

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Η επίδραση των διατάσεων στην λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση. Μια συστηματική ανασκόπηση.

Όνοματεπώνυμο Φοιτητών:

Τσιγάρου Θεοδώρα (18683005)

Φωτιάδου Έλενα (18683122)

Επιβλέπων Καθηγητής: Χρυσάγης Νικόλαος Σταύρος (Μέλος ΕΔΙΠ)

Συνεπιβλέπουσα Καθηγήτρια: Σακελλάρη Βασιλική (Καθηγήτρια)

Αθήνα 2023

UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSIOTHERAPY



DISSERTATION

Title: The effect of stretching on functionality of children and adolescents with cerebral palsy. A systematic review

Students' name:

Tsigarou Theodora (18683005)

Fotiadou Elena (18683122)

Supervisor's name: Chrysagis Nikolaos Stavros

Co-Supervisors' name: Sakellari Vassiliki

Athens 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ



**«Η επίδραση των διατάσεων στην λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με
εγκεφαλική παράλυση. Μια συστηματική ανασκόπηση»**

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

A/α	ΟΝΟΜΑ-ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1ος	ΧΡΥΣΑΓΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ	ΜΕΛΟΣ ΕΔΙΠ	
2ος	ΣΑΚΕΛΛΑΡΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3ος	ΜΟΥΤΖΟΥΡΗ ΜΑΡΙΑ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Τσιγάρου Θεοδώρα του Ανάργυρου, με αριθμό μητρώου 18683005 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».

Η Δηλούσα




ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Φωτιάδου Έλενα του Ιάκωβου, με αριθμό μητρώου 18683122 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».

Η Δηλούσα



I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η εγκεφαλική παράλυση (ΕΠ) αποτελεί την πιο συχνή αιτία παιδικής αναπηρίας και χαρακτηρίζεται από διαταραχή της στάσης και της κίνησης. Οι διατάσεις αποτελούν μια μέθοδο για την αντιμετώπιση της ΕΠ, η οποία ωστόσο δεν έχει μελετηθεί επαρκώς.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης είναι η μελέτη της επίδρασης των διατάσεων, στη λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση, όπως αυτή καθορίζεται στο Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης Λειτουργικότητας, Αναπηρίας και Υγείας (International Classification of Functioning, Disability and Health - ICF)

Μεθοδολογία: Οι βάσεις δεδομένων PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library και Google Scholar χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση της αρθρογραφίας. Για την αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Physiotherapy Evidence Database (PEDro).

Αποτελέσματα: Στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 13 μελέτες οι οποίες εξέτασαν το εύρος τροχιάς, τη μυϊκή δύναμη, τη σπαστικότητα, την ασυμμετρία, τις μυοτενόντιες ιδιότητες, τη μυϊκή διεγερσιμότητα, την πρόσληψη θερμίδων, τη βάδιση, την ισορροπία, την αδρή κινητικότητα και την κινητική λειτουργία. Κατά την αξιολόγηση στη κλίμακα PEDro, 7 έρευνες χαρακτηρίστηκαν ως μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και 6 ως υψηλής. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στο εύρος τροχιάς, την ασυμμετρία, τη πρόσληψη θερμίδων και υγρών, τη βάδιση, την ισορροπία, την αδρή κινητικότητα και κινητικότητα των συμμετεχόντων.

Συμπέρασμα: Οι ασκήσεις διάτασης επιδρούν θετικά στη λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με ΕΠ, ωστόσο για ορισμένες παραμέτρους τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Κατά συνέπεια, κρίνεται αναγκαία η πραγματοποίηση μελλοντικών ερευνών για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Λέξεις κλειδιά: εγκεφαλική παράλυση, παιδιά, έφηβοι, διατάσεις, λειτουργικότητα, αδρή κινητικότητα, βάδιση, σπαστικότητα, δυσκαμψία

II. ABSTRACT

Introduction: Cerebral Palsy (CP) is the most common cause of childhood disability and is characterized by disorders of posture and movement. A method of dealing with CP, is the application of stretching, which, however, has not been sufficiently studied.

Purpose: The purpose of this systematic review is to study the effect of stretching exercises, on the functionality of children and adolescents with cerebral palsy, as defined in the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).

Method: Search engines PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library and Google Scholar were used for the literature search. The Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale was used to assess the methodological quality of the studies.

Results: In this systematic review, 13 studies were included, which examined range of motion, muscle strength, spasticity, asymmetry, musculotendinous properties, muscle activation, calories intake, gait, balance, gross motor function and mobility. According to the assessment on PEDro scale, 7 studies were characterized as of moderate methodological quality and 6 as of high methodological quality. The results highlighted statistically significant improvements in range of motion, asymmetry, calories and fluid intake, gait, balance, gross motor function and mobility.

Conclusion: Stretching exercises have a positive effect on the functionality of children and adolescents with CP, however for some parameters, the results can be conflicting. As a consequence, future research is needed to derive more reliable conclusions.

Key-Words: cerebral palsy, children, adolescents, stretching, functionality, gross motor function, gait, spasticity, stiffness

III. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον αξιότιμο καθηγητή μας, κ. Νικόλαο Σταύρο Χρυσάγη, για την ανάθεση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας και για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τη συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια, κ. Βασιλική Σακελλάρη, για την παροχή κατευθυντήριων οδηγιών.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους και τις οικογένειές μας για τη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών και της εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	VI
II. ABSTRACT.....	VII
III. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	VIII
IV. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	XI
V. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	XIII
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ.....	1
1.1. Εγκεφαλική Παράλυση.....	1
1.2. Σπαστικότητα.....	3
1.3. Διατάσεις.....	4
1.4. Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης Λειτουργικότητας, Αναπηρίας και Υγείας (International Classification of Functioning, Disability and Health - ICF).....	6
1.5. Σημασία-Σκοπός έρευνας.....	7
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	9
2.1. Στρατηγική αναζήτησης.....	9
2.2. Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού.....	10
2.3. Διαδικασία επιλογής μελετών και εξαγωγή δεδομένων.....	11
2.4. Αξιολόγηση μεθοδολογικής ποιότητας.....	12
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	14
3.1. Αποτελέσματα αναζήτησης.....	14
3.2. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών.....	15
3.3. Αριθμός και χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	17
3.4. Χαρακτηριστικά θεραπευτικής παρέμβασης.....	19
3.5. Εργαλεία αξιολόγησης μεταβλητών.....	26
3.5.1. Εύρος τροχιάς.....	26
3.5.2. Μυοτενόντιες ιδιότητες.....	27
3.5.3. Σπαστικότητα.....	28
3.5.4. Μυϊκή δύναμη.....	29
3.5.5. Ασυμμετρία.....	29
3.5.6. Μυϊκή δραστηριότητα/διεγερσιμότητα.....	29
3.5.7. Πρόσληψη θερμίδων/υγρών.....	29
3.5.8. Βάδιση.....	29
3.5.9. Ισορροπία.....	30
3.5.10. Αδρή Κινητική Λειτουργία.....	30
3.5.11. Κινητικότητα.....	30

3.6. Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δομή και λειτουργία παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.....	33
3.6.1. Εύρος τροχιάς.....	33
3.6.2. Μυοτενόντιες ιδιότητες.....	36
3.6.3. Σπαστικότητα.....	38
3.6.4. Μυϊκή δύναμη.....	39
3.6.5. Ασυμμετρία.....	40
3.6.6. Μυϊκή δραστηριότητα/διεγερσιμότητα.....	40
3.6.7. Πρόσληψη θερμίδων/υγρών.....	41
3.7. Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δραστηριότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.....	41
3.7.1. Βάδιση.....	41
3.7.2. Ισορροπία.....	42
3.7.3. Αδρή Κινητική Λειτουργία.....	43
3.7.4. Κινητικότητα.....	43
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	47
4.1. Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών.....	47
4.2. Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δομή και λειτουργία παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.....	49
4.2.1. Εύρος τροχιάς.....	49
4.2.2. Μυοτενόντιες ιδιότητες.....	51
4.2.3. Σπαστικότητα.....	53
4.2.4. Μυϊκή Δύναμη.....	54
4.2.5. Ασυμμετρία.....	55
4.2.6. Μυϊκή Δραστηριότητα/Διεγερσιμότητα.....	55
4.2.7. Πρόσληψη θερμίδων/υγρών.....	56
4.3. Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δραστηριότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.....	56
4.3.1. Βάδιση.....	56
4.3.2. Ισορροπία.....	57
4.3.3. Αδρή Κινητική Λειτουργία.....	57
4.3.4. Κινητικότητα.....	58
4.4. Περιορισμοί παρούσας συστηματικής ανασκόπησης.....	58
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	60
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61

IV. ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΕΛΛΗΝΙΚΗ – ΑΓΓΛΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
ΑΑ	Άνω Άκρο
ΕΠ	Εγκεφαλική Παράλυση
ΚΑ	Κάτω Άκρο
ΣΣ	Σπονδυλική Στήλη
3DGA	3 Dimensional Gait Analysis
6MWT	6 Minute Walking Test
BS	Ballistic Stretching
DS	Dynamic Stretching
EMG	Electromyography
GDI	Gait Deviation Index
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GMFM	Gross Motor Function Measure
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
ICF-CY	International Classification of Functioning, Disability and Health for Children and Youth
KT	Kinesio Tapping
MAS	Modified Asworth Scale
MeSH	Medical Subject Headings
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MTS	Modified Tardieu Scale
MVC	Maximal Voluntary Contraction
PALM	Palpation Meter Device
PBS	Pediatric Balance Scale
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
PICO	Population, Intervention, Comparison, Outcome
PNF	Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RCT	Randomized Controlled/Clinical Trial
ROM	Range of Motion
SS	Static Stretching
SWE	Shear Wave Elastography
TUG	Time Up and Go Test
WBV	Whole Body Vibration
WHO	World Health Organization

V. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας 2.1: Μέθοδος PICO.....	10
Πίνακας 2.2: Κριτήρια ένταξης.....	11
Πίνακας 2.3: Κριτήρια αποκλεισμού.....	11
Πίνακας 2.4: Κλίμακα PEDro.....	13
Διάγραμμα 3.1: Στρατηγική Αναζήτησης Ερευνών-PRISMA 2020 Flow Diagram.....	15
Πίνακας 3.2: Βαθμολογία ερευνών στη κλίμακα PEDro.....	16
Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.....	17
Πίνακας 3.4: Χαρακτηριστικά παρεμβάσεων.....	24
Πίνακας 3.5: Εργαλεία αξιολόγησης και εξεταζόμενες μεταβλητές.....	31
Πίνακας 3.6: Αποτελέσματα ερευνών	44

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΚΟΠΟΣ

1.1 Εγκεφαλική Παράλυση

Η εγκεφαλική παράλυση (ΕΠ) αποτελεί τη πιο συχνή αιτία παιδικής αναπηρίας (Ahmadizadeh et al. 2019), με συχνότητα εμφάνισης 2 έως 3 ανά 1000 ζωντανές γεννήσεις (Paul et al 2022). Προκαλείται από βλάβη στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο η οποία μπορεί να συμβεί κατά την εμβρυική ανάπτυξη, την διάρκεια του τοκετού ή τα πρώτα δύο χρόνια ζωής του παιδιού (Ahmadizadeh et al. 2019). Πρόκειται για μία μη προοδευτική βλάβη (δεν επιδεινώνεται με την πάροδο του χρόνου), αλλά μεταβαλλόμενη ως προς την κλινική εικόνα, που διαταράσσει την ικανότητα κίνησης και της στάσης του σώματος (Bhattacharya et al. 2017). Η ΕΠ μπορεί να συνοδεύεται από διαταραχές αντίληψης, επικοινωνίας, συμπεριφοράς, όρασης, ακοής, ύπνου και νοητική υστέρηση. Επιπρόσθετα μπορεί να παρουσιαστούν επιληπτικές κρίσεις και δευτερογενή μυοσκελετικά προβλήματα τα οποία περιορίζουν την ικανότητα συμμετοχής των ατόμων στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Kruse et al. 2022; Rethlefsen et al. 2010; Vitrikas et al. 2020).

Η διάγνωση της εγκεφαλικής παράλυσης αποτελεί συνδυασμό νευρολογικής αξιολόγησης, νευροαπεικόνισης και προσδιορισμού των κλινικών παραγόντων κινδύνου και συνήθως πραγματοποιείται σε ηλικία 1 έως 2 ετών ή μεγαλύτερη (Michael-Asalu et al 2019). Όσον αφορά στην κλινική εξέταση, η διάγνωση βασίζεται στις παρατηρήσεις των γονέων σχετικά με την μη επίτευξη των επιθυμητών κινητικών οροσήμων με βάση την ηλικία, όπως το κάθισμα, η όρθια θέση ή το περπάτημα και στην αξιολόγηση τη στάσης του σώματος, των αντανεκλαστικών και του μυϊκού τόνου (O'shea 2008). Με την παράλληλη εφαρμογή απεικονιστικών μεθόδων, όπως το περιγεννητικό υπερηχογράφημα και η μαγνητική τομογραφία (Magnetic Resonance Imaging-MRI) μεταγεννητικά, η διάγνωση μπορεί να πραγματοποιηθεί από τους πρώτους έξι μήνες ζωής (Vitrikas et al 2020). Η όσο το δυνατόν πρόωμη διάγνωση της πάθησης οδηγεί στην άμεση αντιμετώπιση και στην βελτιστοποίηση των μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων της θεραπευτικής παρέμβασης (Michael-Asalu et al 2019).

Τα αίτια εμφάνισης της ΕΠ διακρίνονται σε προγεννητικά, περιγεννητικά ή μεταγεννητικά. Συγκεκριμένα τα προγεννητικά αίτια περιλαμβάνουν ενδομήτρια προβλήματα όπως είναι η φλεγμονή στον πλακούντα ή στον ομφάλιο λώρο, διαταραχή στην πήξη του αίματος (Khan et al 2022) κολπική αιμορραγία της μητέρας και μη φυσιολογικός σφυγμός του εμβρύου κατά την διάρκεια της κύησης (Sadowska et al 2020). Στα περιγεννητικά αίτια περιλαμβάνονται η

προωρότητα, οι επιπλοκές του τοκετού και το χαμηλό βάρος γέννησης (Khan et al 2022). Τέλος στα μεταγεννητικά αίτια συμπεριλαμβάνονται το σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας, η μηνιγγίτιδα και οι ενδοκρανιακές αιμορραγίες (Sadowska et al 2020).

Η ΕΠ ταξινομείται με βάση τον τύπο της κινητικής διαταραχής, την τοπογραφική κατανομή (μέρη του σώματος που έχουν προσβληθεί) και το επίπεδο της λειτουργικής ικανότητας (Michael-Asalu et al 2019). Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται τέσσερις κύριοι τύποι κινητικής διαταραχής, η σπαστική, η δυσκινητική, η αταξική και η υποτονική μορφή (Michael-Asalu et al 2019). Η σπαστική μορφή χαρακτηρίζεται από αυξημένο μυϊκό τόνο (υπερτονία), εξαρτώμενο από την ταχύτητα της κίνησης και αυξημένα τενόντια αντανακλαστικά. Η δυσκινητική μορφή μπορεί να εμφανιστεί ως δυστονία (αυξημένος μυϊκός τόνος, μειωμένη δραστηριότητα και δύσκαμπτες κινήσεις), αθέτωση ή χορεία (εμφανίζονται συχνά συνδυαστικά ως χορειοαθέτωση με μειωμένο μυϊκό τόνο, αυξημένη δραστηριότητα και σπασμωδικές περιστροφικές κινήσεις) και εκδηλώνεται με εναλλαγές μυϊκού τόνου, επαναλαμβανόμενες, ανεξέλεγκτες και ακούσιες κινήσεις, ενώ η αταξική μορφή παρουσιάζει γενικευμένη υποτονία, διαταραχές στον συντονισμό και έλλειψη ακρίβειας στις κινήσεις (Wimalasundera & Stevenson 2016). Μειωμένος μυϊκός τόνος παρατηρείται κατά την υποτονική μορφή (Michael-Asalu et al 2019). Τέλος σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται η μεικτή μορφή εγκεφαλικής παράλυσης που περιλαμβάνει χαρακτηριστικά των υπολοίπων μορφών σε διάφορους συνδυασμούς όπως είναι η σπαστικότητα με δυσκινησία (Sadowska et al 2020; Wimalasundera & Stevenson 2016). Αναφορικά με την τοπογραφική κατανομή έχουν χρησιμοποιηθεί οι όροι ημιπληγία, μονοπληγία, διπληγία και τετραπληγία. Η ημιπληγία αφορά στην προσβολή της μιας πλευράς του σώματος, η μονοπληγία σε ένα άκρο άνω η κάτω, ενώ η διπληγία αναφέρεται στην προσβολή κυρίως των κάτω άκρων (ΚΑ) με παράλληλα μικρότερη συμμετοχή των άνω άκρων (ΑΑ). Η τετραπληγία αφορά στην προσβολή και των τεσσάρων άκρων (ΑΚ, ΚΑ) με διαφορές στον βαθμό εμπλοκής του κάθε άκρου, ανάλογα με τη σοβαρότητα της κατάστασης (Michael-Asalu et al 2019).

Η αξιολόγηση της βαρύτητας της κινητικής διαταραχής γίνεται σύμφωνα με το Σύστημα Ταξινόμησης Αδρής Κινητικής Λειτουργικότητας [Gross Motor Function Classification System (GMFCS)] (Sadowska et al 2020, Palisano et al 2008). Η κλίμακα αξιολογεί την περιπατητική ικανότητα των παιδιών και εφήβων με ΕΠ, ηλικίας έως 18 ετών, τη χρήση βοηθημάτων βάδισης, την ικανότητα επίτευξης και διατήρησης καθιστής και όρθιας θέσης και τη συμμετοχή τους σε διάφορες δραστηριότητες. Η αξιολόγηση πραγματοποιείται ανά ηλικιακή ομάδα (<2, 2-4, 4-6, 6-

12 και 12-18 ετών) και η ταξινόμηση γίνεται σε ένα από τα 5 επίπεδα κινητικής ικανότητας (I-V) (Rethlefsen et al 2010). Στο επίπεδο I τα παιδιά μπορούν να βαδίσουν χωρίς ιδιαίτερους περιορισμούς, στο επίπεδο II η βάρδια πραγματοποιείται με περιορισμούς ενώ στο επίπεδο III χρησιμοποιείται βοηθητικός εξοπλισμός. Τα παιδιά που κατατάσσονται στο επίπεδο IV μπορούν να μετακινηθούν χωρίς την απαραίτητη βοήθεια δεύτερου ατόμου αλλά συχνά χρησιμοποιούν ηλεκτρικό αμαξίδιο. Τέλος το επίπεδο V περιγράφει μη ανεξάρτητα άτομα που χρειάζονται χειροκίνητο αμαξίδιο και τη βοήθεια φροντιστή για τη μετακίνησή τους (Sadowska et al 2020).

1.2 Σπαστικότητα

Ως σπαστικότητα ορίζεται η υπερτονία στην οποία η αντίσταση κατά την παθητική κίνηση, εξαρτάται από την ταχύτητα της κίνησης. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα τόσο αυξάνεται και η αντίσταση (Rethlefsen et al 2010). Αποτελεί μια διαταραχή του πυραμιδικού συστήματος (Bar-on et al 2015) και χαρακτηρίζεται ως η πιο συχνή μορφή εγκεφαλικής παράλυσης (εμφανίζεται στο 80% των παιδιών με ΕΠ) (Vitrikas et al 2020), επηρεάζοντας όλο το σώμα αλλά κυρίως τα κάτω άκρα. Στον κορμό προκαλεί κυρίως προβλήματα στάσης. Στα άνω άκρα είναι πιο έντονη στους έξω στροφείς του ώμου, στους καμπτήρες του αγκώνα, του καρπού και των δακτύλων με κατά κύριο λόγο μονόπλευρη προσβολή, ενώ οι μύες που επηρεάζονται συχνότερα στα κάτω άκρα είναι ο γαστροκνήμιος, οι οπίσθιοι μηριαίοι, ο ορθοί μηριαίοι και οι προσαγωγοί με αμφοτερόπλευρη εμπλοκή. Επηρεάζει τον εκούσιο έλεγχο και αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας κατά την κίνηση. Παράλληλα, εμποδίζει την φυσιολογική επιμήκυνση των μυών κατά την ανάπτυξη οδηγώντας σε σκελετικές παραμορφώσεις (Bar-on et al 2015). Ωστόσο κατά το πρώτο έτος ζωής η σπαστικότητα μπορεί να απουσιάζει λόγω ατελούς μυελίνωσης και η αύξηση της να γίνεται διακριτή από τον δεύτερο ως τέταρτο χρόνο ζωής, καθώς κατά την ανάπτυξη αλλάζει η φυσιολογία των μυών και το οστών και αυξάνεται η σπαστικότητα κατά την κίνηση (Ayala et al 2020).

Η μέτρηση της σπαστικότητας αποτελεί απαραίτητη διαδικασία για την πρόληψη των μυϊκών συσπάσεων, τη μείωση του πόνου και την αποκατάσταση της λειτουργικότητας του ασθενούς (Ayala et al 2020; Haugh et al 2006). Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες κλίμακες για την μέτρηση της είναι η κλίμακα Ashworth και η τροποποιημένη κλίμακα Ashworth. Ωστόσο η εγκυρότητα αυτών των κλιμάκων έχει αμφισβητηθεί καθώς αναφέρονται μόνο στη μέτρηση της αντίστασης κατά την παθητική κίνηση χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την εξάρτηση της αντίστασης από την ταχύτητα κίνησης (Haugh et al 2006). Ως αποτελεσματικότερη κλίμακα μέτρησης της σπαστικότητας έχει προταθεί η κλίμακα Tardieu η οποία αξιολογεί και συγκρίνει την απάντηση

του μυός στην παθητική κίνηση σε αργές και σε γρήγορες κινήσεις (Haugh et al 2006). Η κλίμακα τροποποιήθηκε ως Τροποποιημένη Κλίμακα Tardieu (Modified Tardieu Scale-MTS) η οποία χρησιμοποιεί διαδικασίες για την μέτρηση της ποιότητας της μυϊκής σύσπασης σε συγκεκριμένες ταχύτητες όπως σε γρήγορη διάταση, σε αργή ελεγχόμενη κίνηση και κατά τη πτώση του άκρου παρασυρόμενο από τη βαρύτητα (Ansari et al 2008).

Η σπαστικότητα, με τη πάροδο του χρόνου προκαλεί δομικές αλλαγές στους μυς, στους τένοντες και στις αρθρώσεις, οι οποίες συμβάλλουν στη μυϊκή δυσκαμψία (stiffness) (Priori et al 2006). Ο όρος δυσκαμψία αναφέρεται σε στοιχεία της υπεραντίστασης με τα οποία οι σπαστικοί μύες αντιτίθενται στην παθητική επιμήκυνση τους. Όπως αναφέρουν οι Boulard et al (2019), γενικότερα η δυσκαμψία αποτελείται από μηχανική αντίσταση στην παθητική κίνηση εν απουσία οποιασδήποτε μυϊκής ενεργοποίησης. Στην εγκεφαλική παράλυση η αυξημένη μυϊκή δυσκαμψία αναφέρεται σε αλλαγές στις μηχανικές ιδιότητες του ιστού και συνδέεται με την βράχυνση των μυών. Τόσο η δυσκαμψία όσο και η βράχυνση εμφανίζονται νωρίς κατά την παιδική ηλικία στους πελματιαίους καμπτήρες των παιδιών με σπαστική μορφή ΕΠ (Boulard et al 2019). Η μέτρηση της δυσκαμψίας πραγματοποιείται με τη χρήση καμπύλης ροπής-επιμήκυνσης σε συνδυασμό με υπερηχογράφημα ή με τη χρήση Διατμητικής Ελαστογραφίας Κυμάτων (Shear Wave Elastography -SWE), κατά την οποία καταγράφεται το επίπεδο τάσης σε έναν συγκεκριμένο ιστό, όπως σε έναν επιφανειακό μύ ή τένοντα (Boulard et al 2019). Η δυσκαμψία αντιμετωπίζεται συντηρητικά με τη χρήση διατάσεων και ναρθήκων (Priori et al 2006).

