της βλάβης και ένας κατακόρυφος καθρέφτης (150 cm και 52 cm) τοποθετήθηκε 2,5 μέτρα μπροστά από τους ασθενείς. Ένας προβολέας που έδειχνε μια ταινία ενός ηθοποιού που περπατούσε σε διάδρομο αντανakλούσε στο κάτω μισό του καθρέφτη απέναντι από τους ασθενείς. Οι ασθενείς έβλεπαν την αντανάκλαση του δικού τους σώματος στο πάνω μέρος του καθρέφτη και παρακολουθούσαν την ταινία του ηθοποιού που περπατούσε στο κάτω μέρος του τμήματος. Ζητήθηκε από τους ασθενείς να κινήσουν τα άνω άκρα και το άνω μέρος του σώματός τους σύμφωνα με το ρυθμό που βιάδιζε το άτομο που απεικονιζόταν στον προβολέα. Έτσι, κατά κάποιο τρόπο, φαινόταν στον ασθενή σαν να έβλεπε τον εαυτό του να περπατάει.</p> <p><b>Ομάδα ηλεκτρικού νευρομυϊκού ερεθισμού (TENS):</b> Το ΤΕΝΣ εφαρμόστηκε σε 10 συνεδρίες: 30 λεπτά την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα για 2 εβδομάδες. Η εφαρμογή του ΤΕΝΣ ξεκίνησε με την επιφανειακή τοποθέτηση τεσσάρων ηλεκτροδίων (4 × 6 cm) παρασπονδυλικά. Κατά την εφαρμογή εφαρμόστηκε ΤΕΝΣ υψηλής συχνότητας (HI). Η συχνότητα παλμού του τετραγωνικού κύματος ρυθμίστηκε στα 80 Hz, η διάρκεια του παλμού ρυθμίστηκε στα 180 μs και η ένταση ρυθμίστηκε στο εύρος 0-100 mA ανά δευτερόλεπτο. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με τη συσκευή Intellect TENS. Η ένταση του ρεύματος αυξήθηκε σε επίπεδο που μπορούσε να γίνει αισθητό από τον ασθενή αλλά δεν ήταν δυσάρεστο.</p>
<p><b>Chang et al. (2013)</b></p>	<p><b>Ομάδα παρέμβασης:</b> Τα άτομα στην ομάδα συνεχούς παθητικής κινητοποίησης (CPM) έλαβαν 60 λεπτά εκπαίδευσης των κάτω άκρων, 5 ημέρες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες στο σπίτι ή στο κέντρο αποκατάστασης όπου νοσηλεύτηκαν. Η προπόνηση CPM της άρθρωσης της ποδοκνημικής πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας ένα προσαρμοσμένο σύστημα προπόνησης, όπου ο άξονας περιστροφής ευθυγραμμίστηκε με τον ανατομικό άξονα της άρθρωσης του αστραγάλου. Η συχνότητα της κίνησης προσαρμόστηκε σε 1,5 κύκλους ανά δευτερόλεπτο και το εύρος κίνησης διατηρήθηκε σε μετατόπιση 5° από την ουδέτερη θέση της ΠΔΚ, με συνολική μετατόπιση 10°.</p> <p><b>Ομάδα ελέγχου:</b> Τα άτομα στην ομάδα ελέγχου δεν έλαβαν εκπαίδευση. Ωστόσο, συνέχισαν να λαμβάνουν γενικές ιατρικές συμβουλές για την υγεία τους.</p>



<p><b>Kapadia et al. (2014)</b></p>	<p><b><u>Πειραματική ομάδα:</u></b> Οι ασθενείς έκαναν FES καθώς βάδιζαν σε διάδρομο με υποστήριξη του σωματικού βάρους. Χρησιμοποιήθηκαν 2 ηλεκτρικοί διεγέρτες, με 4 κανάλια ο καθένας και αυτοκόλλητα ηλεκτρόδια που τοποθετήθηκαν στους εξής μύς: τετρακέφαλος, ισχιοκνημιαίοι, ραχιαίοι και πελματιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής. Η διάρκεια παλμού ήταν 0-300 μs, ή ένταση του ρεύματος από 8-125 mA και η συχνότητα 40 Hz. Η υποστήριξη του σωματικού βάρους διέφερε μεταξύ ασθενών και από συνεδρία σε συνεδρία. Η ταχύτητα βάδισης ήταν ανάλογη με τη "φυσιολογική βάδιση" του ασθενή, δηλαδή εκείνη που μπορούσε να ανεχτεί με ευκολία, υπήρχε συντονισμός μεταξύ άνω και κάτω άκρων και προσομοιάζε όσο γινόταν με τη βάδιση των υγιών. Η βάδιση διαρκούσε 4-5 λεπτά και επαναλαμβανόταν όσες περισσότερες φορές ήταν εφικτό με αρκετά διαστήματα ανάπαυσης για συνολικό χρόνο 45 λεπτών.