1.3 Διατάσεις

Ο όρος ευλυγισία περιγράφει την ικανότητα κίνησης μιας άρθρωσης κατά το πλήρες εύρος κίνησης της (range of motion-ROM). Πρόκειται για ένα φυσικό χαρακτηριστικό το οποίο εξαρτάται από τα ανατομικά και φυσιολογικά στοιχεία του κάθε απόμυ, όπως είναι τα οστά, οι σύνδεσμοι, οι χόνδροι και το μυοτενόντιο σύνολο, που συνιστούν και περιβάλλουν μια άρθρωση (Thomas et al 2018). Σύμφωνα με τους Afonso et al (2021) ως ROM ορίζεται η γωνία με την οποία μια άρθρωση μετακινείται από τη χαλαρή θέση στις ακραίες θέσεις κίνησής της προς οποιαδήποτε δεδομένη κατεύθυνση. Η βελτίωση της ROM αποτελεί έναν από τους βασικούς στόχους τόσο στο γενικό πληθυσμό όσο και σε διάφορα κλινικά περιστατικά (Afonso et al 2021).

Η πιο κοινή μέθοδος αύξησης του εύρους κίνησης μια άρθρωσης είναι η εφαρμογή διατάσεων στους μυς (Thomas et al 2018), είτε ως μέρος προγράμματος προθέρμανσης ή

αποθεραπείας, προπονητικού προγράμματος ενδυνάμωσης ή προγράμματος αποκατάστασης (Lempke et al 2018). Η διάταση αποτελεί τεχνική επιμήκυνσης των μυών, η οποία δρα σε διάφορα επίπεδα. Μειώνει τις ελαστικές και ιξώδεις ιδιότητες των τενόντων, μειώνει τη δραστηριότητα του νωτιαίου αντανακλαστικού και ρυθμίζει τη προσυναπτική διεγερσιμότητα των ανασταλτικών οδών. Οι βασικοί παράμετροι της διάτασης που επηρεάζουν το ποσοστό αύξησης ή μείωσης της ελαστικότητας μιας άρθρωσης είναι η ένταση, η διάρκεια, η συχνότητα και η θέση από την οποία εφαρμόζεται η διάταση (Thomas et al 2018).

Οι διατάσεις διακρίνονται σε στατικές (static stretching-SS), δυναμικές (dynamic stretching-DS), βαλλιστικές (ballistic stretching-BS) και διατάσεις ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης (proprioceptive neuromuscular facilitation-PNF) (Iwata et al 2019, Thomas et al 2018). Ως στατική διάταση περιγράφεται μια συνεχής ελεγχόμενη κίνηση μέχρι το τέλος της ROM που εφαρμόζεται σε μια ή πολλαπλές αρθρώσεις, είτε ως ενεργητική στατική διάταση με σύσπαση των αγωνιστών μυών, είτε ως παθητική στατική διάταση με την εφαρμογή εξωτερικής δύναμης από άλλο άτομο, από τη βαρύτητα ή τα βοηθήματα διάτασης (Chaabene et al 2019). Στη τελική θέση επιμήκυνσης πραγματοποιείται κράτημα για περίπου 20s (Woods et al 2007). Στην δυναμική διάταση, το άκρο μετακινείται εντός του ενεργητικού ROM με σύσπαση των ανταγωνιστών μυών της μυϊκής ομάδας που πρόκειται να διαταθεί χωρίς ταλαντεύσεις. (Iwata et al 2019). Αντίθετα, η βαλλιστική διάταση περιλαμβάνει μια υψηλής ταχύτητας κίνηση με πραγματοποίηση ταλαντώσεων στο τέλος της ROM, αποτελώντας σύμφωνα με στοιχεία της βιβλιογραφίας, μια διάταση αυξημένου κινδύνου τραυματισμού μετά την εφαρμογή της (Lima et al 2018). Τέλος η PNF αποτελεί μια μέθοδο η οποία στηρίζεται στη θεωρία της ανθρώπινης ανάπτυξης και νευροφυσιολογίας και χρησιμοποιεί διαγώνια και σπειροειδή σχήματα θεραπείας (Gao et al 2022). Κατά την εφαρμογή της πραγματοποιείται αρχικά μέγιστη διάταση της μυϊκής ομάδας στόχου. Στο σημείο μέγιστης διάτασης εφαρμόζεται μια εξωτερική δύναμη αντίστασης και πραγματοποιείται μια ισομετρική σύσπαση, την οποία συνοδεύει ένα διάστημα χαλάρωσης. Μετά τη σύσπαση εφαρμόζεται περαιτέρω διάταση της μυϊκής ομάδας στόχου μέσα στο διαθέσιμο εύρος κίνησης της άρθρωσης (Kruse et al 2022).

1.4 Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης Λειτουργικότητας, Αναπηρίας και Υγείας (International Classification of Functioning, Disability and Health - ICF)

Το Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης της Λειτουργικότητας, Αναπηρίας και Υγείας (ICF) είναι ένα διεθνές πρότυπο για τη διαμόρφωση, την περιγραφή, την καταγραφή και τη μέτρηση της λειτουργίας και της αναπηρίας (Leonardi et al 2022). Είναι ένα βιοψυχοκοινωνικό μοντέλο το οποίο δημοσιεύτηκε το 2001 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization -WHO) και αποτελείται από 5 τομείς: i) σωματικές δομές και λειτουργίες, ii) δραστηριότητες, iii) συμμετοχή, iv) περιβαλλοντικοί παράγοντες, v) προσωπικοί παράγοντες (Nguyen et al 2019), οι οποίοι είτε περιορίζουν είτε διευκολύνουν την πραγματοποίηση καθημερινών δραστηριοτήτων (McNeilly 2018). Οι 5 τομείς κατανέμονται σε 2 μέρη: A) Λειτουργία και Αναπηρία, που περιλαμβάνει τους τομείς i, ii, iii και B) Παράγοντες πλαισίου, που περιλαμβάνει τους τομείς iv και v (Castaneda et al 2014). Ο πρώτος τομέας αναφέρεται στην ανατομία και φυσιολογία του ανθρώπινου σώματος, ο δεύτερος και τρίτος τομέας στην εκτέλεση μια ενέργειας ή εργασίας, ο τέταρτος τομέας αφορά στο κοινωνικό, φυσικό και συμπεριφορικό περιβάλλον στο οποίο ζουν οι άνθρωποι και τέλος ο πέμπτος τομέας αναφέρεται σε εσωτερικά στοιχεία που επηρεάζουν τη λειτουργικότητα και αναπηρία όπως, η ηλικία, το φύλο, η εθνικότητα, το μορφωτικό και κοινωνικό υπόβαθρο. Το αρχικό ICF το οποίο δημοσιεύθηκε το 2001 αφορούσε μόνο σε ενήλικες. Το 2007 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εισήγαγε ένα νέο ολοκληρωμένο μοντέλο ταξινόμησης που αναφερόταν στην υγεία παιδιών και νέων, το Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης της Λειτουργικότητας, Αναπηρίας και Υγείας για παιδιά και νέους (International Classification of Functioning, Disability and Health for Children and Youth - ICF-CY) (McNeilly 2018), το οποίο αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο αξιολόγησης των παιδιών με CP (Schiariti et al 2014). Στο πλαίσιο της αξιολόγησης παιδιών με ΕΠ, κατά κύριο λόγο εξετάζονται η σωματική δομή και λειτουργία, η δραστηριότητα και η συμμετοχή, ενώ οι περιβαλλοντικοί και προσωπικοί παράγοντες εξετάζονται σπανιότερα, με αποτέλεσμα την ελλιπή αποτύπωση της αλληλεπίδρασης του περιβάλλοντος και των προσωπικών χαρακτηριστικών του παιδιού με τη λειτουργική του ικανότητα (Schiariti et al 2014). Ωστόσο με τη χρήση του ICF, η ταξινόμηση της υγείας και της ασθένειας παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης, εκτίμησης και σχεδιασμού θεραπευτικού πλάνου για τους ασθενείς (Nation 2019).

1.5 Σημασία-Σκοπός έρευνας

Η εφαρμογή διατάσεων στο πλαίσιο της φυσικοθεραπευτικής αντιμετώπισης της εγκεφαλικής παράλυσης στοχεύει στην επιμήκυνση των μυών, στον περιορισμό της ανάπτυξης μυϊκών συσπάσεων και ανάγκης χειρουργικής επέμβασης, καθώς και στη βελτίωση της λειτουργικότητας (Kalkman et al 2019). Ωστόσο, ενώ οι διατάσεις χρησιμοποιούνται τακτικά από τους φυσικοθεραπευτές για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων της ΕΠ, δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία στην διεθνή βιβλιογραφία που να τεκμηριώνουν την αποτελεσματικότητά τους στο συγκεκριμένο πληθυσμό (Fosdahl et al 2019). Στη συστηματική ανασκόπηση των Katalinic et al (2011) μελετήθηκε η εφαρμογή διατάσεων συνολικής διάρκειας 1 εβδομάδας έως και 6 μήνες, σε παιδιά και ενήλικες με νευρολογικές διαταραχές και η επίδραση της στην αντιμετώπιση των συσπάσεων. Οι 25 μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης της ανασκόπησης αφορούσαν σε πληθυσμό ατόμων με εγκεφαλικό επεισόδιο, κακώσεις της Σπονδυλικής Στήλης (ΣΣ), μυϊκή δυστροφία Duchenne, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, εγκεφαλική παράλυση και ασθένεια Charcot-Marie-Tooth. Όπως υποστήριζαν οι ερευνητές, η εφαρμογή διατάσεων δεν επέφερε σημαντικά αποτελέσματα κλινικής σημασίας στην κινητικότητα της άρθρωσης, στον πόνο, στην σπαστικότητα και στον περιορισμό των δραστηριοτήτων σε ασθενείς με νευρολογικές παθήσεις. Παράλληλα, η επίδραση της εφαρμογής των διατάσεων στην λειτουργικότητα ατόμων με ή χωρίς νευρολογικές παθήσεις εξετάστηκε στην συστηματική ανασκόπηση των Harvey et al (2017). Ειδικότερα, στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν 49 μελέτες, εκ των οποίων οι 28 αναφέρονταν σε άτομα με νευρολογικά προβλήματα και οι 21 σε άτομα χωρίς νευρολογικά προβλήματα. Στις μελέτες αυτές εξετάστηκε κατά κύριο λόγο η επίδραση των διατάσεων, συνολικής διάρκειας μικρότερης από 7 εβδομάδες, στην κινητικότητα των αρθρώσεων. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι διατάσεις δεν έχουν κλινικά σημαντικές επιπτώσεις στην κινητικότητα των αρθρώσεων. Επίσης η παρουσία των νευρολογικών προβλημάτων δεν επηρέασε το βαθμό επίδρασης της παρέμβασης. Σχετικά με την εφαρμογή διατάσεων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, τα αποτελέσματα παραμένουν άγνωστα. Αντίθετα, οι Bhilwade et al (2020) μελέτησαν την επίδραση των διατάσεων σε παιδιά και ενήλικες με νευρολογικές παθήσεις παρατηρώντας κατά κύριο λόγο σημαντικές βελτιώσεις στη σπαστικότητα. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές εξέτασαν 12 έρευνες στις οποίες συμπεριλαμβάνονταν ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, κακώσεις της ΣΣ, πολλαπλή σκλήρυνση και εγκεφαλικό επεισόδιο, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε διάφορα είδη διατάσεων. Τέλος, η αποτελεσματικότητά των παθητικών διατάσεων στη σπαστικότητα και στο εύρος τροχιάς, παιδιών και εφήβων με ΕΠ, εξετάστηκε από

τους Groppe et al (2012). Στη συστηματική ανασκόπηση εντάχθηκαν 13 έρευνες, με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν να εστιάζουν στους μυς και στις αρθρώσεις των κάτω άκρων. Οι παρεμβάσεις διάτασης εφαρμόζονταν με κράτημα ορισμένων δευτερολέπτων ή παρατεταμένα με τον ασθενή τοποθετημένο σε συγκεκριμένη θέση για 15 λεπτά. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή παρατεταμένων διατάσεων αποδείχθηκε αποτελεσματικότερη συγκριτικά με τις διατάσεις με κράτημα ορισμένων δευτερόλεπτων.

Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των διατάσεων ως μεμονωμένη θεραπεία ή σε συνδυασμό με άλλες παρεμβάσεις, στην λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με ΕΠ, με βάση την ταξινόμηση των λειτουργιών τους κατά το σύστημα ICF.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με βάση τις οδηγίες της Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών, που περιλαμβάνει λίστα 27 συστάσεων για τη συγγραφή συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων (Swartz 2021) .

2.1 Στρατηγική αναζήτησης

Η αναζήτηση της αρθρογραφίας για τη συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε από τις δύο ερευνήτριες (ΤΘ, ΦΕ) ανεξάρτητα στις βάσεις δεδομένων PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library και Google Scholar, με τη τελευταία αναζήτηση να έλαβε χώρα στις 20 Ιουνίου 2023. Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: cerebral palsy, children, adolescents, muscle stretching exercises, stretching, functional rehabilitation, ambulation, gross motor function, walking, gait function, spasticity, stiffness, σύμφωνα με τη μέθοδο PICO, ενώ χρησιμοποιήθηκαν οι Medical Subject Headings (MeSH) όροι, ένα λεξιλόγιο ελεγχόμενο και ιεραρχικά οργανωμένο, σε όποιες από τις βάσεις δεδομένων ήταν εφικτό. Ταυτόχρονα έγινε αναζήτηση στις βιβλιογραφικές παραπομπές συστηματικών ανασκοπήσεων παρόμοιας θεματολογίας, για εύρεση υλικού που δεν εντοπίστηκε κατά την ηλεκτρονική αναζήτηση. Η PICO αποτελεί συντομογραφία των λέξεων Population (Πληθυσμός), Intervention (Παρέμβαση), Comparison (Σύγκριση) και Outcome (Αποτέλεσμα) και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων (Santos et al 2007). Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2.1) παρατίθενται οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν, σύμφωνα με τη μέθοδο PICO, για τη διατύπωση του ερωτήματος της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης.

Πίνακας 2.1: Μέθοδος PICO

Population	“cerebral palsy” AND (“children” OR “adolescents”) AND
Intervention	(“muscle stretching exercises” OR “stretching”) AND
Comparison	(“control group” OR “conventional group” OR “comparison group” OR “usual therapy”) AND
Outcome	(“functional rehabilitation” OR “ambulation” OR “gross motor function” OR “walking” OR “gait function” OR “spasticity” OR “stiffness”) AND
Study	“randomized control trial”

2.2 Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού

Η επιλεξιμότητα των μελετών έγινε με βάση τα εξής κριτήρια: α) τα άρθρα να είναι δημοσιευμένα στα αγγλικά σε πλήρες κείμενο, β) οι συμμετέχοντες να έχουν διαγνωσθεί με εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής, γ) οι συμμετέχοντες να είναι παιδιά και έφηβοι ηλικίας έως 18 ετών, δ) να χρησιμοποιούνται οι διατάσεις ως μέθοδος θεραπείας τουλάχιστον σε μία από τις εξεταζόμενες ομάδες, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλη θεραπευτική μέθοδο, ε) να αξιολογείται τουλάχιστον μια από τις μεταβλητές της λειτουργικότητας, όπως έχουν καθοριστεί από το σύστημα ICF, στ) η μελέτη να αποτελεί Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Δοκιμή ή Τυχαιοποιημένη Κλινική Δοκιμή (Randomized Controlled Trial/Randomized Clinical Trial-RCT). Οι μελέτες που δεν επιλέχθηκαν δεν πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης ή/και περιείχαν ένα από τα παρακάτω κριτήρια αποκλεισμού: α) οι μελέτες να ανήκουν σε οποιαδήποτε άλλη κατηγορία εκτός από RCT, β) οι συμμετέχοντες να είναι τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα, γ) οι συμμετέχοντες να είναι ενήλικες ηλικίας >18 ετών, δ) τα άρθρα να είναι δημοσιευμένα πριν το 2013, ε) να μην αναφέρονται τα αποτελέσματα της έρευνας, στ) στα άρθρα να χρησιμοποιείται ως μέθοδος θεραπείας η διάταση μέσω νάρθηκα.

Πίνακας 2.2: Κριτήρια ένταξης

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ

Άρθρα δημοσιευμένα στα αγγλικά σε πλήρες κείμενο

Συμμετέχοντες με εγκεφαλική παράλυση σπαστικής μορφής

Παιδιά και έφηβοι ηλικίας 1 έως 18 ετών

Χρήση διατάσεων σε τουλάχιστον μία ομάδα, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με άλλη θεραπευτική μέθοδο

Αξιολόγηση σε τουλάχιστον μιας απο τις μεταβλητές της λειτουργικότητας

Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη δοκιμή ή Τυχαιοποιημένη Κλινική Δοκιμή (Randomized Controlled Trial/Randomized Clinical Trial-RCT)

Πίνακας 2.3: Κριτήρια αποκλεισμού

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Άλλης μορφής άρθρο εκτός από RCT

Τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα

Ενήλικες >18 ετών

Άρθρα δημοσιευμένα πριν το 2013

Άρθρα που δεν αναφέρονται τα αποτελέσματα της έρευνας

Χρήση νάρθηκα ως βοήθημα διάτασης, σαν μέθοδο θεραπείας

2.3 Διαδικασία επιλογής μελετών και εξαγωγή δεδομένων

Η επιλογή των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε έπειτα από αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, PEDro, Scopus, Cochrane Library και Google Scholar. Αφού ολοκληρώθηκε η αρχική επιλογή, αφαιρέθηκαν οι διπλότυπες μελέτες με χειροκίνητο τρόπο. Στη συνέχεια μελετήθηκε ο τίτλος και έπειτα η περίληψη στις εναπομείναντες, προκειμένου να επιλεγθούν οι σχετικότερες. Τέλος εξετάστηκε το πλήρες κείμενο και επαληθεύθηκαν οι μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και δε περιείχαν κανένα από τα κριτήρια αποκλεισμού. Η συνολική διαδικασία πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από τις 2 ερευνήτριες χωρίς να προκύψει διαφωνία.

2.4 Αξιολόγηση μεθοδολογικής ποιότητας

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση αξιολογήθηκαν ως προς την μεθοδολογική τους ποιότητα με τη χρήση της κλίμακας Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (Πίνακας 2.4). Η κλίμακα PEDro αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο μέσο αξιολόγησης της εσωτερικής και εξωτερικής εγκυρότητας τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων κλινικών δοκιμών που αφορούν φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις (Kjølhede et al 2012; Paci et al 2022). Αποτελείται από 11 κριτήρια από τα οποία, το κριτήριο 1 αφορά στην εξωτερική εγκυρότητα και σχετίζεται με τα κριτήρια συμπερίληψης των συμμετεχόντων στην ελεγχόμενη κλινική δοκιμή (Dominguez-Romero et al 2021). Τα κριτήρια 2 έως 9 αξιολογούν την εσωτερική εγκυρότητα ενώ τα κριτήρια 10 και 11 αξιολογούν τις στατιστικές πληροφορίες που περιέχει μια μελέτη (Murray et al 2013). Κάθε κριτήριο, με εξαίρεση το κριτήριο 1, βαθμολογείται με 1 ή 0 ανάλογα με το αν συναντάται ή όχι στη μελέτη, αντίστοιχα. Η μέγιστη συνολική βαθμολογία μιας μελέτης, που προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών των κριτηρίων, είναι το 10, καθώς το πρώτο κριτήριο δε συνυπολογίζεται στην συνολική βαθμολογία (Paci et al 2022). Μια μελέτη με βαθμολογία χαμηλότερη από 4 κρίνεται χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας, από 4 έως 5 μέτριας, από 6 έως 8 υψηλής, ενώ μελέτη με βαθμολογία 9 έως 10 θεωρείται εξαιρετικής μεθοδολογικής ποιότητας (Gomez-Cuaresma et al 2021).

Πίνακας 2.4: Κλίμακα PEDro

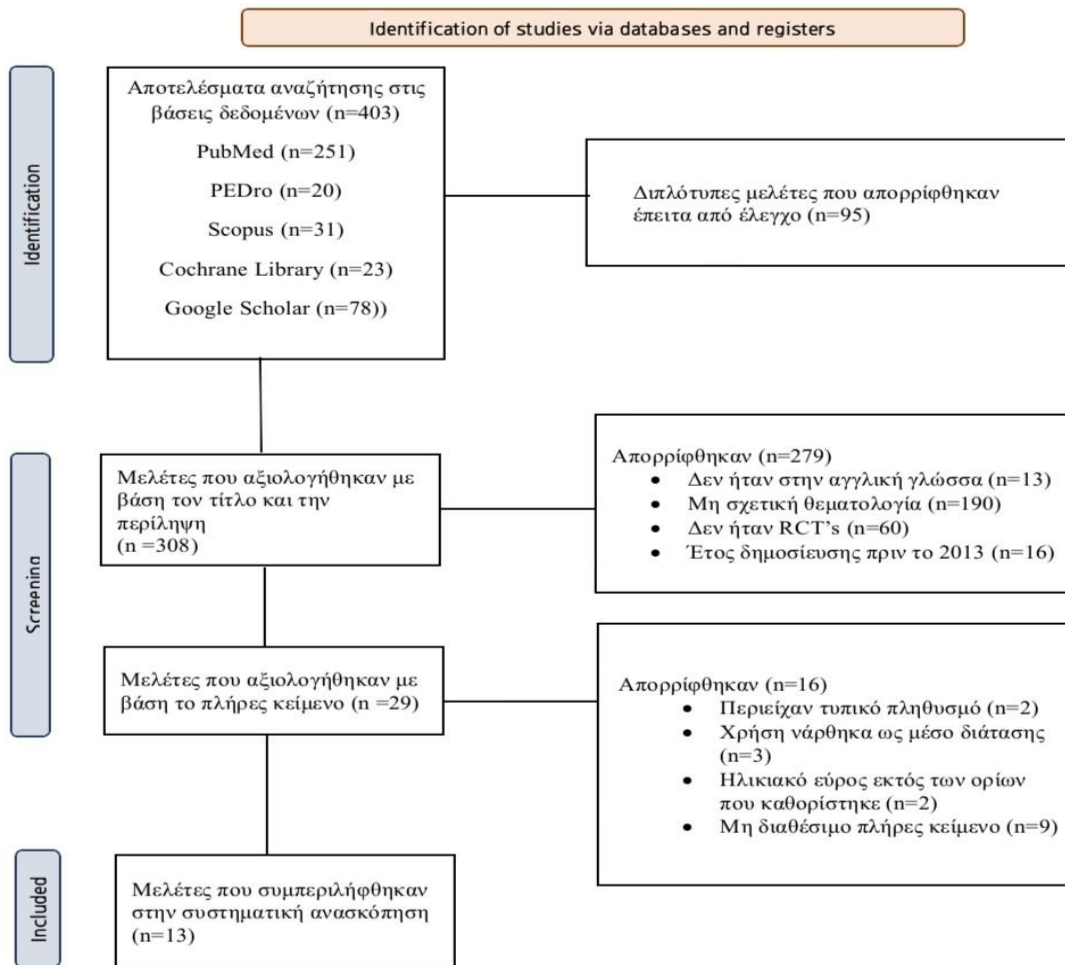
1. Καθορισμός κριτηρίων επιλεξιμότητας
2. Τυχαιοποιημένη κατανομή
3. Τυφλή τοποθέτηση συμμετεχόντων
4. Ομοιότητα αρχικών τιμών μεταβλητών
5. Τυφλή μελέτη σε σχέση με τους συμμετέχοντες
6. Τυφλή μελέτη σε σχέση με τους θεραπευτές
7. Τυφλή μελέτη σε σχέση με τους αξιολογητές των αποτελεσμάτων
8. Μέτρηση τιμών των κύριων μεταβλητών με ποσοστό τουλάχιστον 85% του αρχικού αριθμού συμμετεχόντων
9. Ανάλυση αποτελεσμάτων με βάση το αρχικό δείγμα στην παρέμβαση
10. Σύγκριση στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ τουλάχιστον δύο ομάδων με τουλάχιστον ένα μέσο αξιολόγησης
11. Στατιστικοί δείκτες και μέτρα μεταβλητότητας για τουλάχιστον ένα από τα μέτρα αξιολόγησης

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα αναζήτησης

Κατά την αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων εντοπίστηκαν συνολικά 403 μελέτες από τις οποίες απορρίφθηκαν 95 διπλότυπες. Οι 308 εναπομείναντες αξιολογήθηκαν για την καταλληλότητα τους με βάση τον τίτλο και την περίληψη. Αφαιρέθηκαν 279 μελέτες, από τις οποίες 13 ήταν σε διαφορετική γλώσσα από την αγγλική, 190 δεν ανήκαν στο φάσμα της θεματολογίας που είχε οριστεί, 60 μελέτες δεν ανήκαν στην κατηγορία των RCT's και 16 ήταν δημοσιευμένες πριν το 2013. Το πλήρες κείμενο εξετάστηκε σε 29 μελέτες από τις οποίες απορρίφθηκαν οι 16 καθώς δε πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης ή περιείχαν κάποιο από τα κριτήρια αποκλεισμού. Αναλυτικότερα, 2 από τις μελέτες είχαν συμπεριλάβει στην έρευνα τους τυπικό πληθυσμό, σε 3 χρησιμοποιούνταν ο νάρθηκας ως μέσο διάτασης για την αντιμετώπιση της σπαστικότητας, 2 περιείχαν άτομα ηλικίας εκτός των ορίων που καθορίστηκαν στα κριτήρια ,ενώ 9 από τις μελέτες δε διέθεταν το πλήρες κείμενο. Ο συνολικός αριθμός των μελετών που προέκυψε μετά το πέρας της διαδικασίας και χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή της συστηματικής ανασκόπησης ήταν 13. Στο διάγραμμα ροής PRISMA (Διάγραμμα 3.1) που απεικονίζεται παρακάτω, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία και τα αποτελέσματα της αναζήτησης.

Διάγραμμα 3.1: Στρατηγική Αναζήτησης Ερευνών - PRISMA 2020 Flow Diagram



3.2 Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών

Η αξιολόγηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών, που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση, έγινε με τη χρήση της κλίμακας PEDro. Συγκεκριμένα, 7 μελέτες χαρακτηρίστηκαν ως μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και 6 ως υψηλής. Αναλυτικότερα, από τις μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας έρευνες, οι 3 βαθμολογήθηκαν με 4/10 και οι άλλες 4 με 5/10, ενώ 5 εκ των ερευνών υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας είχαν βαθμολογία 6/10 και 1 βαθμολογία 7/10. Ο μέσος όρος βαθμολογίας των ερευνών υπολογίστηκε σε 5,3/10. Η διαδικασία αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε ανεξάρτητα από τις 2 ερευνήτριες (ΤΘ, ΦΕ) για όλες τις έρευνες και η τελική βαθμολογία της κάθε μιας προέκυψε έπειτα από συζήτηση για την επίλυση των διαφωνιών που

προέκυψαν. Αναλυτικά η βαθμολογία κάθε τυχαιοποιημένης ελεγχόμενης κλινικής δοκιμής παρουσιάζεται παρακάτω στον πίνακα (Πίνακας 3.2)

Πίνακας 3.2: Βαθμολογία ερευνών στη κλίμακα PEDro

Έρευνα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	ΣΚΟΡ
Ahmadizadeh et al 2019		1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	5/10
Ahmed et al 2021		1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6/10
Bhattacharya et al 2017		1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Elanchezhian & Swarnakumari 2019		1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/10
Fosdahl et al 2019		1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6/10
Fosdahl et al 2019		1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
Kalkman et al 2019		1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	6/10
Khan et al 2022		1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Kruse et al 2022		1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Kruse et al 2023		1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Salphale et al 2022		1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/10
Shaikh et al 2019		1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Theis et al 2015		1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4/10
Μέσος Όρος (MO)												5,3/10

3.3 Αριθμός και χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριελήφθησαν 13 μελέτες, στις οποίες συμμετείχαν συνολικά 470 ασθενείς. Οι συμμετέχοντες, οι οποίοι ταξινομήθηκαν τυχαίοποιημένα σε ομάδες, ανήκαν και στα δύο φύλα και το ηλικιακό τους εύρος κυμαινόταν από 1-18 ετών. Όλοι είχαν διαγνωστεί με Εγκεφαλική Παράλυση σπαστικής μορφής, ενώ όσον αφορά την τοπογραφική κατανομή της πάθησης, η εικόνα διέφερε μεταξύ των ασθενών με περιπτώσεις ημιπληγίας, μονοπληγίας, διπληγίας και τετραπληγίας. Ως προς την λειτουργική τους ταξινόμηση σύμφωνα με τη κλίμακα GMFCS οι συμμετέχοντες ανήκαν σε ένα από τα επίπεδα I-IV, ενώ δεν υπήρχαν περιπτώσεις επιπέδου V. Παράλληλα ως προς την ταξινόμηση της σπαστικότητας κατά τη κλίμακα MAS (Modified Ashworth Scale), ο μυϊκός τόνος των ασθενών κυμαινόταν από 1-4. Στον Πίνακα 3.3 παρατίθενται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων της κάθε μελέτης.

Πίνακας 3.3: Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

Έρευνα	Αριθμός συμμετεχόντων	Ηλικία συμμετεχόντων	Τύπος ΕΠ (Κινητική διαταραχή/ Τοπογραφική κατανομή)	Ταξινόμηση
Ahmadizadeh et al 2019	20 (Πειραματική ομάδα: 10 Ομάδα ελέγχου: 10)	4-12 ετών	Σπαστικότητα/ Ημιπληγία Διπληγία Τετραπληγία	I-III (GMFCS)
Ahmed et al 2021	60 (Ομάδα με βακλοφαίνη: 20 Ομάδα διατάσεων: 20 Ομάδα με βακλοφαίνη +διατάσεις: 20)	5-12 ετών	Σπαστικότητα/ Δεν αναφέρεται	≥ 2 (MAS)
Bhattacharya et al 2017	95 (Ομάδα παρέμβασης: 41 Ομάδα ελέγχου: 54)	1-12 ετών	Σπαστικότητα/ Ημιπληγία Διπληγία Μονοπληγία	1-2+ (MAS)
Elanchezhian &	40 (Πειραματική ομάδα: 20)	4-12 ετών	Σπαστικότητα/ Διπληγία	1-3 (MAS)

Swarnakumari 2019	Συμβατική ομάδα: 20			
Fosdahl et al 2019	37 (Ομάδα παρέμβασης: 17 Ομάδα σύγκρισης: 20)	7-15 ετών	Σπαστικότητα/ Διπληγία	I-III (GMFCS)
Fosdahl et al 2019	37 (Ομάδα παρέμβασης: 17 Ομάδα σύγκρισης: 20)	7-15 ετών	Σπαστικότητα/ Αμφοτερόπλευρη	I-III (GMFCS)
Kalkman et al 2019	22 (Ομάδα παρέμβασης: 12 Ομάδα ελέγχου: 10)	7-14 ετών	Σπαστικότητα/ Ημιπληγία Διπληγία	I-III (GMFCS)
Khan et al 2022	28 (Ομάδα παρέμβασης: 14 Ομάδα ελέγχου: 14)	2-10 ετών	Σπαστικότητα/ Δεν αναφέρεται	(1+)-3 (MAS)
Kruse et al 2022	24 (Ομάδα PNF: 13 Ομάδα στατικών διατάσεων: 11)	6-15 ετών	Σπαστικότητα/ Μονόπλευρη Αμφοτερόπλευρη	I-III (GMFCS)
Kruse et al 2023	24 (Ομάδα PNF: 13 Ομάδα στατικών διατάσεων: 11)	6-15 ετών	Σπαστικότητα/ Μονόπλευρη Αμφοτερόπλευρη	I-III (GMFCS)
Salphale et al 2022	40 (Ομάδα PNF με λειτουργική εκπαίδευση: 20 Ομάδα λειτουργικής εκπαίδευσης: 20)	8-12 ετών	Σπαστικότητα/ Διπληγία	I-III (GMFCS)
Shaikh et al 2019	30 (Ομάδα ενεργητικών διατάσεων: 15)	4-18 ετών	Σπαστικότητα/ Δεν αναφέρεται	≤ 2 (MAS)

	Ομάδα έκκεντρης προπόνησης: 15			
Theis et al 2015	13 (Πειραματική ομάδα: 7 Ομάδα ελέγχου: 6	8-14 ετών	Σπαστικότητα/ Διπληγία Τετραπληγία	III,IV (GMFCS)

3.4 Χαρακτηριστικά θεραπευτικής παρέμβασης

Στην έρευνα των Ahmadizadeh et al (2019) εξετάστηκε η επίδραση του Whole Body Vibration (WBV) και των διατάσεων στα κάτω άκρα παιδιών με ΕΠ. Η πειραματική ομάδα εφάρμοσε ασκήσεις παθητικών διατάσεων των καμπτήρων και προσαγωγών του ισχίου, των οπίσθιων μηριαίων και των πελματιαίων καμπτήρων σε συνδυασμό με WBV, ενώ η ομάδα ελέγχου υποβλήθηκε μόνο σε παθητικές διατάσεις των ίδιων μυϊκών ομάδων. Συγκεκριμένα, για τη διάταση του λαγονοψοΐτη μυ το παιδί βρισκόταν σε ύπτια θέση με το ένα κάτω άκρο του σε κάμψη ισχίου και γόνατος κοντά στη κοιλιά και το άλλο σε πλήρη έκταση, ενώ από την ίδια θέση με απαγωγή του ισχίου πραγματοποιήθηκε και η διάταση των προσαγωγών. Από την ύπτια θέση διατάθηκαν και οι οπίσθιοι μηριαίοι με το ένα πόδι σε πλήρη έκταση και το άλλο σε κάμψη ισχίου και έκταση γόνατος, αλλά και οι μυς γάμπας με το γόνατο σε έκταση και την ποδοκνημική άρθρωση σε ραχιαία κάμψη. Η κάθε διάταση διήρκεσε 40 δεύτερα και επαναλήφθηκε 3 φορές (συνολικά 2 λεπτά η διάταση της κάθε μυϊκής ομάδας). Στη συνέχεια, οι ασθενείς τοποθέτησαν τα κάτω άκρα στη βάση της συσκευής WBV και έλαβαν δονήσεις συχνότητας 20-24 Hz για 3 λεπτά, με 3 λεπτά ξεκούρασης, μια διαδικασία που επαναλήφθηκε 3 φορές (συνολικά 18 λεπτά). Οι ασθενείς στην ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των διατάσεων στέκονταν πάνω στη συσκευή WBV για 18 λεπτά χωρίς αυτή να είναι ενεργή. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος και για τις 2 ομάδες ήταν 6 εβδομάδες με συχνότητα 3 μέρες την εβδομάδα.

Οι Ahmed et al (2021) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των διατάσεων και της χορήγησης βακλοφαίνης, μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, στη σπαστικότητα και στην πρόσληψη υγρών και θερμίδων σε παιδιά με ΕΠ. Στην πρώτη ομάδα οι ασθενείς λάμβαναν βακλοφαίνη 5mg κάθε 6-8 ώρες και συνολική ποσότητα από 15-160 mg ημερησίως, ενώ στη δεύτερη ομάδα γινόταν εφαρμογή παρατεταμένων διατάσεων βασικών μυϊκών ομάδων στα άνω και κάτω άκρα, με κράτημα 30 δευτερολέπτων σε κάθε διάταση, ξεκούραση και επανάληψη 3-5 φορές. Οι διατάσεις

πραγματοποιούνταν κάθε δεύτερη μέρα κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Στην τελευταία ομάδα οι ασθενείς υποβάλλονταν σε συνδυασμό των 2 μεθόδων θεραπείας με τις ίδιες δόσεις. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος για όλες τις ομάδες ήταν 6 εβδομάδες.

Οι Bhattacharya et al (2017) μελέτησαν την επίδραση τεχνικών μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης και διατάσεων στην σπαστικότητα παιδιών με ΕΠ. Η ομάδα παρέμβασης υποβλήθηκε σε τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης ενώ η ομάδα ελέγχου σε παθητικές διατάσεις των πελματιαίων καμπτήρων. Κάθε ομάδα εφάρμοσε 5 επαναλήψεις της τεχνικής για κάθε μυ με κράτημα 20-60 δεύτερα, 6 μέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες.

Στην έρευνα των Elanchezhian & Swarnakumari (2019) η ομάδα παρέμβασης εφάρμοσε κατά σειρά κρυοθεραπεία, παθητικές διατάσεις και ένα τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας ενώ η ομάδα ελέγχου παρακολούθησε μόνο το τυπικό πρόγραμμα, προκειμένου να ελεγχθούν τα αποτελέσματα στη βάδιση παιδιών με ΕΠ. Αναλυτικά, η κρυοθεραπεία εφαρμόστηκε για 20 λεπτά στους προσαγωγούς του ισχίου, στους οπίσθιους μηριαίους, τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο. Οι παθητικές διατάσεις των μυών εφαρμόστηκαν σε 3 σετ των 5 επαναλήψεων για κάθε μυ, με κράτημα 60 δεύτερα και χαλάρωση 30 δεύτερα, ενώ ανάμεσα στα σετ της κάθε μυϊκής ομάδας υπήρξε χαλάρωση 60 δευτερολέπτων. Το τυπικό πρόγραμμα που εφαρμόστηκε περιλάμβανε παθητικές κινήσεις και διατάσεις ακολουθούμενες από 10 επαναλήψεις των ασκήσεων: σήκωμα-κάθισμα, πορεία από καθιστή θέση, λάκτισμα μπάλας, κράτημα του κάτω άκρου κοντά στο στήθος με τη χρήση των άνω άκρων και αργή επιστροφή στην αρχική του θέση, προβολή των κάτω άκρων παράλληλα στο έδαφος, εναλλάξ, από καθιστή θέση και στη συνέχεια εκπαίδευση βάδισης. Και οι 2 ομάδες ακολούθησαν το πρόγραμμά τους για 6 εβδομάδες, 3 μέρες την εβδομάδα, 45 λεπτά η κάθε συνεδρία, ενώ μετά το τέλος της οι ασθενείς φορούσαν τους νάρθηκές τους.

Οι Fosdahl et al (2019) δημοσίευσαν 2 μελέτες στις οποίες μελέτησαν την επίδραση προγράμματος διάρκειας 32 εβδομάδων, που συμπεριλάμβανε ασκήσεις διάτασης και ενδυνάμωσης, στην βάδιση, στο εύρος τροχιάς και στην δύναμη των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος παιδιών με εγκεφαλική παράλυση. Και στις 2 μελέτες (Fosdahl et al 2019; Fosdahl et al 2019) εφαρμόστηκε το ίδιο πρόγραμμα ασκήσεων. Η ομάδα παρέμβασης έκανε διατάσεις των οπίσθιων μηριαίων και ασκήσεις ενδυνάμωσης κυρίως στους εκτεινόντες των κάτω άκρων, ενώ η ομάδα ελέγχου ακολούθησε τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Η πρώτη ομάδα ακολούθησε 16 εβδομάδες παρέμβασης, 3 μέρες την εβδομάδα (2 με τον φυσικοθεραπευτή και 1

από το σπίτι) και 16 εβδομάδες διατήρησης, 1 μέρα την εβδομάδα. Η ομάδα ελέγχου παρακολουθούσε το κλασικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας 1-2 μέρες την εβδομάδα, με την οδηγία να μην εισάγει νέες παρεμβάσεις κατά την διάρκεια των 32 εβδομάδων. Αναλυτικότερα, το πρόγραμμα της ομάδας παρέμβασης τις πρώτες 16 εβδομάδες με τον φυσικοθεραπευτή αποτελούνταν από προθέρμανση 5 λεπτών σε διάδρομο ή στατικό ποδήλατο. Έπειτα, εφαρμόζαν αμφοτερόπλευρη διάταση των οπίσθιων μηριαίων από ύπτια θέση με το ισχίο σε κάμψη 90° και ενεργητική έκταση γόνατος, κράτημα για 5 δευτέρα και εφαρμογή περαιτέρω διάτασης από τον φυσικοθεραπευτή μέχρι την τελική τροχιά με κράτημα για 40 δευτέρα. Η διάταση πραγματοποιήθηκε αμφοτερόπλευρα με 5 επαναλήψεις από την κάθε πλευρά. Στο τέλος εκτελούσαν ασκήσεις ενδυνάμωσης με σακίδιο στη πλάτη όπως, καθίσματα, ανύψωση στις μύτες, βηματισμός σε σκαλοπάτι ενώ από ύπτια θέση πραγματοποιούσαν έκταση γόνατος ενάντια σε αντίσταση από το χέρι του φυσικοθεραπευτή. Οι ασκήσεις αντίστασης εφαρμόζονταν σε 2 σετ των 12 επαναλήψεων (1^η και 2^η εβδομάδα), 3 σετ των 12 επαναλήψεων (3^η ως 5^η εβδομάδα), 3 σετ των 10 επαναλήψεων (6^η ως 8^η εβδομάδα) και 3 σετ των 8 επαναλήψεων (μετά τις 8 εβδομάδες). Το πρόγραμμα θεραπείας από το σπίτι για την ομάδα παρέμβασης περιείχε παθητική διάταση των οπίσθιων μηριαίων από καθιστή θέση με το άκρο τεντωμένο μπροστά και κλίση κορμού εμπρός με κράτημα 45 δευτερολέπτων και 5 επαναλήψεις, αλλά και καθίσματα με σακίδιο στη πλάτη. Όσον αφορά το πρόγραμμα διατήρησης (16^η-32^η εβδομάδα), αποτελούνταν από τις 2 ασκήσεις που εφαρμόζονταν στο σπίτι. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε μόνο την τυπική φυσικοθεραπεία που περιλάμβανε ασκήσεις ενδυνάμωσης, διάτασης, κολύμπι, λειτουργική εκπαίδευση ή ιπασία.

Στην έρευνα των Kalkman et al (2019) εξετάστηκε η εφαρμογή ασκήσεων διάτασης και ενδυνάμωσης για 10 εβδομάδες σε παιδιά με ΕΠ. Στην ομάδα παρέμβασης δόθηκαν ασκήσεις ενδυνάμωσης του γαστροκνημίου και υποκνημιδίου για 4 εβδομάδες και ακολούθως συνδυασμός ασκήσεων διάτασης και ασκήσεων ενδυνάμωσης των παραπάνω μυών για 6 εβδομάδες. Η ομάδα ελέγχου εφαρμόσε ασκήσεις ενδυνάμωσης των άνω άκρων για 4 εβδομάδες και στη συνέχεια διατάσεις του γαστροκνημίου και υποκνημιδίου για 6 εβδομάδες. Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης για την ομάδα παρέμβασης περιλάμβανε ανυψώσεις στις μύτες του ενός ποδιού, για ενδυνάμωση των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής άρθρωσης, σε 3 σετ των 12 επαναλήψεων. Σε περίπτωση που δεν μπορούσαν να εκτελεστούν πάνω από 6 επαναλήψεις η ανύψωση γινόταν και στα δύο πόδια με εφαρμογή 4 σετ, ενώ με εκτέλεση άνω των 12 επαναλήψεων προστιθόταν σακίδιο πλάτης κατά την εφαρμογή. Στην ομάδα ελέγχου, η άσκηση ενδυνάμωσης αφορούσε κάμψεις αγκώνα με αλτήρες με παρόμοιο πρωτόκολλο με της ομάδας παρέμβασης. Οι ασκήσεις διάτασης

ήταν ίδιες και για τις δύο ομάδες και περιλάμβαναν μια αυτοδιάταση απο όρθια θέση με στήριξη των χεριών στον τοίχο και προβολή του ενός ποδιού προς τα πίσω, με παράλληλη κλίση του κορμού εμπρός και μία διάταση από ύπτια θέση με ανασήκωμα του ποδιού, το γόνατο σε κάμψη 90°, παθητική ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής και αργή έκταση γόνατος από αυτή τη θέση. Σε κάθε διάταση υπήρχε κράτημα 1 λεπτού και 10 επαναλήψεις. Το πρόγραμμα και για τις 2 ομάδες πραγματοποιούνταν με συχνότητα 4 μέρες την εβδομάδα (1 με τον φυσικοθεραπευτή και 3 από το σπίτι).

Οι Khan et al (2022) μελέτησαν την επίδραση των διατάσεων και την εφαρμογή Kinesio Tapping (KT) στην σπαστικότητα παιδιών με ΕΠ. Η ομάδα παρέμβασης υποβλήθηκε αρχικά σε υγρή θερμότητα στον γαστροκνήμιο και υποκνημίδιο για 10 λεπτά και σε ηλεκτρομυϊκό ερεθισμό στους ραχιαίους καμπτήρες για 5 λεπτά. Στη συνέχεια έλαβε παρατεταμένη διάταση του γαστροκνημίου και υποκνημιδίου για 3 σετ των 5 επαναλήψεων με κράτημα για 15-30 δεύτερα και εφαρμόστηκε για 48 ώρες, ταινία στη μερική θέση διάτασης του κάθε μυ στο 45-60% της έντασης. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 3 συνεδρίες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες, με 35 λεπτά διάρκειας η κάθε συνεδρία. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε την ίδια διαδικασία, χωρίς την εφαρμογή ταινιών στους μυς της γαστροκνημίας, με συχνότητα 5 συνεδρίες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες, με 35 λεπτά διάρκειας η κάθε συνεδρία.

Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) μελέτησαν την εφαρμογή στατικών διατάσεων και PNF στα κάτω άκρα παιδιών με ΕΠ. Οι ασκήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν ίδιες και στις 2 μελέτες. Η μία ομάδα εφάρμοσε 10 στατικές διατάσεις στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης με το γόνατο σε έκταση και κάμψη εναλλάξ. Από πρηνή θέση εφαρμόστηκε παθητική ραχιαία κάμψη στην ποδοκνημική μέχρι το τέλος της τροχιάς, με το γόνατο σε έκταση, κράτημα και χαλάρωση για 30 δεύτερα η κάθε φάση. Στη συνέχεια η ίδια διαδικασία συνεχίστηκε με το γόνατο σε 90° κάμψης. Η δεύτερη ομάδα υποβλήθηκε σε τεχνικές PNF. Ωστόσο, οι Kruse et al (2022) πραγματοποίησαν 1 συνεδρία με τον θεραπευτή, ενώ στη μελέτη των Kruse et al (2023) εφαρμόστηκαν από το σπίτι με τη βοήθεια των γονέων, 4 συνεδρίες την εβδομάδα, για 8 εβδομάδες και στις 2 ομάδες, έπειτα από οδηγίες που δόθηκαν στις οικογένειες.

Η επίδραση της PNF στην ισορροπία και στη βάρδιση παιδιών με ΕΠ εξετάστηκε στην έρευνα των Salphale et al (2022). Οι ασθενείς κατανεμήθηκαν σε 2 ομάδες όπου η ομάδα Α εφάρμοσε τεχνικές PNF στην πύελο για 15 λεπτά σε κάθε πλευρά, σε συνδυασμό με λειτουργικές ασκήσεις 30 λεπτών, 6 μέρες την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Η PNF περιλάμβανε ρυθμική έναρξη

(παθητικές κινήσεις, ενεργητικές υποβοηθούμενες, ενεργητικές και τέλος ενεργητικές κινήσεις ενάντια σε αντίσταση) και αργές αναστροφές (δυναμικές συσπάσεις των ανταγωνιστών ακολουθούμενες από δυναμικές συσπάσεις των αγωνιστών μυών). Κατά τη λειτουργική εκπαίδευση οι ασθενείς εφάρμοζαν ασκήσεις προσέγγισης, καθίσματα και βάδιση στο έδαφος. Η ομάδα Β ακολούθησε για 4 εβδομάδες λειτουργική εκπαίδευση, εφαρμόζοντας τις ίδιες ασκήσεις με την ομάδα Α στην ίδια συχνότητα και διάρκεια.