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Έκαναν εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης το οποίο περιελάμβανε 20-25 λεπτά άσκηση αντίστασης (λάστιχα χεριών, σχοινιά, μηχάνημα ενδυνάμωσης άνω άκρων) με δοσολογία 2-3 σετ, 12-15 μέγιστων επαναλήψεων για όλες τις μυϊκές ομάδες που είχαν ικανότητα εκούσιας σύσπασης και 20-25 λεπτά αερόβια άσκηση (κυκλοεργόμετρο άνω άκρων, ποδήλατο και βάδιση με παράλληλες μπάρες ή διάδρομο αν είχαν δυνατότητα βάδισης χωρίς βοήθεια). Με monitor παρακολουθούσαν την πίεση και τους παλμούς προκειμένου η αερόβια άσκηση να γίνεται σε μέτρια ένταση δηλαδή 3-5 στην κλίμακα Borg (Modified Borg Rating of Perceived Exertion Scale). Προοδευτικά αυξανόταν η ένταση της αερόβιας άσκησης και των ασκήσεων με αντιστάσεις ανάλογα την ανοχή του ασθενή.</p>
<p><b>Brazg et al. (2017)</b></p>	<p>Έγινε υπολογισμός της μέγιστης καρδιακής συχνότητας σύμφωνα με τον τύπο HR (208 – (0.7 × ηλικία). Αν οι ασθενείς δεν μπορούσαν να ακολουθήσουν την άσκηση σύμφωνα με τα παραπάνω εύρη τιμών της καρδιακής συχνότητας, χρησιμοποιούνταν ως τρόπος καθορισμού της έντασης της άσκησης η κλίμακα RPE (Rating of perceived exertion scale). Οι πρωταρχικοί στόχοι της βάδισης στο διάδρομο τόσο για την υψηλή όσο και για τη χαμηλή ένταση ήταν η βελτίωση της βάδισης σε συγκεκριμένη κατεύθυνση ( μπροστά, πίσω και πλάγια), η βάδιση στις προβλεπόμενες εντάσεις και η αύξηση της δυσκολίας σε ανεκτά επίπεδα. Το πρόγραμμα περιελάμβανε 4 ασκήσεις βάδισης 10 λεπτών η κάθε μία. Αυτές ήταν, βάδιση που εστίαζε στην ταχύτητα καθώς τα άτομα έπρεπε να βαδίζουν έχοντας την προβλεπόμενη καρδιακή συχνότητα ή τις τιμές στην κλίμακα RPE, η βάδιση στο διάδρομο που εστίαζε στις δεξιότητες του ασθενή (αλλαγές στην ισορροπία, πέρασμα εμποδίων, αλλαγές στην κατεύθυνση, χρήση βάρους ή αντίστασης με ιμάντες), η βάδιση επί εδάφους (χρησιμοποιήθηκε ζώνη βάδισης ή σύστημα ανάρτησης στο κεφάλι για προστασία και περιελάμβανε ότι και τα δύο προηγούμενα) και το ανέβασμα σκαλιών. Η υποβοήθηση των κάτω άκρων κατά τη βάδιση, η υποστήριξη του σωματικού βάρους και η σταθεροποίηση της πύελου με ιμάντες γίνονταν εφόσον ήταν απαραίτητη προκειμένου να είναι επιτυχής η βάδιση. Οι ασθενείς πριν λάβουν τη θεραπεία υψηλής ή χαμηλής έντασης εξάσκηση στο διάδρομο δεν έλαβαν καμία θεραπεία για 4 εβδομάδες (wash out period).</p> <p><b><u>Πειραματική ομάδα:</u></b> Έκαναν υψηλής έντασης εξάσκηση σε διάδρομο με ένταση 70%-85% της προβλεπόμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας ή 15-17 ( δύσκολο έως πολύ δύσκολο) στην RPE. Μετά έλαβαν χαμηλής έντασης εξάσκηση σε διάδρομο.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Έκαναν χαμηλής έντασης εξάσκηση σε διάδρομο με ένταση 50%-65% της προβλεπόμενης μέγιστης καρδιακής συχνότητας ή 11-13 στην RPE. Μετά έλαβαν υψηλής έντασης εξάσκηση σε διάδρομο.</p>