Στην μελέτη των Shaikh et al (2019) εφαρμόστηκαν ενεργητικές διατάσεις στους οπίσθιους μηριαίους μυς στην ομάδα Α, ενώ η ομάδα Β υποβλήθηκε σε έκκεντρη προπόνηση, για να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα τους στη μείωση της σπαστικότητας και στη βελτίωση των επιπέδων λειτουργικότητας σε παιδιά με ΕΠ. Οι δύο ομάδες ακολούθησαν το πρόγραμμα για 1 εβδομάδα κάθε μέρα, με εφαρμογή 5 επαναλήψεων των ασκήσεων που εκτελούσαν, σε κάθε συνεδρία.

Τέλος, οι Theis et al (2015) σύγκριναν την εφαρμογή παθητικών διατάσεων με την εφαρμογή ενός προγράμματος φυσικής δραστηριότητας σε παιδιά με ΕΠ. Η πειραματική ομάδα ακολούθησε πρόγραμμα παθητικών διατάσεων και φυσικής δραστηριότητας 6 εβδομάδων, με συχνότητα 4 μέρες την εβδομάδα, ενώ η ομάδα ελέγχου παρακολούθησε μόνο το πρόγραμμα δραστηριοτήτων με ίδια συχνότητα και συνολική διάρκεια. Αναλυτικότερα, εφαρμόστηκε παθητική ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης από καθιστή θέση, με το άκρο ανασηκωμένο και το γόνατο σε πλήρη έκταση. Η διάταση αποτελούνταν από κράτημα 60 δευτερολέπτων στη τελική θέση ραχιαίας κάμψης, χαλάρωση για 30 δεύτερα και συνολική διάρκεια εφαρμογής 15 λεπτά από το κάθε πόδι, σε κάθε συνεδρία. Το πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας περιλάμβανε δυναμικές ασκήσεις κινητικότητας και τη χρήση ορθωτήρα, για 3-4 ώρες την εβδομάδα.

Όπως προκύπτει από την παραπάνω αναλυτική περιγραφή των ερευνών, η χρονική διάρκεια των παρεμβάσεων κυμαινόταν από 1 μεμονωμένη συνεδρία ως και 32 εβδομάδες, ενώ η συχνότητα εφαρμογής ποίκιλλε από 1 φορά την εβδομάδα έως και κάθε μέρα. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 3.4) αντιστοιχεί στη περιγραφή των θεραπευτικών παρεμβάσεων που εφαρμόστηκαν σε κάθε μία από τις 13 μελέτες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης.

Πίνακας 3.4: Χαρακτηριστικά παρεμβάσεων

Έρευνα	Ομάδες θεραπείας	Θεραπευτικό μέσο	Συνολική διάρκεια προγράμματος	Συχνότητα παρέμβασης
Ahmadizadeh et al 2019	Πειραματική ομάδα:	Παθητικές διατάσεις + WBV	6 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Παθητικές διατάσεις	6 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα
Ahmed et al 2021	Ομάδα με βακλοφαίνη:	Χορήγηση βακλοφαίνης	6 εβδομάδες	7 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα διατάσεων:	Παρατεταμένες διατάσεις	6 εβδομάδες	Εναλλασσόμενες μέρες
	Ομάδα συνδυασμού:	Χορήγηση βακλοφαίνης + Παρατεταμένες διατάσεις	6 εβδομάδες	7 μέρες/εβδομάδα + Εναλλασσόμενες μέρες
Bhattacharya et al 2017	Ομάδα παρέμβασης:	Τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης	12 εβδομάδες	6 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Παθητικές διατάσεις	12 εβδομάδες	6 μέρες/εβδομάδα
Elanchezhian & Swarnakumari 2019	Πειραματική ομάδα:	Κρυοθεραπεία + Παθητικές διατάσεις + Κλασική φυσικοθεραπεία	6 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Κλασική φυσικοθεραπεία	6 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα
Fosdahl et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ενεργητικές και παθητικές διατάσεις + Ασκήσεις ενδυνάμωσης	32 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα (στάδιο παρέμβασης), 1 μέρα/εβδομάδα (στάδιο διατήρησης)
	Ομάδα σύγκρισης:	Κλασική φυσικοθεραπεία	32 εβδομάδες	1-2 μέρες/εβδομάδα
Fosdahl et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ενεργητικές και παθητικές διατάσεις +	32 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα (στάδιο παρέμβασης),

		Ασκήσεις ενδυνάμωσης		1 μέρα/εβδομάδα (στάδιο διατήρησης)
	Ομάδα σύγκρισης:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	32 εβδομάδες	1-2 μέρες/εβδομάδα
Kalkman et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ασκήσεις ενδυνάμωσης κάτω άκρων + Ασκήσεις διάτασης κάτω άκρων	10 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Ασκήσεις ενδυνάμωσης άνω άκρων + Ασκήσεις διάτασης κάτω άκρων	10 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα
Khan et al 2022	Ομάδα παρέμβασης:	Παρατεταμένη διάταση + Kinesio Tapping	4 εβδομάδες	3 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Παρατεταμένη διάταση	4 εβδομάδες	5 μέρες/εβδομάδα
Kruse et al 2022	Ομάδα στατικών διατάσεων:	Στατικές διατάσεις	1 συνεδρία	1 συνεδρία
	Ομάδα PNF:	PNF	1 συνεδρία	1 συνεδρία
Kruse et al 2023	Ομάδα στατικών διατάσεων:	Στατικές διατάσεις	8 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα PNF:	PNF	8 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα
Salphale et al 2022	Ομάδα A:	PNF + Ασκήσεις λειτουργικότητας	4 εβδομάδες	6 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα B:	Ασκήσεις λειτουργικότητας	4 εβδομάδες	6 μέρες/εβδομάδα
Shaikh et al 2019	Ομάδα A:	Ενεργητικές διατάσεις	1 εβδομάδα	7 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα B:	Έκκεντρη προπόνηση	1 εβδομάδα	7 μέρες/εβδομάδα

Theis et al 2015	Πειραματική ομάδα:	Ασκήσεις διάτασης	6 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα
	Ομάδα ελέγχου:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	6 εβδομάδες	4 μέρες/εβδομάδα

3.5 Εργαλεία αξιολόγησης μεταβλητών

3.5.1 Εύρος τροχιάς

Το εύρος τροχιάς της άρθρωσης εξετάστηκε σε 9 μελέτες (Ahmadizadeh et al 2019; Bhattacharya et al 2017; Fosdahl et al 2019; Kalkman et al 2019; Khan et al 2022; Kruse et al 2022; Kruse et al 2023; Shaikh et al 2019; Theis et al 2015). Στην έρευνα των Ahmadizadeh et al (2019) αξιολογήθηκε το παθητικό και ενεργητικό εύρος τροχιάς της κάμψης, απαγωγής και έκτασης ισχίου, έκτασης γόνατος και ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης. Η μέτρηση του παθητικού εύρους πραγματοποιήθηκε 30-60 sec μετά την διάταση και ενώ το άκρο βρισκόταν στο τέλος της τροχιάς, σε αντίθεση με το ενεργητικό, όπου η μέτρηση έγινε μετά από 3 sec. Για την μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν ένα γωνιόμετρο 180° και ένα 360°, με τον ασθενή να βρίσκεται σε ύπτια ή πρηνή θέση για την αξιολόγηση της τροχιάς του ισχίου και σε καθιστή θέση για το γόνατο και την ποδοκνημική άρθρωση. Οι Bhattacharya et al (2017) και Khan et al (2022) χρησιμοποιώντας γωνιόμετρο κατέγραψαν την τροχιά ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Στην έρευνα των Fosdahl et al (2019) με τη χρήση ενός πλαστικού γωνιόμετρου χειρός μετρήθηκε το ενεργητικό και παθητικό εύρος της ιγνυακής γωνίας από ύπτια θέση με το ισχίο να κάμπτεται παθητικά στις 90° και το γόνατο να εκτείνεται από αυτή τη θέση. Το εύρος τροχιάς της ιγνυακής γωνίας καταγράφηκε επίσης με τη χρήση γωνιόμετρου από τους Shaikh et al (2019), ενώ το ισχίο βρισκόταν σε κάμψη 90° και το γόνατο εκτεινόταν. Οι Kalkman et al (2019) χρησιμοποίησαν το δυναμόμετρο Humac Norm για τη μέτρηση της τροχιάς της ποδοκνημικής άρθρωσης. Ο ασθενής ήταν ξαπλωμένος σε πρηνή θέση στο κρεβάτι με το ισχίο σε έκταση και τον άκρο πόδα τοποθετημένο σε βάση του δυναμόμετρου, η οποία περιστρεφόταν χειροκίνητα για τη μέτρηση. Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) κατέγραψαν το εύρος τροχιάς ποδοκνημικής άρθρωσης, τη μέγιστη ραχιαία κάμψη και τη γωνία ηρεμίας με τη βοήθεια δυναμόμετρου κλίσης και ενός 3D συστήματος καταγραφής της κίνησης. Η μέτρηση έγινε με τον ασθενή σε πρηνή θέση και το πέλμα του τοποθετημένο σε βάση, η οποία περιστρεφόταν χειροκίνητα, ενώ το σύστημα καταγραφής απεικόνιζε το κάτω άκρο με τη βοήθεια αντανακλαστικών δεικτών που είχαν τοποθετηθεί σε συγκεκριμένες ανατομικές περιοχές του κάτω άκρου. Κατά την περιστροφή

καταγράφηκε η εφαρμοζόμενη ροπή και η γωνιακή ταχύτητα. Τέλος οι Theis et al 2015 με τη χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου Cybex Norm υπολόγισαν το εύρος τροχιάς της ποδοκνημικής άρθρωσης με χειροκίνητη περιστροφή από πελματιαία σε ραχιαία κάμψη. Οι ασθενείς παρέμεναν καθισμένοι στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με το ισχίο σε κάμψη 85° και το γόνατο σε γωνία 7° πριν τη πλήρη έκταση. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης σύστημα καταγραφής με κάμερες υπέρυθρων ακτινοβολιών LED και αντανακλαστικοί δείκτες τοποθετημένοι σε ανατομικές περιοχές του σώματος για την απεικόνιση του κάτω άκρου.

3.5.2 Μυοτενόντιες ιδιότητες

Η επίδραση των διατάσεων στις ιδιότητες των μυών και των τενόντων εξετάστηκε σε 4 μελέτες (Kalkman et al 2019; Kruse et al 2022; Kruse et al 2023; Theis et al 2015). Οι Kalkman et al 2019 χρησιμοποίησαν υπέρηχο B-mode για τη μέτρηση του μήκους του γαστροκνήμιου και του Αχίλλειου τένοντα στη θέση ηρεμίας, στη μέγιστη ραχιαία κάμψη, στη μέγιστη πελματιαία κάμψη και στις 10° πελματιαίας κάμψης, θέσεις από τις οποίες διερχόταν η άρθρωση κατά την περιστροφική κίνηση. Για την περιστροφική κίνηση της ποδοκνημικής άρθρωσης, το πέλμα τοποθετήθηκε σε μία βάση ενσωματωμένη με το δυναμόμετρο Humac Norm και η διαδικασία πραγματοποιούνταν χειροκίνητα. Οι εικόνες που ελήφθησαν από τον υπέρηχο χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό της γωνίας του αστραγάλου, ενώ μεζούρα χρησιμοποιήθηκε συνδυαστικά, για τη μέτρηση του μήκους του μυ και του τένοντα. Παράλληλα, υπολογίστηκε η ακαμψία του Αχίλλειου τένοντα από την καμπύλη δύναμης-επιμήκυνσης έπειτα από μία μέγιστη ισομετρική σύσπαση των πελματιαίων καμπτήρων. Η δύναμη προέκυψε από την διαίρεση της ροπής με τον βραχίονα ροπής για συγκεκριμένη γωνία της άρθρωσης, ενώ η ροπή ήταν αποτέλεσμα της μέτρησης με το δυναμόμετρο.

Στις μελέτες των Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) μετρήθηκαν η επιμήκυνση του γαστροκνήμιου μυ, του αχίλλειου τένοντα και της μυοτενόντιας ένωσης, κατά τη διάρκεια μια παθητικής περιστροφικής κίνησης που πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα με ένα δυναμόμετρο κλίσης πάνω στο οποίο ήταν ενσωματωμένη μία βάση πέλματος. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε υπερηχογράφημα στο οποίο αποτυπώνονταν οι αλλαγές στα μήκη καθώς η άρθρωση κινούνταν από τη θέση ηρεμίας ως τη θέση μέγιστης εφαρμοζόμενης ροπής. Διαιρώντας την επιμήκυνση του μυ και του τένοντα με τα αντίστοιχα μήκη τους στη θέση ηρεμίας υπολογίστηκε ο βαθμός παραμόρφωσής τους. Οι Kruse et al (2023) κατέγραψαν με τον ίδιο τρόπο επιπλέον την παραμόρφωση της μυοτενόντιας ένωσης, κατά τη διάρκεια της περιστροφής.

Τέλος, οι Theis et al (2015) χρησιμοποίησαν υπέρηχο B-mode για τον υπολογισμό του μήκους και της παραμόρφωσης του γαστροκνήμιου μυ και του αχίλλειου τένοντα, κατά τη διάρκεια μιας περιστροφικής παθητικής κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, όταν το πέλμα ήταν τοποθετημένο σε μια βάση ενσωματωμένη με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex Norm. Οι εικόνες από το υπερηχογράφημα ανέδειξαν τις αλλαγές στο μήκος των ιστών από τη μέγιστη πελματιαία ως τη μέγιστη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, πληροφορίες που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της παραμόρφωσης. Η παραμόρφωση υπολογίστηκε με διαίρεση των επιμηκύνσεων με τα μήκη ηρεμίας. Επιπρόσθετα, με τη χρήση του Cybex Norm άντλησαν δεδομένα για την εφαρμοζόμενη ροπή και την γωνία της άρθρωσης. Από την κλίση της καμπύλης ροπή-γωνία υπολόγισαν την δυσκαμψία της ποδοκνημικής άρθρωσης για τιμές από 20%-80% της μέγιστης ροπής. Με τον ίδιο τρόπο, υπολόγισαν την δυσκαμψία του γαστροκνήμιου μυ και του Αχίλλειου τένοντα από την κλίση της καμπύλης ροπή-επιμήκυνση.

3.5.3 Σπαστικότητα

Η σπαστικότητα αξιολογήθηκε σε 7 έρευνες (Ahmadizadeh et al 2019; Ahmed et al 2021; Bhattacharya et al 2017; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Fosdahl et al 2019; Khan et al 2022; Shaikh et al 2019). Οι Ahmadizadeh et al (2019), Ahmed et al (2021), Bhattacharya et al (2017), Elanchezhian & Swarnakumari (2019) και Khan et al (2022) χρησιμοποίησαν την τροποποιημένη κλίμακα Asworth (MAS) η οποία αξιολογεί τη γωνία της άρθρωσης, στην οποία διαπιστώθηκε αντίσταση λόγω του μυϊκού τόνου, κατά τη διάρκεια μια γρήγορης παθητικής διάτασης. Σε 2 από τις μελέτες (Fosdahl et al 2019; Shaikh et al 2019) η σπαστικότητα αξιολογήθηκε με την Τροποποιημένη Κλίμακα Tardieu (MTS) κατά την οποία πραγματοποιείται μια γρήγορη διάταση για την ανίχνευση της αντίστασης από τον μυ. Οι Ahmadizadeh et al (2019) αξιολόγησαν τον βαθμό σπαστικότητας στους μυς του γόνατος, οι Ahmed et al (2021) σε βασικές μυϊκές ομάδες του άνω και κάτω άκρου, οι Bhattacharya et al (2017) στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης, οι Elanchezhian & Swarnakumari (2019) στους προσαγωγούς του ισχίου, τους οπίσθιους μηριαίους, τον γαστροκνήμιο και υποκνημίδιο μυ, ενώ οι Khan et al (2022) στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής. Τέλος οι Fosdahl et al (2019) και Shaikh et al (2019) εξέτασαν την σπαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων.

3.5.4 Μυϊκή δύναμη

Η μυϊκή δύναμη αξιολογήθηκε σε 2 μελέτες της συστηματικής ανασκόπησης (Fosdahl et al 2019; Kruse et al 2023). Αναλυτικότερα, οι Fosdahl et al (2019) με τη χρήση του δυναμόμετρου Cybex 6000 αξιολόγησαν την ισοκινητική δύναμη του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων, η οποία εκφράστηκε ως μέγιστη ροπή. Οι Kruse et al (2023) μέτρησαν και κατέγραψαν την μέγιστη ισομετρική μυϊκή δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων χρησιμοποιώντας το ισοκινητικό δυναμόμετρο CON-TREX

3.5.5 Ασυμμετρία

Οι Salphale et al (2022) εξέτασαν την πυελική ασυμμετρία χρησιμοποιώντας το Palpation Meter Device (PALM), ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για τον ποσοτικό προσδιορισμό της διαταραχής της γεωμετρικής ευθυγράμμισης της λεκάνης (Salphale et al 2022).

3.5.6 Μυϊκή Δραστηριότητα/Διεγερσιμότητα

Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) κατέγραψαν την ύπαρξη εκούσιας μυϊκής σύσπασης από τον γαστροκνήμιο και πρόσθιο κνημιαίο μυ, ως απάντηση στην παθητική περιστροφική κίνηση της ποδοκνημικής άρθρωσης, με τη χρήση ηλεκτρομυογραφήματος (Electromyography-EMG). Η μυϊκή δραστηριότητα που καταγράφηκε εκφράστηκε ως ποσοστό επί της % της μέγιστης εκούσιας σύσπασης (Maximum Voluntary Contraction-MVC).

3.5.7 Πρόσληψη θερμίδων/υγρών

Στη μελέτη των Ahmed et al (2021) εξετάστηκε η επίδραση των διατάσεων σε συνδυασμό με τη χορήγηση βακλοφαίνης, στην πρόσληψη υγρών και θερμίδων με τη χρήση ερωτηματολογίου. Στους ασθενείς με εγκεφαλική παράλυση ο υποσιτισμός και η μειωμένη ανάπτυξη είναι εμφανείς εξαιτίας της διαταραχής στη πρόσληψη υγρών και θερμίδων (Ahmed et al 2021).

3.5.8 Βάδιση

Οι Ahmadizadeh et al (2019) και Fosdahl et al (2019) χρησιμοποίησαν την δοκιμασία βάδισης 6 λεπτών (6MWT) προκειμένου να καταγράψουν την απόσταση που διάνυσε ο εξεταζόμενος σε διάστημα 6 λεπτών. Οι Fosdahl et al (2019) παράλληλα, με τη χρήση του συστήματος 3 Dimensional Gait Analysis (3DGA) κατέγραψαν 5 προσπάθειες βάδισης σε διάδρομο 10 μέτρων, για τη μέτρηση της γωνίας της λεκάνης, του ισχίου και του γόνατος κατά την

επαφή του άκρου πόδα με το έδαφος (foot strike) στον κύκλο βάρδισης, της ελάχιστης κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης, της ταχύτητας βάρδισης, του μήκους βήματος και του Gait Deviation Index (GDI), ενός δείκτη που υποδεικνύει την γενική παθολογία της βάρδισης. Στην έρευνα των Elanchezhian & Swarnakumari (2019) μετρήθηκαν το μήκος βήματος, το μήκος διασκελισμού και ο ρυθμός βάρδισης με τη χρήση ενός λευκού πανιού, πάνω στο οποίο ζητήθηκε από τους ασθενείς να βαδίσουν, έχοντας χρώμα στα πέλματά τους. Τέλος οι Salphale et al (2022) μέσω συστήματος ανάλυσης βάρδισης μέτρησαν το μήκος διασκελισμού, τον ρυθμό και την ταχύτητα βάρδισης. Συνολικά οι παράμετροι της βάρδισης ελέγχθηκαν σε 4 μελέτες.

3.5.9 Ισορροπία

Η επίδραση των διατάσεων στην ισορροπία εξετάστηκε στη μελέτη των Salphale et al (2022) με την παιδιατρική κλίμακα ισορροπίας (Paediatric Balance Scale) η οποία αποτελείται από 14 κριτήρια, μέσω των οποίων αξιολογούνται η στατική και η δυναμική ισορροπία.

3.5.10 Αδρή Κινητική Λειτουργία

Η αδρή κινητικότητα εξετάστηκε σε 2 μελέτες της συστηματικής ανασκόπησης (Bhattacharya et al 2017; Shaikh et al 2019) με τη κλίμακα μέτρησης της αδρής κινητικής λειτουργίας (Gross Motor Function Measure). Η κλίμακα περιλαμβάνει αξιολόγηση δραστηριοτήτων στην A: ύπτια θέση και κύλιση, B: καθιστή θέση, C: γονατιστή θέση και ερπυσμός, D: όρθια θέση και E: βάρδιση/τρέξιμο/άλμα (Arnoni et al 2019). Οι Shaikh et al (2019) εξέτασαν την κατηγορία D, κατά την οποία οι ασθενείς εκτέλεσαν 13 δραστηριότητες από την όρθια θέση και βαθμολογήθηκαν από 1 ως 3 βαθμούς στη κάθε δραστηριότητα.

3.5.11 Κινητικότητα

Στην έρευνα των Elanchezhian & Swarnakumari (2019) αξιολογήθηκε η λειτουργική ικανότητα και κινητικότητα με τη χρήση του Time Up and Go test (TUG). Η δοκιμασία περιλάμβανε έγερση από την καρέκλα έπειτα από εντολή του εξεταστή, βάρδιση για 3 μέτρα, στροφή και περπάτημα προς τα πίσω. Μόλις ο ασθενής καθόταν στην καρέκλα ο χρόνος σταματούσε. Κατά την εκτέλεση, υπήρχε η δυνατότητα χρήσης βοηθητικής συσκευής.

Πίνακας 3.5: Εργαλεία αξιολόγησης και εξεταζόμενες μεταβλητές ανά έρευνα

Έρευνα	Εργαλείο αξιολόγησης	Εξεταζόμενη μεταβλητή
Ahmadizadeh et al 2019	Γωνιόμετρο	Παθητική και ενεργητική τροχιά κάμψης, απαγωγής και έκτασης ισχίου, έκτασης γόνατος και ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης
	MAS (Modified Asworth Scale)	Σπαστικότητα μυών γόνατος
Ahmed et al 2021	6MWT (6 Minute Walking Test)	Ταχύτητα βάδισης
	MAS (Modified Asworth Scale)	Σπαστικότητα βασικών μυϊκών ομάδων σε άνω και κάτω άκρο
	Performa / Questionnaire	Πρόληψη θερμίδων, πρόληψη υγρών
Bhattacharya et al 2017	GMFM (Gross Motor Function Measure)	Αδρη κινητικότητα
	MAS (Modified Asworth Scale)	Σπαστικότητα πελματιαίων καμπτήρων ποδοκνημικής άρθρωσης
	Γωνιόμετρο	Τροχιά ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης
Elanchezhian & Swarnakumari 2019	MAS (Modified Asworth Scale)	Σπαστικότητα προσαγωγών ισχίου, οπίσθιων μηριαίων, γαστροκνήμιου και υποκνημιδίου μυ
	TUG (Time Up and Go Test)	Κινητικότητα
	Χρωματισμός πελμάτων και βάδιση σε λευκό πανί	Μήκος βήματος, μήκος διασκελισμού, ρυθμός βάδισης
Fosdahl et al 2019	6MWT (6 Minute Walking Test)	Βάδιση
	3DGA (3 Dimensional Gait Analysis)	Γωνία γόνατος, ισχίου και λεκάνης κατά την επαφή του άκρου πόδα με το έδαφος, ελάχιστη κάμψη γόνατος στη φάση στήριξης, μήκος βήματος, ταχύτητα βάδισης, GDI
Fosdahl et al 2019	Πλαστικό γωνιόμετρο χειρός	Ενεργητικό και παθητικό έυρος τροχιάς ιγνυακής γωνίας
	MTS (Modified Tardieu Scale)	Σπαστικότητα οπίσθιων μηριαίων
	Δυναμόμετρο Cybex 6000	Ισοκινητική δύναμη τετρακεφάλων και οπίσθιων μηριαίων μυών

Kalkman et al 2019	Δυναμόμετρο Humac Norm	Εύρος τροχιάς ποδοκνημικής άρθρωσης, ροπή περιστροφής, δυσκαμψία Αχίλλειου τένοντα
	Υπέρηχος B-mode	Μήκος Γαστροκνημίου και Αχίλλειου τένοντα στη θέση ηρεμίας, στη μέγιστη ραχιαία κάμψη, στη μέγιστη πελματιαία κάμψη, σε 10° πελματιαίας κάμψης
Khan et al 2022	Γωνιόμετρο	Τροχιά ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης
	MAS (Modified Asworth Scale)	Σπαστικότητα μυών της γάμπας
Kruse et al 2022	Inclino-dynamometer και 3D σύστημα καταγραφής κίνησης	Ροπή περιστροφής, γωνιακή ταχύτητα, εύρος τροχιάς ποδοκνημικής άρθρωσης, μέγιστη ραχιαία κάμψη, γωνία ηρεμίας ποδοκνημικής
	Υπέρηχος	Επιμήκυνση μυοτενόντιας ένωσης, γαστροκνημίου μυ και Αχίλλειου τένοντα, μυϊκή και τενόντια παραμόρφωση
	EMG (Electromyography)	Μυϊκή ενεργοποίηση πρόσθιου κνημιαίου και γαστροκνημίου μυ
Kruse et al 2023	Inclino-dynamometer και 3D σύστημα καταγραφής κίνησης	Ροπή περιστροφής, γωνιακή ταχύτητα, εύρος τροχιάς ποδοκνημικής άρθρωσης, μέγιστη ραχιαία κάμψη, γωνία ηρεμίας ποδοκνημικής
	Υπέρηχος	Μήκος μυοτενόντιας ένωσης, γαστροκνημίου μυ, Αχίλλειου τένοντα στη θέση ηρεμίας, επιμήκυνση μυοτενόντιας ένωσης, γαστροκνημίου μυ, Αχίλλειου τένοντα, παραμόρφωση μυοτενόντιας ένωσης, γαστροκνημίου μυ, Αχίλλειου τένοντα
	EMG (Electromyography)	Μυϊκή ενεργοποίηση πρόσθιου κνημιαίου και γαστροκνημίου μυ
	Ισοκνητικό δυναμόμετρο CON-TREX	Μέγιστη ισομετρική δύναμη πελματιαίων καμπτήρων
Salphale et al 2022	PBS (Pediatric Balance Scale)	Στατική και δυναμική ισορροπία

	PALM (Palpation Meter Device) Ηλεκτρονική ανάλυση βάδισης	Πυελική ασυμμετρία Ρυθμός βάδισης, μήκος διασκελισμού, ταχύτητα βάδισης
Shaikh et al 2019	MTS (Modified Tardieu Scale) Γωνιόμετρο	Σπαστικότητα οπίσθιων μηριαίων Εύρος τροχιάς ιγνυακής γωνίας
Theis et al 2015	GMFM (Gross Motor Function Measure) score -D Ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex Norm και κάμερες υπέρηθρων ακτινοβολιών	Αδρή κινητικότητα (σε όρθια θέση) Μέγιστη ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής άρθρωσης, ροπή περιστροφής, δυσκαμψία ποδοκνημικής άρθρωσης, Γαστροκνήμιου μυ και Αχιλλείου τένοντα
	Υπέρηχος B-mode	Παραμόρφωση του Γαστροκνήμιου μυ και του Αχιλλείου τένοντα

3.6 Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δομή και λειτουργία παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση

3.6.1 Εύρος τροχιάς

Η αποτελεσματικότητα των διατάσεων στο εύρος τροχιάς εξετάστηκε σε 9 μελέτες (Ahmadizadeh et al 2019; Bhattacharya et al 2017; Fosdahl et al 2019; Kalkman et al 2019; Khan et al 2022; Kruse et al 2022; Kruse et al 2023; Shaikh et al 2019; Theis et al 2015). Οι Ahmadizadeh et al (2019) εξέτασαν την εφαρμογή των διατάσεων συνδυαστικά με εφαρμογή δόνησης σε όλο το σώμα (WBV) στο ενεργητικό και παθητικό εύρος τροχιάς της κάμψης, έκτασης και απαγωγής ισχίου, έκτασης γόνατος και ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης. Σύμφωνα με τους ερευνητές η προσθήκη WBV σε πρόγραμμα διατάσεων είχε σημαντική επίδραση ($p < 0.05$) στην ενεργητική ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής και την ενεργητική κάμψη και απαγωγή ισχίου σε σύγκριση με την μεμονωμένη εφαρμογή διατάσεων. Πιο αναλυτικά στην πειραματική ομάδα αυξήθηκε σημαντικά το ενεργητικό εύρος απαγωγής ισχίου ($p = 0.04$) από $25.6^\circ \pm 10.7^\circ$ σε $34.85^\circ \pm 5.32^\circ$ και την ενεργητικής ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής ($p = 0.02$) από $5.15^\circ \pm 3.71^\circ$ σε $18.45^\circ \pm 5.55^\circ$, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στις αντίστοιχες κινήσεις ($p > 0.05$), καθώς η ενεργητική απαγωγή ισχίου αυξήθηκε από $28.3^\circ \pm 7.65^\circ$ σε $28.5^\circ \pm 7.74^\circ$ και η

ενεργητική ραχιαία κάμψη από $7.2^\circ \pm 5.09^\circ$ σε $10.2^\circ \pm 8.57^\circ$. Παράλληλα, και στις 2 ομάδες αυξήθηκε σημαντικά η ενεργητική κάμψη ισχίου ($p < 0.05$), με την ομάδα παρέμβασης να καταγράφει αύξηση από $72^\circ \pm 15.71^\circ$ σε $81.6^\circ \pm 20.09^\circ$ και την ομάδα ελέγχου από $81.1^\circ \pm 10.03^\circ$ σε $98.6^\circ \pm 14.12^\circ$. Δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στο ενεργητικό και παθητικό εύρος έκτασης γόνατος (ομάδα παρέμβασης: από $10.25^\circ \pm 7.72^\circ$ σε $11.25^\circ \pm 7.72^\circ$ στην ενεργητική έκταση, από $21.6^\circ \pm 6.07^\circ$ σε $24.05^\circ \pm 5.79^\circ$ στην παθητική έκταση και ομάδα ελέγχου: από $16.06^\circ \pm 7.02^\circ$ σε $18.3^\circ \pm 8.56^\circ$ στην ενεργητική έκταση, από $20.8^\circ \pm 7.50^\circ$ σε $23.06^\circ \pm 6.13^\circ$ στην παθητική έκταση), στο παθητικό εύρος ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής (ομάδα παρέμβασης: από $12.2^\circ \pm 4.49^\circ$ σε $20.65^\circ \pm 10.68^\circ$, ομάδα ελέγχου: από $14.6^\circ \pm 7.79^\circ$ σε $15^\circ \pm 9.28^\circ$), στο παθητικό εύρος κάμψης και απαγωγής ισχίου (ομάδα παρέμβασης: από $100.5^\circ \pm 22.22^\circ$ σε $110.55^\circ \pm 23.34^\circ$ στην κάμψη, από $33.3^\circ \pm 11.83^\circ$ σε $38.15^\circ \pm 12.11^\circ$ στην απαγωγή και ομάδα ελέγχου: από $112.6^\circ \pm 15.16^\circ$ σε $118.5^\circ \pm 14.49^\circ$ στην κάμψη, από $38^\circ \pm 4.21^\circ$ σε $38.4^\circ \pm 4.5^\circ$ στην απαγωγή) και στο ενεργητικό και παθητικό εύρος έκτασης ισχίου (ομάδα παρέμβασης: από $10.25^\circ \pm 7.72^\circ$ σε $11.25^\circ \pm 7.72^\circ$ στην ενεργητική έκταση, από 21.6 ± 6.07 σε 24.05 ± 5.79 στην παθητική έκταση και ομάδα ελέγχου: από $16.06^\circ \pm 7.02^\circ$ σε $18.3^\circ \pm 8.56^\circ$ στην ενεργητική έκταση, από $20.8^\circ \pm 7.50^\circ$ σε $23.06^\circ \pm 6.13^\circ$ στην παθητική έκταση). Οι Bhattacharya et al (2017), εξέτασαν την επίδραση της μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης (ομάδα παρέμβασης) και των διατάσεων (ομάδα ελέγχου) στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης ποδοκνημικής. Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων $p=0.819$ ωστόσο και οι δύο ομάδες είχαν σημαντικές αλλαγές στη ROM πριν και μετά το τέλος του προγράμματος, γεγονός που κατέδειξε την αποτελεσματικότητα και των 2 παρεμβάσεων ($p < 0.001$). Σύμφωνα με τους ερευνητές η ομάδα ελέγχου παρουσίασε αύξηση $3.22^\circ \pm 0.28^\circ$ ενώ η ομάδα παρέμβασης $3.12^\circ \pm 0.35^\circ$. Οι Khan et al (2022) υποστήριξαν ότι η εφαρμογή διατάσεων με ή χωρίς την εφαρμογή Kinesio Taping έχει θετική επίδραση στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης παιδιών με ΕΠ. Στην ομάδα παρέμβασης όπου εφαρμόστηκαν ταινίες μετά από διατάσεις, παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην ραχιαία κάμψη κατά την αξιολόγηση στην 2^η εβδομάδα ($p=0.01$), με αύξηση από $8.214^\circ \pm 0.720^\circ$ σε $9.143^\circ \pm 0.919^\circ$. Στην ομάδα ελέγχου, που υποβλήθηκε σε διατάσεις, η αντίστοιχη αξιολόγηση είχε ως αποτέλεσμα σημαντική αύξηση του εύρους τροχιάς από $7.250^\circ \pm 0.473^\circ$ σε $8.107^\circ \pm 0.576^\circ$ ($p=0.00$). Κατά την αξιολόγηση στην 4^η εβδομάδα, η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε αύξηση από $8.214^\circ \pm 0.720^\circ$ (πριν την έναρξη του προγράμματος) σε $9.929^\circ \pm 0.867^\circ$ ($p=0.01$) και η ομάδα ελέγχου από $7.250^\circ \pm 0.473^\circ$ σε $8.893^\circ \pm 0.548^\circ$ ($p=0.00$). Και οι 2 ομάδες παρουσίασαν στατικά σημαντική βελτίωση ενώ οι διαφορές μεταξύ τους, κατά την έναρξη, στην 2^η και 4^η εβδομάδα, αποδείχθηκαν

μη σημαντικές ($p=0.40$, $p=0.07$ και $p=0.059$, αντίστοιχα). Παρόμοια σημαντική βελτίωση της μέγιστης ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης ($p<0.001$), αναφέρουν και οι Theis et al (2015) έπειτα από την εφαρμογή παθητικών διατάσεων σε παιδιά με ΕΠ συνδυαστικά με το τυπικό πρόγραμμα θεραπείας τους, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση από 6° σε 9° συγκριτικά. Η ομάδα παιδιών που ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα θεραπείας παρουσίασε μικρή μείωση της μέγιστης ραχιαίας κάμψης. Παράλληλα, οι Kalkman et al (2019) αναφέρουν ότι η μέγιστη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης άλλαξε σημαντικά με την εφαρμογή ενός προγράμματος ασκήσεων διάτασης, μεμονωμένα ή συνδυαστικά με ασκήσεις ενδυνάμωσης των μυών της γαστροκνημίας, διάρκειας 10 εβδομάδων σε παιδιά με ΕΠ ($p<0.05$). Συγκεκριμένα, και στις 2 ομάδες η αλλαγή της μέγιστης ραχιαίας κάμψης ήταν παρόμοια, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p = 0.78$), ενώ και οι 2 ομάδες παρουσίασαν σημαντική αύξηση (από 7.5° σε 17.5° στην ομάδα παρέμβασης, από 17° σε 22° στην ομάδα ελέγχου). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην ομάδα παρέμβασης και στην ομάδα ελέγχου σχετικά με τη θέση ηρεμίας της ποδοκνημικής άρθρωσης (από -30° σε -26.5° και από -32.5° σε -36° , αντίστοιχα) και οι διαφορές μεταξύ τους ήταν μικρές ($p= 0.670$).

Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) έπειτα από εφαρμογή PNF και στατικών διατάσεων για 1 συνεδρία και για 8 εβδομάδες αντίστοιχα, εξέτασαν το εύρος τροχιάς της ποδοκνημικής άρθρωσης, τη μέγιστη ραχιαία κάμψη και τη γωνία ηρεμίας σε παιδιά με ΕΠ. Κατά την εφαρμογή μιας συνεδρίας (Kruse et al 2022), παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή και στις 2 ομάδες ως προς το εύρος τροχιάς και τη μέγιστη ραχιαία κάμψη ($p<0.05$), αλλά όχι για την γωνία ηρεμίας ($p>0.05$), ωστόσο μετά από πρόγραμμα 8 εβδομάδων (Kruse et al 2023) δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή σε καμία ομάδα, στις παραπάνω μεταβλητές (ομάδα PNF: $p=0.468$, $p=0.673$, $p=0.230$ αντίστοιχα, ομάδα στατικών διατάσεων: $p=0.073$, $p=0.984$, $p=0.639$ αντίστοιχα). Μετά τις 8 εβδομάδες PNF παρατηρήθηκε: μείωση εύρους τροχιάς κατά 1° , αύξηση μέγιστης ραχιαίας κάμψης κατά 2° και αύξηση στη γωνία ηρεμίας κατά 4° , ενώ στην ομάδα στατικών διατάσεων: αύξηση εύρους τροχιάς κατά 2° , αύξηση μέγιστης ραχιαίας κάμψης κατά 4° και αύξηση στη γωνία ηρεμίας κατά 2° . Ωστόσο, παρά την βελτίωση στο εύρος τροχιάς, η εφαρμογή προγράμματος 8 εβδομάδων, δεν είχε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 2 ομάδες ως προς τη μεταβολή των παραμέτρων της άρθρωσης ($p>0.05$), ενώ κατά την εφαρμογή μιας συνεδρίας οι μεταβολές στο εύρος τροχιάς και στη μέγιστη ραχιαία κάμψη, δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των ομάδων. Τέλος, οι Fosdahl et al (2019) και Shaikh et al (2019) εξέτασαν το εύρος τροχιάς της ιγνυακής γωνίας σε παιδιά κι εφήβους με εγκεφαλική παράλυση.

Αναλυτικότερα, στην έρευνα των Fosdahl et al (2019) η ομάδα παρέμβασης εφάρμοσε ασκήσεις διάτασης και ενδυνάμωσης, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχισε με το τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Καμία από τις 2 ομάδες δεν είχε κλινικά σημαντική βελτίωση μετά την παρέμβαση και δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους από την έναρξη της παρέμβασης (T0) έως τις 16 εβδομάδες (T1), ωστόσο υπήρξε μεγαλύτερη αύξηση και στα 2 κάτω άκρα στην ομάδα παρέμβασης, κυρίως στο ενεργητικό εύρος. Συγκεκριμένα, στην ομάδα παρέμβασης υπήρξε βελτίωση του παθητικού εύρους στο αριστερό κάτω άκρο κατά 5° και στο δεξί κατά 5.4°, ενώ στην ομάδα ελέγχου η βελτίωση ήταν κατά 1° και 1.2° αντίστοιχα. Σχετικά με το ενεργητικό εύρος, στην ομάδα παρέμβασης παρατηρήθηκε αύξηση αριστερά κατά 6.7° και δεξιά κατά 9.2°, ενώ στην ομάδα ελέγχου υπήρξε μείωση κατά 1.6° και αύξηση κατά 1.8°, αντίστοιχα. Στο διάστημα από τις 16 εβδομάδες (T1) έως και τις 32 εβδομάδες (T2), οι αλλαγές δε διατηρήθηκαν και το εύρος τροχιάς της ιγνυακής γωνίας επιδεινώθηκε και στις 2 ομάδες, σε σχέση με τη περίοδο T0-T1, υποδεικνύοντας, ότι το πρόγραμμα διατήρησης των 16 εβδομάδων (T1-T2) δεν αρκούσε για περαιτέρω βελτίωση ή διατήρηση. Στην έρευνα των Shaikh et al (2019) τόσο οι ενεργητικές ασκήσεις διάτασης, όσο και η έκκεντρη προπόνηση είχαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στο εύρος τροχιάς της ιγνυακής γωνίας ($p=0.001$), χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p>0.001$).

3.6.2 Μυοτενόντιες ιδιότητες

Οι Kalkman et al (2019), Kruse et al (2022), Kruse et al (2023) και Theis et al (2015) εξέτασαν την επίδραση των διατάσεων στις μυοτενόντιες ιδιότητες. Οι Kalkman et al (2019) μελέτησαν το μήκος του γαστροκνημίου μυ και του αχίλλειου τένοντα στη θέση ηρεμίας της ποδοκνημικής άρθρωσης, στη μέγιστη ραχιαία κάμψη, στη μέγιστη πελματιαία κάμψη και στις 10° πελματιαίας κάμψης, αλλά και την ακαμψία του αχίλλειου τένοντα. Τόσο στην ομάδα παρέμβασης (διατάσεις και ασκήσεις ενδυνάμωσης των μυών της γαστροκνημίας) όσο και στην ομάδα ελέγχου (διατάσεις στου μυς της γαστροκνημίας) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές για το μήκος του μυ και του τένοντα και οι ομάδες δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ($p>0.05$). Σχετικά με τη ακαμψία του τένοντα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση μετά την εφαρμογή διατάσεων και ασκήσεων ενδυνάμωσης. Αρχικά δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ομάδα παρέμβασης και στην ομάδα ελέγχου, κατά την αξιολόγηση, πριν την έναρξη της παρέμβασης ($p = 0.32$), αλλά ούτε και κατά την 4^η εβδομάδα ($p=0.28$). Ωστόσο, σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε στην ομάδα παρέμβασης κατά την 10^η εβδομάδα ($p<0.05$), με σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0.04$).

Στην μελέτη των Theis et al (2015) το μήκος του γαστροκνήμιου μυ αυξήθηκε σημαντικά ($p < 0.01$) στην ομάδα παρέμβασης (ασκήσεις διάτασης και τυπικό πρόγραμμα θεραπείας), σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου (τυπικό πρόγραμμα θεραπείας). Σχετικά με την ακαμψία και την και το μήκος του Αχίλλειου τένοντα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές σε καμία ομάδα ($p > 0.01$) και οι ομάδες δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους. Σε αντίθεση, όσον αφορά τη μυϊκή ακαμψία και τη δυσκαμψία της ποδοκνημικής άρθρωσης, η πειραματική ομάδα παρουσίασε σημαντική μείωση και στις 2 περιπτώσεις ($p < 0.01$), σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου όπου η δυσκαμψία ενισχύθηκε, προκαλώντας σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες ($p < 0.01$). Τέλος, 4 εβδομάδες μετά το πέρας του προγράμματος η αξιολόγηση στη ακαμψία του τένοντα και του μυ, που πραγματοποιήθηκε σε ορισμένους μόνο ασθενείς ανέδειξε περαιτέρω σημαντικές αλλαγές μόνο στη μυϊκή ακαμψία στην ομάδα παρέμβασης.

Οι Kruse et al (2022) μελέτησαν την επίδραση 1 συνεδρίας στατικών διατάσεων και PNF στην επιμήκυνση της μυοτενόντιας ένωσης, του γαστροκνήμιου μυ και του Αχίλλειου τένοντα, καθώς και την μυϊκή και τενόντια παραμόρφωση. Στατιστικά σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε μόνο στην επιμήκυνση της μυοτενόντιας ένωσης στην ομάδα των στατικών διατάσεων από 18.3mm σε 20.9mm ($p = 0.050$), ενώ στην ομάδα PNF το μήκος της ένωσης μειώθηκε από 20.3mm σε 18.5mm ($p = 0.670$). Ταυτόχρονα στην ομάδα στατικών διατάσεων, μικρή αλλά όχι σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε στην επιμήκυνση του τένοντα ($p = 0.060$), γεγονός που προκάλεσε την αύξηση της ένωσης, καθώς το μήκος του μυ παρέμεινε σταθερό στα 12.9mm ($p = 0.465$). Σχετικά με την παραμόρφωση του μυός και του τένοντα, δεν παρατηρήθηκε μεταβολή από το 7.0% στη πρώτη περίπτωση, ενώ στη δεύτερη παρουσιάστηκε αύξηση από 3.4% σε 5.0%. Η ομάδα ελέγχου αντιθέτως, σε όλες τις εξεταζόμενες μεταβλητές παρουσίασε μείωση. Τέλος, οι Kruse et al (2023) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μετά από 8 εβδομάδες στατικών διατάσεων και PNF, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές, σε καμία από τις 2 ομάδες, στις εξής εξεταζόμενες μεταβλητές: μήκος γαστροκνήμιου μυ στη θέση ηρεμίας ($p = 0.303$ και $p = 0.836$), μήκος αχίλλειου τένοντα στη θέση ηρεμίας ($p = 0.848$ και $p = 0.817$) μήκος μυοτενόντιας ένωσης στη θέση ηρεμίας ($p = 0.511$ και $p = 0.635$), επιμήκυνση μυ ($p = 0.647$ και $p = 0.308$), τένοντα ($p = 0.813$ και $p = 0.865$), μυοτενόντιας ένωσης ($p = 0.652$ και $p = 0.338$), παραμόρφωση μυ ($p = 0.231$ και $p = 0.883$), τένοντα ($p = 0.823$ και $p = 0.865$), μυοτενόντιας ένωσης ($p = 0.880$ και $p = 0.726$). Οι δύο ομάδες δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους για καμία από τις μεταβλητές ($p > 0.05$).