<p><b>Cheung et al. (2019)</b></p>	<p>Η συμβατική φυσικοθεραπεία που έγινε και στις δύο ομάδες περιλάμβανε κινητοποίηση κάτω άκρων και ενδυνάμωση, ασκήσεις σταθεροποίησης κορμού, εξάσκηση με ελιγμούς στο αναπηρικό αμαξίδιο και βάδιση επί εδάφους.</p> <p><b><u>Πειραματική ομάδα:</u></b> Συμβατική φυσικοθεραπεία και εξάσκηση σε διάδρομο με ρομποτική υποβοήθηση και υποστήριξη του σωματικού βάρους (Robotic-assisted body weight supported treadmill training-RABWSTT). Το σύστημα υποστήριζε το 40% του σωματικού βάρους των ασθενών και η ταχύτητα προσαρμοζόταν ώστε τα άτομα να βαδίζουν με άνεση. Ταυτόχρονα υπήρχε σύστημα ανάδρασης με ηλεκτρομυογράφημα όπου κατέγραφε τη σύσπαση του έξω πλατύ μυ του τετρακεφάλου, καθώς αυτή η μοίρα παράγει την περισσότερη δύναμη κατά τη μονοποδική φάση στήριξης κατά τη βάδιση. Αν η δύναμη του μυ έπεφτε κάτω από το 30% της μέγιστης επανάληψης, ακουγόταν ήχος προκειμένου να αυξήσει τη συμμετοχή του ασθενή. Χρησιμοποιήθηκε σύστημα Lokomat.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Συμβατική φυσικοθεραπεία και παθητική κινητοποίηση κάτω άκρων σε ποδήλατο.</p>
<p><b>Niu et al. (2014)</b></p>	<p><b><u>Πειραματική ομάδα:</u></b> Οι ασθενείς βάδιζαν σε διάδρομο Lokomat. Ο διάδρομος ξεκινούσε με την ελάχιστη ταχύτητα βάδισης και προοδευτικά αυξανόταν (η μέγιστη ταχύτητα ήταν τα 3,4 χλμ/ώρα) μέχρι το σημείο που το άτομο μπορούσε να διατηρήσει ικανοποιητικό πρότυπο βάδισης χωρίς κόπωση. Αρχικά, υπήρχε πλήρης υποβοήθηση από τη ρομποτική συσκευή και μειωνόταν μέχρι το σημείο που ο ασθενής δεν μπορούσε να ακολουθήσει την ταχύτητα του διαδρόμου (τότε δινόταν έως 20% υποβοήθηση). Το σωματικό βάρος υποστηριζόταν ανάλογα με τις ικανότητες του ατόμου.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Καμία παρέμβαση.</p>
<p><b>In et al. (2018)</b></p>	<p>Η συμβατική φυσικοθεραπεία περιελάμβανε ασκήσεις για το εύρος κίνησης, ασκήσεις στο έδαφος, και εξάσκηση βάδισης για 30 λεπτά/ημέρα. Η συσκευή του Whole body vibration (WBV) αποτελείται από μία κινητή πλατφόρμα πάνω στην οποία οι ασθενείς δέχονται ταλαντώσεις και μία μπάρα στήριξης. Η συχνότητα καθορίστηκε στα 30 Hz και η κάθετη μετατόπιση στα 2-4 mm. Οι ασθενείς στέκονταν στην πλατφόρμα σε θέση ημικαθίσματος με ελαφρά κάμψη σε ισχία, γόνατα και στις ποδοκνημικές, ώστε να μεταφερθεί η δόνηση στην πύελο και αν χρειαζόνταν βοήθεια κρατούσαν τη μπάρα στήριξης. Έγιναν 4 σετ, 45 δευτερολέπτων το κάθε ένα με διάλειμμα 1 λεπτού.</p> <p><b><u>Πειραματική ομάδα:</u></b> Εξάσκηση με WBV και συμβατική φυσικοθεραπεία.</p> <p><b><u>Ομάδα ελέγχου:</u></b> Εικονική (placebo) εξάσκηση με WBV με ελάχιστη έως καθόλου αντιληπτή δόνηση από τον ασθενή και συμβατική φυσικοθεραπεία.</p>