3.6.3 Σπαστικότητα

Η αποτελεσματικότητα των διατάσεων στην σπαστικότητα παιδιών και εφήβων με ΕΠ εξετάστηκε σε 7 έρευνες (Ahmadizadeh et al 2019; Ahmed et al 2021; Bhattacharya et al 2017; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Fosdahl et al 2019; Khan et al 2022; Shaikh et al 2019). Οι Ahmadizadeh et al (2019) δεν εντόπισαν σημαντικές αλλαγές στο βαθμό σπαστικότητας των μυών του γόνατος ($p>0.05$), στην πειραματική ομάδα που έκανε διατάσεις και WBV και στην ομάδα ελέγχου που έκανε μόνο διατάσεις. Παρόμοια οι Ahmed et al (2021) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή διατάσεων, η χορήγηση βακλοφαίνης ή ο συνδυασμός τους, δεν προκάλεσαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στη σπαστικότητα βασικών μυϊκών ομάδων στο άνω και κάτω άκρο ($p>0.05$) και οι ομάδες δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ ($p=0.130$). Ωστόσο, και στις 3 ομάδες παρατηρήθηκε μικρή βελτίωση, με την ομάδα συνδυασμού να αναδεικνύεται ως η πιο κατάλληλη μέθοδος. Ανάλογα αποτελέσματα είχε η μελέτη των Fosdahl et al (2019), καθώς μετά την εφαρμογή συνδυασμένου προγράμματος διατάσεων και ασκήσεων ενδυνάμωσης και ενός τυπικού προγράμματος φυσικοθεραπείας, οι συμμετέχοντες δεν εμφάνισαν σημαντική βελτίωση στο επίπεδο της σπαστικότητας των οπίσθιων μηριαίων. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρήθηκαν τόσο την 16^η εβδομάδα (T1), όσο και της 32^η (T2). Στην ομάδα παρέμβασης υπήρξε μείωση κατά 0.7 την περίοδο T0-T1 και κατά 1.9 την περίοδο T0-T2 στους οπίσθιους μηριαίους αριστερά και αύξηση κατά 1.2 και μείωση κατά 0.7 τις αντίστοιχες περιόδους, στους οπίσθιους μηριαίους δεξιά. Στην ομάδα ελέγχου οι αντίστοιχες αλλαγές ήταν μείωση κατά 0.7 (T0-T1) και αύξηση κατά 1.8 (T0-T2), αριστερά και αύξηση κατά 0.8 (T0-T1) και 4.7 (T0-T2), δεξιά. Οι 2 ομάδες δεν παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές στην σπαστικότητα σε καμία από τις 2 χρονικές περιόδους ($p>0.05$). Αντίθετα στην έρευνα των Bhattacharya et al (2017) τόσο η μυοπεριτονιακή απελευθέρωση όσο και οι παθητικές διατάσεις μείωσαν το επίπεδο της σπαστικότητας, με την εφαρμογή διατάσεων να αποδεικνύεται αποτελεσματικότερη ($p<0.001$). Παράλληλα, οι Elanchezhian & Swarnakumari (2019) βρήκαν ότι η εφαρμογή κρυοθεραπείας πριν την εκτέλεση παθητικών διατάσεων και ενός κλασσικού προγράμματος θεραπείας (πειραματική ομάδα) σε παιδιά και εφήβους με σπαστικής μορφής ΕΠ και η μεμονωμένη εφαρμογή της τυπικής θεραπείας (ομάδα ελέγχου), προκάλεσαν σημαντικές αλλαγές στον βαθμό της σπαστικότητας στους προσαγωγούς του ισχίου, στους οπίσθιους μηριαίους, τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο. Συγκεκριμένα, η ομάδα ελέγχου παρουσίασε βελτίωση στη σπαστικότητα από 2.05 ± 0.22 σε 1.00 ± 0.00 ($p=0.000$), ενώ η πειραματική ομάδα από 2.15 ± 0.37 σε 1.10 ± 0.31 ($p=0.000$). Οι Khan et al (2022) αναφέρουν ότι η εφαρμογή διατάσεων, με ή χωρίς την εφαρμογή Kinesio Tapping έχει

θετική επίδραση στη σπαστικότητα των μυών της γαστροκνημίας παιδιών με ΕΠ. Σύμφωνα με τους ερευνητές δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των παρεμβάσεων κατά την έναρξη ($p=0.57$), την 2^η ($p=0.8$) και 4^η εβδομάδα ($p=0.33$). Στην ομάδα παρέμβασης (εφαρμογή Kinesio Tapping) παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση από την αρχή ως την 2^η εβδομάδα (από 2.768 ± 0.214 σε 2.571 ± 0.251 , $p=0.01$) και ως την 4^η εβδομάδα (από 2.768 ± 0.214 σε 2.000 ± 0.257 , $p=0.01$), με παρόμοια αποτελέσματα και στην ομάδα ελέγχου κατά την αξιολόγηση στην 2^η (από 7.251 ± 0.473 σε 8.107 ± 0.576 , $p=0.03$) και στην 4^η εβδομάδα (από 7.251 ± 0.473 σε 8.893 ± 0.548 , $p=0.03$). Τέλος, οι Shaikh et al (2019) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως και οι ενεργητικές διατάσεις (ομάδα Α) και η έκκεντρη προπόνηση (ομάδα Β) μειώνουν σημαντικά την σπαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων ($p=0.001$), με καλύτερα αποτελέσματα να παρατηρούνται στη δεύτερη περίπτωση, χωρίς ωστόσο σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0.926$ για το X, $p=0.725$ για το Y). Κατά την αξιολόγηση της σπαστικότητας εξετάστηκαν ξεχωριστά 2 παράμετροι: η γωνία X της σπαστικότητας (η διαφορά των γωνιών που εντοπίζεται ο αυξημένος μυϊκός τόνος σε μια αργή και μια γρήγορη παθητική διάταση) και ο βαθμός σπαστικότητας Y (η ένταση του αυξημένου μυϊκού τόνου). Στην ομάδα Α, παρατηρήθηκε αλλαγή της παραμέτρου X από 152 σε 159.7 και της παραμέτρου Y από 86.5 σε 93.27, ενώ στην ομάδα Β οι αντίστοιχες αλλαγές ήταν από 156 σε 165 και από 87.1 σε 94.93.

3.6.4 Μυϊκή Δύναμη

Η μυϊκή δύναμη αξιολογήθηκε σε 2 έρευνες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης και εκφράστηκε ως μυϊκή ροπή (Fosdahl et al 2019; Kruse et al 2023). Στην έρευνα των Fosdahl et al (2019) διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά ($p>0.05$) ανάμεσα στην ομάδα παρέμβασης που έκανε διατάσεις και ασκήσεις ενδυνάμωσης και στην ομάδα ελέγχου ακολούθησε το πρόγραμμα της κλασσικής φυσικοθεραπείας σχετικά με τη δύναμη των εκτεινόντων του γόνατος και των οπίσθιων μηριαίων, από την έναρξη της παρέμβασης (T0) ως τις 16 εβδομάδες (T1) και ως τις 32 εβδομάδες (T2). Ωστόσο, κατά την έναρξη του προγράμματος οι συμμετέχοντες της ομάδας παρέμβασης ήταν πιο αδύναμοι συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, ενώ τις στιγμές T1 και T2 ήταν ισοδύναμοι. Συγκεκριμένα, στην ομάδα παρέμβασης την περίοδο T0-T1, διαπιστώθηκε αύξηση κατά 5.1Nm (έναντι μείωσης κατά 1.2Nm στην ομάδα ελέγχου) στον τετρακέφαλο αριστερά, 6.4Nm (έναντι αύξησης 2.9Nm στην ομάδα ελέγχου) στον τετρακέφαλο δεξιά, 3.8Nm (έναντι μείωσης 2.1 στην ομάδα ελέγχου) στους οπίσθιους μηριαίους αριστερά και 4.9Nm (έναντι μείωσης 0.3Nm στην ομάδα ελέγχου) δεξιά. Την περίοδο T0-T2 οι αντίστοιχες

αλλαγές στην ομάδα παρέμβασης ήταν: αύξηση κατά 7.7Nm, 4Nm, 4.4Nm και 6.4Nm, ενώ στην ομάδα ελέγχου: μείωση κατά 1.1 Nm, αύξηση κατά 0.8 Nm, μείωση κατά 0.9 Nm και 1.3 Nm. Παράλληλα, οι Kruse et al (2023) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ούτε η ομάδα PNF, ούτε η ομάδα στατικών διατάσεων αύξησαν σημαντικά την ισομετρική δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων ωστόσο μετά την εφαρμογή PNF παρατηρήθηκε αύξηση από 8.1 Nm σε 8.3 Nm ($p=0.268$), ενώ μετά τις στατικές διατάσεις αύξηση από 8.6 Nm σε 9.2 Nm ($p=0.607$).

3.6.5 Ασυμμετρία

Στην έρευνα των Salphale et al (2022) εξετάστηκε η πυελική ασυμμετρία σε παιδιά και έφηβους με σπαστικής μορφής εγκεφαλική παράλυση. Η ομάδα A υποβλήθηκε σε τεχνικές PNF σε συνδυασμό με λειτουργικές ασκήσεις και παρατηρήθηκε μείωση της ασυμμετρίας κατά 0.38 ± 0.10 ίντσες, ενώ η ομάδα B εφαρμόζοντας μόνο το πρόγραμμα της λειτουργικής εκπαίδευσης παρουσίασε βελτίωση κατά 0.24 ± 0.08 ίντσες. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τόσο η εφαρμογή PNF σε συνδυασμό με λειτουργική εκπαίδευση όσο και η μεμονωμένη εφαρμογή λειτουργικών ασκήσεων έχουν θετικά αποτελέσματα στη πυελική ασυμμετρία ($p=0.0001$). Ο συνδυασμός PNF με λειτουργική εκπαίδευση αποδείχθηκε αποτελεσματικότερος, με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0.0001$).

3.6.6 Μυϊκή Δραστηριότητα/Διεγερσιμότητα

Σε 2 από τις μελέτες της συστηματικής ανασκόπησης (Kruse et al 2022; Kruse et al 2023) ελέγχθηκε η μυϊκή δραστηριότητα του γαστροκνήμιου και του πρόσθιου κνημιαίου, κατά τη διάρκεια μιας περιστροφικής κάμψης του αστραγάλου. Σύμφωνα με τους Kruse et al (2022) δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στη μυϊκή δραστηριότητα, ούτε στην ομάδα στατικών διατάσεων (από 0.9% της MVC σε 0.7% της MVC, $p=0.813$), αλλά ούτε και στην ομάδα PNF (από 2.3% της MVC σε 2.0% της MVC, $p=0.342$). Σε αντίστοιχο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Kruse et al (2023) έπειτα από την εφαρμογή στατικών διατάσεων και PNF, καθώς οι ασθενείς δεν παρουσίασαν σημαντική αλλαγή στη μυϊκή διεγερσιμότητα ($p=0.959$ και $p=0.938$, αντίστοιχα). Οι μεταβολές που πραγματοποιήθηκαν ήταν από 3% της MVC σε 2.1% της MVC στην ομάδα PNF, ενώ στην ομάδα στατικών διατάσεων η μυϊκή δραστηριότητα πριν και μετά την παρέμβαση παρέμεινε σταθερή στο 0.8% της MVC.

3.6.7 Πρόσληψη θερμίδων/υγρών

Οι Ahmed et al (2021) μελέτησαν την επίδραση των διατάσεων σε συνδυασμό με τη χορήγηση βακλοφαίνης ή την μεμονωμένη εφαρμογή της κάθε μεθόδου, στην πρόσληψη θερμίδων και υγρών. Παρόλο που και οι 3 μέθοδοι είχαν θετική επίδραση, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ασκήσεις διάτασης μαζί με τη χορήγηση της ουσίας παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση ($p < 0.001$), ενώ οι ομάδες διέφεραν σημαντικά μετά το τέλος της παρέμβασης ($p < 0.05$).

3.7 Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δραστηριότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.

3.7.1 Βάδιση

Η επίδραση των διατάσεων στη βάδιση παιδιών και εφήβων με ΕΠ εξετάστηκε στις έρευνες των Ahmadizadeh et al (2019), Elanchezhian & Swarnakumari (2019), Fosdahl et al (2019) και Salphale et al (2022). Οι Ahmadizadeh et al (2019) κατέδειξαν ότι ένα πρόγραμμα διατάσεων συνδυαστικά με την εφαρμογή WBV, επιφέρει στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ταχύτητα βάδισης, όπως αυτή αξιολογήθηκε με το 6MWT ($p = 0.04$), ενώ παράλληλα και η εφαρμογή παθητικών διατάσεων ως μεμονωμένη θεραπεία επέφερε θετικά αποτελέσματα. Σημαντική βελτίωση στο μήκος βήματος, στο μήκος διασκελισμού και στον ρυθμό βάδισης ανέφεραν οι Elanchezhian & Swarnakumari (2019) στην πειραματική ομάδα, η οποία υποβλήθηκε σε κρυοθεραπεία και διατάσεις μαζί με την κλασσική φυσικοθεραπεία $p = 0.003$, $p = 0.001$ και $p = 0.000$, αντίστοιχα. Αντίθετα στην ομάδα ελέγχου, η οποία ακολούθησε μόνο το κλασσικό πρόγραμμα, παρατηρήθηκαν μικρότερες μεταβολές $p = 0.690$, $p = 0.920$ και $p = 0.222$, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα, στην πειραματική ομάδα παρατηρήθηκε αύξηση από 15.84 ± 3.45 σε 30.31 ± 9.09 για το μήκος βήματος, από 30.89 ± 5.46 σε 59.15 ± 17.11 για το μήκος διασκελισμού και από 54.52 ± 12.55 σε 89.31 ± 26.41 για τον ρυθμό βάδισης. Στην ομάδα ελέγχου οι αντίστοιχες μεταβολές ήταν: από 16.21 ± 2.01 σε 23.00 ± 3.85 , από 31.05 ± 4.10 σε 44.47 ± 7.01 και από 48.52 ± 16.88 σε 58.02 ± 20.95 . Οι διαφορές μεταξύ των ομάδων αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές ($p < 0.005$). Αντίθετα, οι Fosdahl et al (2019) ανέφεραν ότι κατά την εφαρμογή ασκήσεων διάτασης και ενδυνάμωσης των κάτω άκρων (ομάδα παρέμβασης) σε παιδιά με ΕΠ, δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή κατά τη περίοδο T0-T1 αλλά και κατά τη περίοδο T0-T2 στην γωνία γόνατος, ισχίου, λεκάνης κατά την επαφή του άκρου πόδα με το έδαφος, στην ελάχιστη κάμψη γόνατος στη φάση στήριξης, στο

μήκος βήματος, στην ταχύτητα βάδισης και στον δείκτη GDI ($p>0.05$). Ωστόσο, σημαντική βελτίωση από $390.5\pm 106.9\text{m}$ σε $436.2\pm 114.8\text{m}$ ($p<0.05$) υπήρξε στο 6MWT από τη αρχή (T0) ως τις 16 εβδομάδες (T1) και από $390\pm 106.9\text{m}$ σε $441.6\pm 121.6\text{m}$ ($p<0.05$) ως τις 32 εβδομάδες (T2). Στην ομάδα ελέγχου που συνέχισε με το κλασσικό πρόγραμμα θεραπείας, παρατηρήθηκαν εξίσου τα ίδια αποτελέσματα με σημαντικές διαφορές μόνο στο 6MWT και μεταβολή από $349.9\pm 112.7\text{m}$ σε $405.2\pm 123.5\text{m}$ ($p<0.05$) τις πρώτες 16 εβδομάδες και από $349.9\pm 112.7\text{m}$ σε $406.5\pm 133.9\text{m}$ ($p<0.05$), 32 εβδομάδες μετά την έναρξη του προγράμματος. Παράλληλα, σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος δε παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για καμία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές [γωνία γόνατος κατά την επαφή άκρου πόδα με το έδαφος (T0-T1 $p=0.161$, T0-T2 $p=0.088$), γωνία ισχίου κατά την επαφή άκρου πόδα με το έδαφος (T0-T1 $p=0.081$, T0-T2 $p=0.175$), γωνία λεκάνης κατά την επαφή άκρου πόδα με το έδαφος (T0-T1 $p=0.172$, T0-T2 $p=0.638$), ελάχιστη κάμψη γόνατος στη φάση στήριξης (T0-T1 $p=0.228$, T0-T2 $p=0.128$), μήκος βήματος (T0-T1 $p=0.408$, T0-T2 $p=0.149$), ταχύτητα βάδισης (T0-T1 $p=0.188$, T0-T2 $p=0.778$), 6MWT (T0-T1 $p=0.590$, T0-T2 $p=0.772$), GDI (T0-T1 $p=0.650$, T0-T2 $p=0.504$)]. Τέλος, στην έρευνα των Salphale et al (2022) εξετάστηκε η ο ρυθμός βάδισης, το μήκος διασκελισμού και η ταχύτητα βάδισης έπειτα από την εφαρμογή τεχνικών PNF σε συνδυασμό με λειτουργική εκπαίδευση (ομάδα A) αλλά και έπειτα από μεμονωμένη εφαρμογή λειτουργικών ασκήσεων (ομάδα B). Και στις 2 ομάδες παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στις παραμέτρους ($p=0.0001$), ωστόσο η ομάδα A παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, ο ρυθμός βάδισης παρουσίασε μεταβολή κατά 12.65 βήματα/λεπτό στην ομάδα A, έναντι μεταβολής κατά 4.95 βήματα/λεπτό στην ομάδα B, η ταχύτητα βάδισης κατά 0.73m/s στην ομάδα A, έναντι μεταβολής κατά 0.35m/s της ομάδας B και το μήκος διασκελισμού κατά 15.5cm, έναντι μεταβολής 6.65cm στην ομάδα B. Μετά το τέλος της παρέμβασης βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων ($p=0.0001$).

3.7.2 Ισορροπία

Η επίδραση των διατάσεων PNF και της λειτουργικής εκπαίδευσης στην ισορροπία παιδιών με ΕΠ εξετάστηκε στην έρευνα των Salphale et al (2022). Η ομάδα A στην οποία εφαρμόστηκαν και οι δύο μέθοδοι εμφάνισε μεγαλύτερη βελτίωση από την ομάδα B, η οποία εκτέλεσε σε λειτουργικές ασκήσεις, ωστόσο και οι 2 παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές ($p=0.001$). Οι μεταβολές που παρατηρήθηκαν ήταν αύξηση από 45.80 ± 1.15 σε 51.55 ± 1.09 στην ομάδα A και

από 46.90 ± 1.29 σε 50.40 ± 1.23 στην ομάδα Β, με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0.001$).

3.7.3 Αδρή Κινητική Λειτουργία

Οι Bhattacharya et al (2017) εξέτασαν την επίδραση της μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης και των παθητικών διατάσεων στην αδρή κινητικότητα παιδιών και έφηβων με ΕΠ με την κλίμακα GMFM. Σύμφωνα με τους ερευνητές μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρατηρήθηκε βελτίωση στην αδρή κινητικότητα για την ομάδα της μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης (0.75 ± 0.20 , $p < 0.001$) και για την ομάδα των παθητικών διατάσεων (1.06 ± 0.19 , $p < 0.001$) χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες ($p=0.819$). Παράλληλα, οι ασθενείς στην έρευνα των Shaikh et al (2019) μετά την εφαρμογή ενεργητικών διατάσεων (ομάδα Α) και έκκεντρης προπόνησης (ομάδα Β) σημείωσαν καλύτερη βαθμολογία στη κλίμακα GMFM, από 26 σε 34.93 ($p < 0.001$) και από 20.3 σε 28.53 ($p < 0.001$), αντίστοιχα χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p=0.57$).

3.7.4 Κινητικότητα

Οι Elanchezhian & Swarnakumari (2019) μελέτησαν την αλλαγή στην κινητικότητα παιδιών και εφήβων, έπειτα από την εφαρμογή διατάσεων και κρυοθεραπείας. Η ομάδα παρέμβασης, που ακολούθησε το συγκεκριμένο πρόγραμμα, παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση της λειτουργικότητας και κινητικότητας στο TUG ($p < 0.005$, από 43.21 ± 25.08 σε 20.78 ± 9.20), ενώ στην ομάδα ελέγχου, έπειτα από την εφαρμογή ενός κλασσικού προγράμματος φυσικοθεραπείας, παρατηρήθηκαν μικρότερες αλλαγές ($p=0.125$, από 58.15 ± 33.09 σε 44.42 ± 14.72) με τις διαφορές ανάμεσα στις ομάδες να αποδεικνύονται στατιστικά σημαντικές ($p < 0.005$).

Πίνακας 3.6: Αποτελέσματα ερευνών

Έρευνα	Ομάδες θεραπείας	Θεραπευτικό μέσο	Αποτελέσματα
Ahmadizadeh et al 2019	Πειραματική ομάδα:	Παθητικές διατάσεις + WBV	Στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην πειραματική ομάδα στο εύρος τροχιάς και στην ταχύτητα βάδισης (p<0.05)
	Ομάδα ελέγχου:	Παθητικές διατάσεις	
Ahmed et al 2021	Ομάδα με βακλοφαίνη:	Χορήγηση βακλοφαίνης	Στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ομάδα συνδυασμού (p<0.001) στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (p<0.05), στην πρόσληψη υγρών και θερμίδων
	Ομάδα διατάσεων:	Παρατεταμένες διατάσεις	
	Ομάδα συνδυασμού:	Χορήγηση βακλοφαίνης + Παρατεταμένες διατάσεις	
Bhattacharya et al 2017	Ομάδα παρέμβασης:	Τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης	Στατιστικά σημαντικές αλλαγές και στις 2 ομάδες (p<0.001), με καλύτερα αποτελέσματα στην ομάδα ελέγχου, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (p=0.819)
	Ομάδα ελέγχου:	Παθητικές διατάσεις	
Elanchezhian & Swarnakumari 2019	Πειραματική ομάδα:	Κρυοθεραπεία + Παθητικές διατάσεις + Κλασσική φυσικοθεραπεία	Στατιστικά σημαντική βελτίωση στην πειραματική ομάδα για όλες τις παραμέτρους (p<0.005), στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ομάδα ελέγχου στη σπαστικότητα (p=0.000), στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για όλες τις παραμέτρους εκτός της σπαστικότητας (p<0.005).
	Ομάδα ελέγχου:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	

Fosdahl et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ενεργητικές και παθητικές διατάσεις + Ασκήσεις ενδυνάμωσης	Στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις 2 ομάδες στο 6MWT ($p < 0.05$), δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p > 0.05$)
	Ομάδα σύγκρισης:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	
Fosdahl et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ενεργητικές και παθητικές διατάσεις + Ασκήσεις ενδυνάμωσης	Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε καμία ομάδα και σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p > 0.05$)
	Ομάδα σύγκρισης:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	
Kalkman et al 2019	Ομάδα παρέμβασης:	Ασκήσεις ενδυνάμωσης κάτω άκρων + Ασκήσεις διάτασης κάτω άκρων	Στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην ομάδα παρέμβασης και στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, σχετικά με τη δυσκαμψία ($p < 0.05$), στατιστικά σημαντικές αλλαγές και στις 2 ομάδες στη μέγιστη ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής ($p < 0.05$), χωρίς διαφορές μεταξύ τους
	Ομάδα ελέγχου:	Ασκήσεις ενδυνάμωσης άνω άκρων + Ασκήσεις διάτασης κάτω άκρων	
Khan et al 2022	Ομάδα παρέμβασης:	Παρατεταμένη διάταση + Kinesio Tapping	Στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις 2 ομάδες ($p < 0.05$), δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p > 0.05$)
	Ομάδα ελέγχου:	Παρατεταμένη διάταση	
Kruse et al 2022	Ομάδα στατικών διατάσεων:	Στατικές διατάσεις	Στατιστικά σημαντική αλλαγή στην ομάδα στατικών διατάσεων και στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες, για το μήκος μυοτενόντιας ένωσης ($p < 0.05$), στατιστικά σημαντικές μεταβολές στο εύρος τροχιάς και στη μέγιστη ραχιαία κάμψη και στις 2 ομάδες ($p < 0.05$), χωρίς
	Ομάδα PNF:	PNF	

			σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (p>0.05)
Kruse et al 2023	Ομάδα στατικών διατάσεων:	Στατικές διατάσεις	Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές σε καμία ομάδα (p>0.05), ούτε σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (p>0.05)
	Ομάδα PNF:	PNF	
Salphale et al 2022	Ομάδα A:	PNF + Ασκήσεις λειτουργικότητας	Στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις 2 ομάδες (p=0.0001), με καλύτερα αποτελέσματα στην ομάδα A, σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (p=0.0001)
	Ομάδα B:	Ασκήσεις λειτουργικότητας	
Shaikh et al 2019	Ομάδα A:	Ενεργητικές διατάσεις	Στατιστικά σημαντικές αλλαγές και στις 2 ομάδες (p=0.001), με καλύτερα αποτελέσματα στην B, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (p>0.001)
	Ομάδα B:	Έκκεντρη προπόνηση	
Theis et al 2015	Πειραματική ομάδα:	Ασκήσεις διάτασης	Στατιστικά σημαντική βελτίωση στην πειραματική ομάδα σε όλες τις παραμέτρους (p<0.01), εκτός από την τενόντια δυσκαμψία και παραμόρφωση, στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε όλες τις παραμέτρους (p<0.01), εκτός από την τενόντια δυσκαμψία και παραμόρφωση
	Ομάδα ελέγχου:	Κλασσική φυσικοθεραπεία	

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Μεθοδολογική ποιότητα ερευνών

Το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων εξετάστηκε σε 9 μελέτες της συστηματικής ανασκόπησης, από τις οποίες 7 αξιολογήθηκαν ως μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και 2 ως υψηλής, με μέσο όρο βαθμολογίας 5/10. Μόνο 2 έρευνες απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος στις ομάδες (Fosdahl et al 2019; Kalkman et al 2019), 1 έρευνα εφάρμοσε την τυφλή μελέτη για τους συμμετέχοντες (Kalkman et al 2019) και 2 για τους αξιολογητές (Ahmadizadeh et al 2019; Fosdahl et al 2019), ενώ σε καμία έρευνα η τυφλή μελέτη δεν εφαρμόστηκε για τους θεραπευτές (Ahmadizadeh et al 2019; Bhattacharya et al 2017; Fosdahl et al 2019; Kalkman et al 2019; Khan et al 2022; Kruse et al 2022; Kruse et al 2023; Shaikh et al 2019; Theis et al 2015). Παράλληλα, σε 5 μελέτες οι μετρήσεις εφαρμόστηκαν για ποσοστό συμμετεχόντων 85% και άνω (Ahmadizadeh et al 2019; Bhattacharya et al 2017; Fosdahl et al 2019; Khan et al 2022; Kruse et al 2023), ενώ σε όλες τις έρευνες, εκτός από αυτή των Ahmadizadeh et al (2019), έγινε σύγκριση των στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων.

Σε 4 από τις 13 έρευνες της συστηματικής ανασκόπησης αξιολογήθηκαν οι μυοτενόντιες ιδιότητες, από τις οποίες 3 ήταν μέτριας και 1 υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας, με μέσο όρο 4.75/10. Οι Kalkman et al (2019) απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος στις ομάδες και εφάρμοσαν την τυφλή μελέτη για τους συμμετέχοντες, ενώ για τους θεραπευτές και τους αξιολογητές καμία από τις έρευνες δεν ακολούθησε την τυφλή μέθοδο (Kalkman et al 2019; Kruse et al 2022; Kruse et al 2023; Theis et al 2015). Οι Kruse et al (2023) πραγματοποίησαν τις μετρήσεις για το 85% των συμμετεχόντων, ενώ σε όλες τις έρευνες συγκρίθηκαν στατιστικά τα αποτελέσματα μεταξύ των 2 ομάδων.

Η σπαστικότητα μετρήθηκε σε 7 έρευνες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, με 4 να αξιολογούνται ως μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας, 3 ως υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας και συνολικό μέσο όρο 5.42/10. Οι Fosdahl et al (2019) απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος στις ομάδες, οι Ahmed et al (2021) εφάρμοσαν τυφλή μέθοδο για τους συμμετέχοντες, ενώ σε καμία έρευνα η τυφλή μελέτη δεν εφαρμόστηκε για τους θεραπευτές (Ahmadizadeh et al 2019; Ahmed et al 2021; Bhattacharya et al 2017; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Fosdahl et al 2019; Khan et al 2022; Shaikh et al 2019). Σε 3 έρευνες ωστόσο, εφαρμόστηκε η τυφλή μελέτη για τους αξιολογητές (Ahmadizadeh et al 2019; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Fosdahl et al

2019). Στην έρευνα των Shaikh et al (2019) οι μετρήσεις δεν πραγματοποιήθηκαν για το 85% των συμμετεχόντων, ενώ οι Ahmadizadeh et al (2019) δεν πραγματοποίησαν σύγκριση των στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων.

Τη μυϊκή δύναμη μελέτησαν 2 έρευνες, μία μέτριας και η μία υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας, με μέσο όρο 6/10. Οι Fosdahl et al (2019) απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος σε ομάδες και εφάρμοσαν τυφλή μέθοδο για τους αξιολογητές, ενώ καμία από τις έρευνες δεν εφάρμοσε την τυφλή διαδικασία για τους συμμετέχοντες και τους θεραπευτές (Fosdahl et al 2019; Kruse et al 2023). Οι μετρήσεις εφαρμόστηκαν σε ποσοστό τουλάχιστον 85% των συμμετεχόντων και στις 2 έρευνες, ενώ η στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στις ομάδες πραγματοποιήθηκε εξίσου και από τις 2.

Η ασυμμετρία εξετάστηκε στην έρευνα των Salphale et al (2022), η οποία αξιολογήθηκε ως υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας με βαθμολογία 6/10. Οι ερευνητές δεν απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος σε ομάδες και εφάρμοσαν την τυφλή μελέτη μόνο για τους αξιολογητές. Παράλληλα, ολοκλήρωσαν τις μετρήσεις για ποσοστό 85% και άνω των συμμετεχόντων και πραγματοποίησαν στατιστική ανάλυση μεταξύ των ομάδων.

Τη μυϊκή δραστηριότητα/διεγερσιμότητα μελέτησαν 2 έρευνες, μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας με μέσο όρο βαθμολογίας 4.5/10. Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) δεν απέκρυσαν την κατανομή του δείγματος σε ομάδες, ούτε εφάρμοσαν τη τυφλή μελέτη για τους συμμετέχοντες, τους θεραπευτές και τους εξεταστές. Οι Kruse et al (2023) ολοκλήρωσαν τις μετρήσεις της έρευνας τους σε ποσοστό 85% των συμμετεχόντων. Η στατιστική σύγκριση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στις ομάδες, παρατηρήθηκε και στις 2 μελέτες.

Η πρόσληψη υγρών και θερμίδων εξετάστηκε από την έρευνα των Ahmed et al (2021), η οποία χαρακτηρίστηκε ως υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας με βαθμολογία 6/10. Οι ερευνητές δεν απέκρυσαν της τοποθέτηση των συμμετεχόντων σε ομάδες και εφάρμοσαν την τυφλή μελέτη για τους συμμετέχοντες, αλλά όχι για τους εξεταστές και τους θεραπευτές. Οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν για το 85% των συμμετεχόντων, ενώ πραγματοποιήθηκε και σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων.

Η βάδιση αξιολογήθηκε από 4 έρευνες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης, 1 μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας και 3 υψηλής, με μέσο όρο βαθμολογίας 5.75/10. Σε 1 έρευνα έγινε απόκρυψη της τοποθέτησης του δείγματος σε ομάδες (Fosdahl et al 2019), σε όλες

εφαρμόστηκε η τυφλή μέθοδος για τους εξεταστές, αλλά καμία δεν ακολούθησε τη τυφλή διαδικασία για τους συμμετέχοντες και τους θεραπευτές (Ahmadizadeh et al 2019; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Fosdahl et al 2019; Salphale et al 2022). Οι 3 από τις 4 μελέτες εφάρμοσαν τις μετρήσεις σε ποσοστό 85% και άνω των συμμετεχόντων (Ahmadizadeh et al 2019; Elanchezhian & Swarnakumari 2019; Salphale et al 2022), ενώ 1 δεν πραγματοποίησε σύγκριση των στατιστικών αποτελεσμάτων μεταξύ των ομάδων (Ahmadizadeh et al 2019).

Την Αδρή Κινητική Λειτουργία εξέτασαν 2 μελέτες μέτριας μεθοδολογικής ποιότητας με μέσο όρο 4.5/10. Οι 2 έρευνες δεν απέκρυσαν την τοποθέτηση του δείγματος σε ομάδες και δεν εφάρμοσαν τη τυφλή μελέτη για τους συμμετέχοντες, τους θεραπευτές και τους εξεταστές (Bhattacharya et al 2017; Shaikh et al 2019). Ωστόσο, σύγκριναν τα στατιστικά αποτελέσματα μεταξύ των 2 ομάδων. Οι Bhattacharya et al (2017) πραγματοποίησαν τις μετρήσεις τους για ποσοστό 85% των συμμετεχόντων.

Τέλος, η κινητικότητα εξετάστηκε από τους Elanchezhian & Swarnakumari (2019), μια έρευνα υψηλής μεθοδολογικής ποιότητας με βαθμολογία 6/10. Στην έρευνα, η κατανομή του δείγματος σε ομάδες δεν αποκρύφτηκε, ενώ η τυφλή διαδικασία εφαρμόστηκε μόνο στην περίπτωση των εξεταστών. Ο αριθμός των συμμετεχόντων στους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ξεπερνούσε σε ποσοστό το 85%, και οι 2 ομάδες μετά το τέλος της παρέμβασης συγκρίθηκαν μεταξύ τους ως προς τα στατιστικά τους αποτελέσματα.

4.2 Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δομή και λειτουργία παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση

4.2.1 Εύρος τροχιάς

Η εφαρμογή διατάσεων μεμονωμένα ή συνδυαστικά με άλλη μέθοδο, μπορεί να έχει θετική επίδραση στο εύρος τροχιάς αρθρώσεων των κάτω άκρων σε παιδιά και εφήβους με ΕΠ. Συγκεκριμένα, 7 από τις 9 μελέτες αναφέρουν σημαντική βελτίωση στο εύρος τροχιάς μετά την εφαρμογή διατάσεων (Ahmadizadeh et al 2019; Bhattacharya et al 2017; Kalkman et al 2019; Khan et al 2022; Kruse et al 2022; Shaikh et al 2019; Theis et al 2015), ενώ οι υπόλοιπες 2 αναφέρουν βελτίωση η οποία δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Fosdahl et al 2019; Kruse et al 2023).

Οι Bhattacharya et al (2017), Khan et al (2022) και Theis et al (2015) διαπίστωσαν θετική επίδραση των παθητικών διατάσεων στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής

άρθρωσης σε παιδιά με ΕΠ. Συγκεκριμένα Οι Bhattacharya et al (2017) συγκρίνοντας την εφαρμογή μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης και παθητικών διατάσεων για 12 εβδομάδες παρατήρησαν ότι οι παθητικές διατάσεις ήταν περισσότερο αποτελεσματικές στην βελτίωση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής παιδιών ηλικίας 1- 12 ετών με ΕΠ. Οι Theis et al (2015) μελέτησαν την επίδραση ενός προγράμματος διατάσεων και τυπικού προγράμματος φυσικοθεραπείας διάρκειας 6 εβδομάδων σε παιδιά με ΕΠ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης βελτίωσαν σημαντικά το εύρος τροχιάς την ποδοκνημική άρθρωση συγκριτικά με την ομάδα η οποία ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Khan et al (2022) οι οποίοι εφάρμοσαν ασκήσεις διάτασης με και χωρίς Kinesio Taping σε παιδιά ηλικίας 2-10 ετών με ΕΠ για διάστημα 4 εβδομάδων. Σύμφωνα με τους ερευνητές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο παρεμβάσεων $p=0.059$ στο εύρος τροχιάς της ποδοκνημικής ωστόσο και στις δυο παρεμβάσεις ξεχωριστά βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο τέλος της μελέτης. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με τους Pin et al (2006) οι οποίοι σε συστηματική ανασκόπηση 7 μελετών ανέφεραν ότι η εφαρμογή παθητικών διατάσεων σε παιδιά με ΕΠ σπαστικής μορφής μπορεί έχει θετικά επίδραση στο εύρος τροχιάς των αρθρώσεων επισημαίνοντας ότι το μέγεθος επίδρασης ήταν σε χαμηλά επίπεδα.

Η συνδυασμένη εφαρμογή παθητικών διατάσεων και δόνησης έχει θετική επίδραση στο ενεργητικό εύρος τροχιάς της κάμψης, απαγωγής του ισχίου και της ραχιαίας κάμψης παιδιών με ΕΠ ηλικίας 4-12 ετών σύμφωνα με τους Ahmadizadeh et al (2019). Οι ερευνητές ανέφεραν ότι η βελτίωση στο ενεργητικό εύρος τροχιάς των παραπάνω αρθρώσεων μπορεί να οφείλεται στην αύξηση της δύναμης των καμπτήρων, απαγωγών του ισχίου και των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής από την εφαρμογή της δόνησης η οποία προκαλεί μυϊκή ενεργοποίηση. Αντίθετα, οι Fosdahl et al (2019) δεν παρατήρησαν σημαντική διαφορά στο παθητικό και ενεργητικό εύρος τροχιάς της έκτασης του γόνατος μεταξύ της ομάδας παιδιών με ΕΠ ηλικίας 7-15 ετών που εφάρμοσε παθητικές διατάσεις και πρόγραμμα ενδυνάμωσης και της ομάδας που ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας για 16 εβδομάδες. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στην συμμετοχή παιδιών υψηλού επιπέδου λειτουργικότητας (GMFCS I, II) και της πραγματοποίησης ορισμένων συνεδριών από το σπίτι, χωρίς την επίβλεψη θεραπευτή. Στην μελέτη των Shaikh et al (2019) αναφέρεται σημαντική βελτίωση στο εύρος της ιγνυακής γωνίας έπειτα από την εφαρμογή ενεργητικών διατάσεων και έκκεντρης προπόνησης σε παιδιά και εφήβους με ΕΠ ηλικίας 4-18 ετών. Σύμφωνα με τους ερευνητές η επιμήκυνση του

σπαστικού μυός με την έκκεντρη προπόνηση και την βοήθεια της βαρύτητας μπορεί να συμβάλει στην βελτίωση του ενεργητικού εύρους κίνησης της άρθρωσης. Παρόμοια, οι Kalkman et al (2019), έπειτα από πρόγραμμα ασκήσεων διάτασης των κάτω άκρων μεμονωμένα ή συνδυαστικά με ασκήσεις αντίστασης διάρκειας 10 εβδομάδων, διαπίστωσαν βελτίωση στην μέγιστη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής παιδιών με ΕΠ.

Η εφαρμογή διατάσεων PNF μπορεί να αυξήσει το εύρος τροχιάς της ποδοκνημικής σε άτομα του τυπικού πληθυσμού (Kay et al. 2015) και σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Zhou et al. 2016). Στην παρούσα ανασκόπηση οι Kruse et al (2022) ανέφεραν σημαντική βελτίωση στο συνολικό εύρος τροχιάς της ποδοκνημικής και της μέγιστης ραχιαίας κάμψης έπειτα από στατικές διατάσεις και PNF σε μια συνεδρία χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αντίθετα οι Kruse et al (2023) δεν παρατήρησαν σημαντική αύξηση στο εύρος τροχιάς έπειτα από την εφαρμογή στατικών διατάσεων και PNF διάρκειας 8 εβδομάδων. Τα παραπάνω αποτελέσματα πιθανόν να οφείλονται στην διαφορετική διάρκεια των παρεμβάσεων όπου οι Kruse et al (2022) αξιολόγησαν την επίδραση του προγράμματος μετά από μια συνεδρία ενώ η παρέμβαση των Kruse et al (2023) διήρκησε 8 εβδομάδες. Παράλληλα, οι διαφορές ανάμεσα τους ως προς τα αποτελέσματα, μπορεί να οφείλονται στην εφαρμογή των συνεδριών από το σπίτι με την βοήθεια των γονέων, στην περίπτωση των Kruse et al (2023), σε αντίθεση με τους Kruse et al (2022) όπου η μία συνεδρία πραγματοποιήθηκε με τον θεραπευτή σε κατάλληλα εξοπλισμένο χώρο. Επισημαίνεται επίσης ότι στις έρευνες των Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) στην ομάδα που εφαρμόστηκαν οι τεχνικές PNF συμμετείχαν παιδιά επιπέδου λειτουργικότητας GMFCS III, ενώ η ομάδα στατικών διατάσεων αποτελούνταν από παιδιά με GMFCS I,II.

4.2.2 Μυοτενόντιες ιδιότητες

Στα παιδιά με ΕΠ ο έσω γαστροκνήμιος είναι κοντότερος, το μήκος ηρεμίας του αχίλλειου τένοντα είναι μακρύτερο και η σχετική ακαμψία του μυϊκού ιστού είναι μεγαλύτερη από αυτή του τένοντα. Συνεπώς, η αύξηση της ακαμψίας του τένοντα θα μπορούσε να οδηγήσει στην μείωση της σκληρότητας του μυός και να αποτρέψει ή και να καθυστερήσει ενδεχόμενες χειρουργικές παρεμβάσεις (Kalkman et al. 2015). Μια επιπλέον υπόθεση αναφέρει πως στα παιδιά με ΕΠ η συσσώρευση του συνδετικού ιστού στους μυς είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα την μειωμένη εκτασιμότητα του μυϊκού ιστού. Ωστόσο, η πιθανή έλλειψη οργάνωσης του συνδετικού ιστού στους σπαστικούς μυς, τον κάνει ανεκτικό στις δυνάμεις εφελκυσμού και μπορεί να προκαλέσει αύξηση στο μήκος του γαστροκνήμιου μυ και του αχίλλειου τένοντα έπειτα από την εφαρμογή

διατάσεων (Theis et al 2013). Σύμφωνα με τους Kalkman et al (2019) ένα πρόγραμμα διατάσεων και ενδυνάμωσης των μυών της γαστροκνημίας, διάρκειας 10 εβδομάδων μπορεί να αυξήσει την δυσκαμψία του αχίλλειου τένοντα και το μήκος ηρεμίας των μυοδεματίων καθώς και την αύξηση του ερεθίσματος διάτασης στον γαστροκνήμιο μυ. Ωστόσο οι ερευνητές επισημαίνουν ότι τα αποτελέσματα δεν οφείλονταν αποκλειστικά στις ασκήσεις αντίστασης καθώς η αξιολόγηση κατά την 4^η εβδομάδα που αφορούσε το διάστημα κατά το οποίο εφαρμόζονταν μόνο ασκήσεις ενδυνάμωσης, δεν επέφερε στατιστικά σημαντικές αλλαγές. Επιπρόσθετα είναι πιθανό στην αύξηση της ακαμψίας του τένοντα να συνέβαλλαν τα συσταλτά στοιχεία του υποκνημίδιου μυ, ενώ η αύξηση πιθανόν να ήταν μεγαλύτερη αν συνυπολογιζόταν η συνσύσπαση των ανταγωνιστών μυών. Αναφορικά με την βελτίωση τους μήκους ηρεμίας των μυοδεματίων οι ερευνητές ανέφεραν ως πιθανούς παράγοντες την αύξηση στον αριθμό ή στο μήκος των κατά σειρά σαρκομερίων. Οι Theis et al (2015) εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα παθητικών διατάσεων συμπληρωματικά με τη τυπική φυσικοθεραπεία διάρκειας 6 εβδομάδων σε παιδιά με ΕΠ. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές αλλαγές στη ακαμψία του αχίλλειου τένοντα ενισχύοντας την άποψη πως οι παθητικές διατάσεις δεν μπορούν να προκαλέσουν ένα ερέθισμα ικανό να τροποποιήσει τις μηχανικές ιδιότητες του τένοντα, σε παιδιά με σπαστική ΕΠ. Ωστόσο παρατηρήθηκε σημαντική ελάττωση στην ακαμψία και αύξηση στο μήκος του γαστροκνήμιου μυ. Όπως αναλύουν οι Theis et al (2015), η μειωμένη ακαμψία του γαστροκνημίου μπορεί να οφείλεται σε αλλαγές των παράλληλων ελαστικών στοιχείων, του ενδομυϊκού συνδετικού ιστού, των ενδοπεριτονιακών δομών και του αριθμού των κατά σειρά διατεταγμένων σαρκομερίων. Η υπόθεση αυτή μπορεί να επιβεβαιώνεται από την διατήρηση της μειωμένης ακαμψίας έως και 3 εβδομάδες μετά το τέλος της παρέμβασης. Οι διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των παραπάνω ερευνών πιθανόν να οφείλονται στα διαφορετικά παρεμβατικά προγράμματα καθώς και στο γεγονός ότι στην μελέτη των Kalkman et al (2019) συμμετείχαν παιδιά υψηλής λειτουργικότητας (GMFCS I-III), σε αντίθεση με αυτήν των Theis et al (2015) όπου συμμετείχαν παιδιά επιπέδου GMFCS III και IV.

Σύμφωνα με τους Kruse et al (2022) δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην ακαμψία, και στο μήκος της μυϊκής γαστέρας του γαστροκνημίου έπειτα από την εφαρμογή μιας συνεδρίας στατικών διατάσεων και PNF. Το παραπάνω εύρημα είναι σε αντίθεση με τα αποτελέσματα ερευνών σε υγιή άτομα σύμφωνα με τις οποίες οι στατικές και οι διατάσεις PNF μπορεί να αυξήσουν το μήκος και να μειώσουν την ακαμψία του γαστροκνήμιου μυός (Kay et al. 2015; Nakamura et al. 2015). Ωστόσο στην μελέτη των Kruse et al (2022) αυξήθηκε το μήκος της μυοτενόντιας ένωσης μετά από τις στατικές διατάσεις η οποία σύμφωνα με τους ερευνητές μπορεί

να οφείλεται στην αλλαγή του μήκους του αχίλλειου τένοντα μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Kruse et al (2023), οι οποίοι μετά το τέλος προγράμματος στατικών διατάσεων ή PNF διάρκειας 8 εβδομάδων δεν παρατήρησαν σημαντικές αλλαγές στην ακαμψία και στο μήκος του γαστροκνημίου, του αχίλλειου τένοντα και της μυοτενόντιας ένωσης παιδιών με ΕΠ.

4.2.3 Σπαστικότητα

Στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση σε 4 από τις 7 μελέτες αναφέρεται σημαντική επίδραση των διατάσεων την σπαστικότητα. Συγκεκριμένα, οι Khan et al (2022) αναφέρουν ότι η εφαρμογή διατάσεων διάρκειας 4 εβδομάδων με ή χωρίς την εφαρμογή Kinesio Tapping έχει θετική επίδραση στη σπαστικότητα των μυών της γαστροκνημίας παιδιών με ΕΠ. Παράλληλα, οι Bhattacharya et al (2017) παρατήρησαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στη σπαστικότητα των πελματιαίων καμπήρων παιδιών με ΕΠ, μετά την εφαρμογή μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης (ομάδα παρέμβασης) και παθητικών διατάσεων (ομάδα ελέγχου). Ωστόσο, σύμφωνα με τους ερευνητές οι συμμετέχοντες παρουσίαζαν από ήπιου ως μέτριου βαθμού σπαστικότητα. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με αυτά της συστηματικής ανασκόπηση των Pin et al (2006), στην οποία αναφέρεται μείωση στη σπαστικότητα των μυών του γόνατος, της γαστροκνημίας και των πρόσθιων μυών της κνήμης, παιδιών και εφήβων ηλικίας 3-20 ετών με ημιπληγία, διπληγία και τετραπληγία, έπειτα από την εφαρμογή παθητικών διατάσεων

Οι Elanchezhian & Swarnakumari (2019) αναφέρουν σημαντική βελτίωση στον βαθμό της σπαστικότητας στους προσαγωγούς του ισχίου, στους οπίσθιους μηριαίους, τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο παιδιών και εφήβων με σπαστική διπληγία, μετά από πρόγραμμα κρυοθεραπείας και παθητικών διατάσεων διάρκειας 6 εβδομάδων. Σε συμφωνία με τα παραπάνω ευρήματα οι Gehan et al (2011) παρατήρησαν βελτίωση της σπαστικότητας στους καμπήρες του αγκώνα και της πηγεοκαρπικής σε παιδιά με ΕΠ ηλικίας 4-6 ετών, μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας και παθητικών διατάσεων διάρκειας 3 μηνών αποδίδοντας την θετική επίδραση στην ελάττωση της ευαισθησίας της μυϊκής ατράκτου.

Οι Shaikh et al (2019) αναφέρουν ότι οι ενεργητικές διατάσεις και η έκκεντρη προπόνηση μπορεί να μειώσουν σημαντικά την σπαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων παιδιών με ΕΠ επισημαίνοντας ωστόσο την ήπια μορφή της σπαστικότητας των συμμετεχόντων. Οι ερευνητές απέδωσαν την θετική επίδραση των ενεργητικών διατάσεων στη σπαστικότητα, στην

αποτελεσματικότητα τους στην βελτίωση της αλληλεπίδρασης των δεσμών ακτίνης-μυοσίνης κατά την μυϊκή σύσπαση.

Αντίθετα, οι Ahmed et al (2021) δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τριών ομάδων παιδιών με ΕΠ στα οποία εφαρμοστήκαν στατικές διατάσεις και βακλοφαίνη, ωστόσο παρατήρησαν μικρή βελτίωση στη σπαστικότητα βασικών μυών των άνω και κάτω άκρων, ιδίως στην ομάδα που χορηγήθηκε βακλοφαίνη συνδυαστικά με διατάσεις. Παράλληλα οι Ahmadizadeh et al (2019) δεν αναφέρουν θετική επίδραση στην σπαστικότητα των μυών του γόνατος σε παιδιά με ΕΠ, μετά από πρόγραμμα διατάσεων συνδυαστικά με την εφαρμογή δονήσεων (WBV) και την μεμονωμένη εφαρμογή ασκήσεων διάτασης. Σύμφωνα με τους ερευνητές Ahmadizadeh et al (2019), η αξιολόγηση της σπαστικότητας που πραγματοποιήθηκε μια μέρα μετά το τέλος του προγράμματος, καθώς και οι διαφορετικοί θεραπευτές που επέβλεπαν τις ασκήσεις, πιθανόν να επηρέασαν το αποτέλεσμα. Επίσης, η απουσία αλλαγών στη σπαστικότητα πιθανόν να οφείλεται στην αύξηση της δύναμης των μυϊκών ομάδων που ελέγχθηκαν, εξαιτίας των δονήσεων. Σε ανάλογα αποτελέσματα κατέληξαν και οι Fosdahl et al (2019) οι οποίοι δεν παρατήρησαν σημαντική μείωση της σπαστικότητας των οπίσθιων μηριαίων, μετά την εφαρμογή ενεργητικών και παθητικών διατάσεων σε συνδυασμό με ασκήσεις ενδυνάμωσης. Οι ερευνητές απέδωσαν τα αποτελέσματα στην εφαρμογή ασκήσεων ενδυνάμωσης που πιθανόν να περιόρισαν την περαιτέρω μείωση της σπαστικότητας.

4.2.4 Μυϊκή Δύναμη

Έχει υποστηριχθεί η άποψη ότι οι στατικές διατάσεις μπορεί να αυξήσουν την μέγιστη δύναμη και την ισχύ των κάτω άκρων σε υγιή άτομα πιθανόν λόγω της αύξησης των σαρκομερίων του μυός (Ryan et al 2011; Simpson et al.1995). Η εφαρμογή διατάσεων, μεμονωμένα ή συνδυαστικά με ασκήσεις ενδυνάμωσης, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές αλλαγές στη μυϊκή δύναμη των παιδιών με ΕΠ, όπως αναδείχθηκε από 2 έρευνες της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης (Fosdahl et al 2019; Kruse et al 2023). Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Fosdahl et al (2019) παρατηρήθηκε βελτίωση στην δύναμη στην ομάδα παρέμβασης έπειτα από την εφαρμογή ασκήσεων διάτασης και ενδυνάμωσης, χωρίς ωστόσο αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Αντίθετα, η ομάδα που ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα θεραπείας παρουσίασε μείωση της μυϊκής δύναμης στη πλειονότητα των μετρήσεων. Οι μικρές αλλαγές στην δύναμη της ομάδας παρέμβασης, παρά τη μεγάλη διάρκεια του προγράμματος, μπορεί να οφείλονται αρχικά στο σακίδιο πλάτης που χρησιμοποιήθηκε στις ασκήσεις ενδυνάμωσης και ανάγκαζε τους

συμμετέχοντες σε κάμψη ισχίου προκειμένου να εξασφαλίσουν σταθερότητα, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη χρήση των οπίσθιων μηριαίων παρά των τετρακεφάλων κατά την έκταση των γονάτων προς την όρθια θέση. Επιπρόσθετα η ενεργοποίηση των πελματιαίων καμπτήρων κατά την έκταση του γόνατος μπορεί να προκάλεσε μικρότερη ενεργοποίηση των εκτεινόντων του γόνατος. Παράλληλα, η επιλογή ενός διαφορετικού φυσικοθεραπευτή για κάθε παιδί στην ομάδα παρέμβασης αλλά και η διαφορετική τυπική θεραπεία στην οποία υποβλήθηκε κάθε παιδί της ομάδας ελέγχου, είναι στοιχεία που ενδεχομένως να επηρέασαν τα αποτελέσματα. Η εκτέλεση μιας μόνο ισομετρικής σύσπασης σε κάθε καθορισμένη γωνία τους εύρους τροχιάς της ποδοκνημικής άρθρωσης αλλά και η μελέτη των αποτελεσμάτων μόνο σε μια συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα, αποτελεί περιορισμό της έρευνας των Fosdahl et al (2019). Τέλος, το επίπεδο λειτουργικότητας (GMFCS I-III) των συμμετεχόντων, περιορίζει τα συμπεράσματα της μελέτης στα παραπάνω επίπεδα λειτουργικότητας παιδιών με σπαστική μορφή εγκεφαλικής παράλυσης. Αντίστοιχα, οι Kruse et al (2023) τόσο μετά την εφαρμογή PNF όσο και μετά από στατικές διατάσεις παρατήρησαν μικρές αυξήσεις στη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων κατά την εκτέλεση ισομετρικής σύσπασης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η διέγερση των πελματιαίων καμπτήρων που προκλήθηκε κατά την εφαρμογή της PNF, ίσως δεν ήταν αρκετή ώστε να προκαλέσει στατιστικά σημαντική αλλαγή στην μυϊκή δύναμη, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη για ενίσχυση της μυϊκής διέγερσης κατά την παρέμβαση.

4.2.5 Ασυμμετρία

Οι διατάσεις μπορούν να βελτιώσουν την πυελική ασυμμετρία παιδιών και εφήβων με σπαστική μορφή ΕΠ και διπληγία. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την έρευνα των Salphale et al (2022), μετά την εφαρμογή PNF και λειτουργικών ασκήσεων παρατηρήθηκε μείωση της ασυμμετρίας, η οποία ήταν σημαντικότερη στην ομάδα που έκανε τεχνικές PNF σε συνδυασμό με λειτουργικές ασκήσεις. Ωστόσο η αναφορά μόνο σε περιπτώσεις σπαστικής διπληγίας σε επίπεδο λειτουργικότητας GMFCS I-III, περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

4.2.6 Μυϊκή Δραστηριότητα/Διεγερσιμότητα

Οι Kruse et al (2022) και Kruse et al (2023) εξέτασαν τη μυϊκή διεγερσιμότητα του πρόσθιου κνημιαίου και του γαστροκνήμιου μυός, έπειτα από εφαρμογή PNF και στατικών διατάσεων. Οι ερευνητές αξιολόγησαν τη μυϊκή διεγερσιμότητα μετά από μια μεμονωμένη συνεδρία (Kruse et al 2022) και μετά από πρόγραμμα 8 εβδομάδων (Kruse et al 2023)

χρησιμοποιώντας ίδιο αριθμό συμμετεχόντων, με ίδιο εύρος ηλικίας, επίπεδο GMFCS και τοπογραφική κατανομή της πάθησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στη μυϊκή δραστηριότητα στην ομάδα στατικών διατάσεων ή στην ομάδα PNF. Σύμφωνα με τους ερευνητές η μικρή διέγερση που προκλήθηκε στους μυς, μπορεί να οφείλεται στον μειωμένο κινητικό έλεγχο και τη μειωμένη ικανότητα ισομετρικής σύσπασης που παρατηρείται σε αυτά τα παιδιά. Και στις 2 περιπτώσεις το μικρό δείγμα αλλά και ο περιορισμός της έρευνας στη μελέτη συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων δεν επιτρέπουν την γενίκευση των αποτελεσμάτων.

4.2.7 Πρόσληψη θερμίδων/υγρών

Οι Ahmed et al (2021) αναφέρουν σημαντική βελτίωση στην πρόσληψη θερμίδων και υγρών μετά την ολοκλήρωση προγράμματος διάρκειας 6 εβδομάδων που περιλάμβανε συνδυασμό ασκήσεων διάτασης και χορήγησης βακλοφαίνης. Σύμφωνα με τους ερευνητές η πιθανή μείωση του πόνου και η βελτίωση της κινητικότητας των παιδιών, μετά την εφαρμογή του προγράμματος, μπορεί να είχαν ως αποτέλεσμα την αυξημένη πρόσληψη θερμίδων και υγρών.

4.3 Η αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων διάτασης στη δραστηριότητα παιδιών και εφήβων με εγκεφαλική παράλυση.

4.3.1 Βάδιση

Οι Ahmadizadeh et al (2019) και Fosdahl et al (2019) ανέφεραν στατιστικά σημαντική βελτίωση στη βάδιση όπως αυτή αξιολογήθηκε με το 6MWT έπειτα από την συνδυαστική εφαρμογή διατάσεων με WBV και ενδυνάμωση, αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους Ahmadizadeh et al (2019) η βελτίωση της βάδισης στην ομάδα που έκανε διατάσεις σε συνδυασμό με WBV μπορεί να οφείλεται στην αύξηση του ενεργητικού εύρους τροχιάς της απαγωγής και κάμψης του ισχίου και στην αύξηση της δύναμης των καμπτήρων και απαγωγών του ισχίου, εξαιτίας των δονήσεων οι οποίες επηρεάζουν τη φάση αιώρησης της βάδισης. Επισημαίνεται ότι στην παραπάνω μελέτη όλες οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν σε κατάλληλα εξοπλισμένο χώρο, υπό την παρουσία θεραπευτή.

Σημαντική βελτίωση στο μήκος βήματος ($p=0.003$), στο μήκος διασκελισμού ($p=0.001$) και στον ρυθμό βάδισης ($p=0.000$) ανέφεραν οι Elanchezian & Swarnakumari (2019) στην ομάδα παιδιών με ΕΠ, η οποία υποβλήθηκε σε κρυοθεραπεία και διατάσεις μαζί με την κλασσική φυσικοθεραπεία. Παρόμοια, οι Salphale et al (2022) διαπίστωσαν βελτίωση στον ρυθμό βάδισης,

το μήκος διασκελισμού και την ταχύτητα βάρδισης παιδιών με ΕΠ έπειτα από την εφαρμογή τεχνικών PNF σε συνδυασμό με λειτουργική εκπαίδευση. Τα παραπάνω ευρήματα είναι σε συμφωνία με αυτά της Sharma (2021), η οποία εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα PNF και ασκήσεων λειτουργικής εκπαίδευσης διάρκειας 6 εβδομάδων σε ένα παιδί με σπαστική διπληγία, διαπίστωσε βελτίωση στις παραπάνω παραμέτρους της βάρδισης.

Αντίθετα στην έρευνα των Fosdahl et al (2019) η ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν έδειξε σημαντική επίδραση ενός συνδυασμένου προγράμματος ενδυνάμωσης και διατάσεων στην γωνία γόνατος, ισχίου, λεκάνης κατά την επαφή του άκρου ποδιού με το έδαφος, στην ελάχιστη κάμψη του γόνατος στη φάση στήριξης, στο μήκος βήματος και στη ταχύτητα κατά την αξιολόγηση με τρισδιάστατη ανάλυση βάρδισης. Επιπρόσθετα, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και της ομάδας ελέγχου που ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα φυσικοθεραπείας. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στις διαφορετικές παρεμβάσεις που υλοποίησε η ομάδα ελέγχου και στους διαφορετικούς φυσικοθεραπευτές που επέβλεπαν τη διαδικασία στην ομάδα παρέμβασης καθώς και στο γεγονός ότι το 1/3 των συνεδριών πραγματοποιούνταν από το σπίτι χωρίς τη παρουσία του θεραπευτή.

4.3.2 Ισορροπία

Σύμφωνα με τους Salphale et al (2022) η εφαρμογή διατάσεων PNF σε παιδιά με ΕΠ ηλικίας 8-12 ετών μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην ισορροπία. Οι ερευνητές απέδωσαν την θετική επίδραση των διατάσεων PNF στην βελτίωση της ευθυγράμμισης πυέλου-κορμού και του πυελικού ελέγχου οι οποίοι αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την στατική και δυναμική ισορροπία παιδιών με σπαστική διπληγία. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται από την Sharma (2021), η οποία αναφέρθηκε στις θετικές επιδράσεις των τεχνικών PNF συνδυαστικά με ασκήσεις λειτουργικότητας που στόχευαν στα κάτω άκρα, στην ισορροπία παιδιού με σπαστική ΕΠ και διπληγία, έπειτα από πρόγραμμα 6 εβδομάδων.

4.3.3 Αδρή Κινητική Λειτουργία

Η αδρή κινητική λειτουργία των παιδιών και εφήβων με ΕΠ μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την εφαρμογή ενεργητικών και παθητικών διατάσεων σύμφωνα με τις δύο μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση (Bhattacharya et al 2017; Shaikh et al 2019). Συγκεκριμένα οι Bhattacharya et al (2017) παρατήρησαν παρόμοια επίδραση της εφαρμογής παθητικών διατάσεων και τεχνικών μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης διάρκειας 12

εβδομάδων στις επιδόσεις των συμμετεχόντων στην κλίμακα αδρής κινητικής λειτουργίας (GMFM). Επιπρόσθετα οι Shaikh (et al 2019) ανέφεραν ότι οι ενεργητικές διατάσεις και η έκκεντρη προπόνηση για 1 εβδομάδα των οπίσθιων μηριαίων παιδιών με ΕΠ μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις στην όρθια θέση (πεδίο D) της κλίμακας GMFM. Σύμφωνα με τους ερευνητές η βελτίωση την αδρή κινητική λειτουργία των συμμετεχόντων πιθανά να οφείλεται στην παράλληλη βελτίωση του εύρους κίνησης και του επιπέδου σπαστικότητας των συμμετεχόντων.

4.3.4 Κινητικότητα

Η μελέτη των Elanchezhian & Swarnakumari (2019), που συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, κατέδειξε την θετική επίδραση των διατάσεων έπειτα από την εφαρμογή κρυοθεραπείας, στην κινητικότητα και λειτουργικότητα των παιδιών και εφήβων με ΕΠ. Η πειραματική ομάδα στην οποία εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία και διατάσεις συνδυαστικά με ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο Time Up and Go Test (TUG), σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, η οποία έπειτα από το τυπικό πρόγραμμα εκπαίδευσης δεν παρουσίασε βελτίωση. Τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με τους Gehan et al (2011) οι οποίοι παρατήρησαν βελτίωση στην κινητικότητα και λειτουργικότητα παιδιών μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας και διατάσεων. Οι ερευνητές απέδωσαν τις καλύτερες επιδόσεις στην παράλληλη βελτίωση του επιπέδου σπαστικότητας και εύρους κίνησης των αρθρώσεων μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα.

4.4 Περιορισμοί παρούσας συστηματικής ανασκόπησης

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση υπόκειται σε περιορισμούς, οι οποίοι πιθανόν να διαφοροποιούν τα αποτελέσματα της. Αρχικά, τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν ανήκουν στη κατηγορία των τυχαιοποιημένων ελεγχόμενων/κλινικών δοκιμών, με έτος δημοσίευσης από το 2013 και έπειτα, γεγονός που περιόρισε την εύρεση περαιτέρω στοιχείων για την εξαγωγή ασφαλέστερων αποτελεσμάτων. Παράλληλα, ο αποκλεισμός RCTs που ήταν δημοσιευμένα σε γλώσσα διαφορετική από την αγγλική, απέκλεισε έρευνες που πιθανά θα μπορούσαν να ενταχθούν στην ανασκόπηση. Η αναζήτηση σε 5 βάσεις δεδομένων και ο αποκλεισμός όσων μελετών δεν παρείχαν ελεύθερη πρόσβαση στο πλήρες κείμενο, περιόρισε την άντληση περισσότερων πληροφοριών σχετικών με το θέμα της μελέτης. Επιπρόσθετα, ο πληθυσμός των ατόμων στον οποίο αναφέρονται οι 13 έρευνες της παρούσας ανασκόπησης αναφέρεται στην σπαστική μορφή εγκεφαλικής παράλυσης, γεγονός που εμποδίζει την γενίκευση των αποτελεσμάτων για όλες τις

μορφές της ΕΠ. Ταυτόχρονα, οι μετρήσεις που διεξήχθησαν αφορούσαν κατά κύριο λόγο τα κάτω άκρα και τον κορμό, με αποτέλεσμα να μην έχει διερευνηθεί η αποδοτικότητα των διατάσεων στα άνω άκρα. Τέλος, περιορισμό αποτελεί το γεγονός ότι ορισμένες παράμετροι όπως είναι η ισορροπία, η ασυμμετρία και η κινητικότητα αξιολογήθηκαν από μία μόνο μελέτη, με αποτέλεσμα την απουσία διασταύρωσης των δεδομένων.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η εγκεφαλική παράλυση αποτελεί τη πιο συχνή αιτία παιδικής αναπηρίας, με συχνότερο τύπο εμφάνισης τη σπαστική μορφή. Η προσβολή της στάσης και της κίνησης, αλλά και οι διαταραχές που παρατηρούνται στα διάφορα συστήματα του οργανισμού, δημιουργούν την ανάγκη εύρεσης αποτελεσματικών μεθόδων αντιμετώπισης της πάθησης. Οι διατάσεις αποτελούν μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων της ΕΠ. Ωστόσο, η επίδραση τους στη βελτίωση της κλινικής εικόνας των ασθενών δεν έχει μελετηθεί επαρκώς στη διεθνή βιβλιογραφία. Σκοπός της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης ήταν η διερεύνηση των αποτελεσμάτων των ασκήσεων διάτασης στη λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με ΕΠ ως μεμονωμένη θεραπεία ή συνδυαστικά με άλλες μεθόδους και οι παράμετροι της λειτουργικότητας που εξετάστηκαν ταξινομήθηκαν με βάση το σύστημα ICF. Η αναλυτική διερεύνηση των μελετών που εντάχθηκαν στην ανασκόπηση, ανέδειξε διαφορετικά αποτελέσματα στις παραπάνω παραμέτρους μετά το τέλος της παρέμβασης. Συγκεκριμένα, οι διατάσεις παρουσίασαν θετική επίδραση στο εύρος τροχιάς, στην ασυμμετρία, στη πρόσληψη θερμίδων και υγρών, στη βάδιση, στην ισορροπία, στην αδρή κινητική λειτουργία και στην κινητικότητα. Αντικρουόμενα είναι τα αποτελέσματα σχετικά με τη σπαστικότητα και τις μυοτενόντιες ιδιότητες, ενώ η μυϊκή δύναμη και διεγερσιμότητα δεν παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές. Σχετικά με τη μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών, 7 από τις 13 μελέτες χαρακτηρίστηκαν ως μέτριας ποιότητας και οι υπόλοιπες ως υψηλής. Οι βασικότεροι παράγοντες που πιθανόν να διαφοροποίησαν τα αποτελέσματα και ευθύνονται για τις διαφορές ανάμεσα στις έρευνες είναι, ο αριθμός των συμμετεχόντων, το επίπεδο λειτουργικότητας, η διάρκεια της παρέμβασης, η εφαρμογή διατάσεων, άλλοτε συνδυαστικά και άλλοτε μεμονωμένα, αλλά και η σύγκριση των διατάσεων με τη κλασική θεραπεία ή με άλλη μέθοδο. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή μελλοντικών ερευνών με μεγαλύτερο δείγμα και διαφορετικούς τύπους της ΕΠ και η σύγκριση των διατάσεων με την κλασική φυσικοθεραπεία, προκειμένου να εξαχθούν ασφαλέστερα συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των διατάσεων στη λειτουργικότητα παιδιών και εφήβων με ΕΠ.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Afonso J., Ramirez-Campillo R., Moscao J., Rocha T., Zacca R., Martins A., Milheiro A.A., Ferreira J., Sarmento H., Clemente F.M. (2021). Strength Training versus Stretching for Improving Range of Motion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare*, 9(4), p. 427.
2. Ahmadizadeh Z., Khalili M.A., Ghalam M.S., Mokhlesin M. (2019). Effect of Whole Body Vibration with Stretching Exercise on Active and Passive Range of Motion in Lower Extremities in Children with Cerebral Palsy: A Randomized Clinical Trial. *Iran J. Pediatr.*, 29(5), p. 1-7.
3. Ahmed M., Liaqat A., Kanwal N. (2021). Effect of stretching exercises with or without Baclofen on spasticity, fluid intake and calories intake in cerebral palsy children. *T. Rehabili. J.*, 5(1), p. 203-207.
4. Ansari N.N., Naghdi S., Hasson S., Azarsa M.H., Azarnia S. (2008). The Modified Tardieu Scale for the measurement of elbow flexor spasticity in adult patients with hemiplegia. *Brain Injury*, 22(13-14), p. 1007-1012.
5. Arnoni J.L.B., Pavão S.L., Dos Santos Silva F.P., Rocha N.A.C.F. (2019). Effects of virtual reality in body oscillation and motor performance of children with cerebral palsy: A preliminary randomized controlled clinical trial. *Complement Ther. Clin. Pract.*, 35, p. 189-194.
6. Ayala L., Winter S., Byrne R., Fehlings D., Gehred A., Letzkus L., Noritz G., Paton M.CB., Pietruszewski L., Rosenberg N., Tanner K., Vargus-Adams J., Novak I., Maitre N.L. (2021). Assessments and interventions for spasticity in infants with or at high risk for cerebral palsy: A systematic review. *Pediatric Neurology*, 118, p. 72-90.
7. Bar-on L., Molenaers G., Aertbelien E., Van Campenhout A., Feys H., Nuttin B., Desloovere K. (2015). Spasticity and Its Contribution to Hypertonia in Cerebral Palsy. *Hindawi Publishing Corporation*, 2015(3), p. 1-10.
8. Bhattacharya U., Bhattacharya N.C., Bhattacharya U. (2017). Efficacy of Myofascial Release Technique in Comparison with Passive Stretching in Reducing Spasticity in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Medical Science and Clinical Research*, 5(11), p.30515-30520.
9. Bhilwade A.H., Ganvir S.S. (2020). Effect of stretching to relieve spasticity in neurological conditions-a systematic review. *VIMS J. Physical Th.*, 2(1), p. 3-12.
10. Boulard C., Gross R., Gautheron V., Lapole T. (2019). What causes increased passive stiffness of plantarflexor muscle-tendon unit in children with spastic cerebral palsy? *European Journal of Applied Physiology*, 119(10), p. 2151-2165.
11. Castaneda L., Bergmann A., & Bahia L. (2014). The International Classification of Functioning, Disability and Health: a systematic review of observational studies. *Rev. Bras. Epidemiol.*, 17(2), p. 437-451.

12. Chaabene H., Behm D.G., Negra Y., Granacher U. (2019). Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats. *Frontiers in Physiology*, 10, p. 1-8.
13. Dominguez-Romero J.G., Jimenez-Rejano J., Ridao-Fernandez C., Chamorro-Moriana G. (2021). Exercise-Based Muscle Development Programs and Their Effectiveness in the Functional Recovery of Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review. *Diagnostics*, 11(3), p. 529.
14. Elanchezhian C., Swarnakumari P. (2019). Efficacy of Cold Therapy and Passive Stretching to Improve Gait in Spastic Diplegic Cerebral Palsy Children. *Int. J. Pediatr.*, 7(9), p. 10109-10118.
15. Fosdahl M.A., Jahnsen R., Kvalheim K., Holm I. (2019). Effect of a Combined Stretching and Strength Training Program on Gait Function in Children with Cerebral Palsy, GMFCS Level I & II: A Randomized Controlled Trial. *Medicina*, 55(6), p. 250.
16. Fosdahl M.A., Jahnsen R., Kvalheim K., Holm I. (2019). Stretching and Progressive Resistance Exercise in Children with Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Pediatr. Phys. Ther.*, 31(3), p. 264-271.
17. Gao P., Tang F., Liu W., Mo Y. (2022). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation in treating chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 35(1), p. 21-33.
18. Gehan M. Abd El-Maksoud., Moussa A. Sharaf., Soheir S. Rezk-Allah. (2011). Efficacy of cold therapy on spasticity and hand function in children with cerebral palsy. *Journal of Advanced Research*. 2, p. 319–325.
19. Gomez-Cuaresma L., Lucena-Anton D., Gonzalez-Medina G., Martin-Vega F.J., Galant-Mercant A., Luque-Moreno C. (2021). Effectiveness of Stretching in Post-Stroke Spasticity and Range of Motion: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Personalized Medicine*, 11(11), p. 1-17.
20. Groppe M., Mattern-Baxter K., Davenport T.E. (2012). Passive Stretching and its Effect on Spasticity and Range of Motion in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Journal of Student Physical Therapy Research*, 5(1), p. 11–22.
21. Harvey L.A., Katalinic O.M., Herbert R.D., Moseley A.M., Lannin N.A., Schurr K. (2017). Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of Physiotherapy*, 63(2), p.67-75
22. Haugh A.B., Pandyan A.D., Johnson G.R. (2006). A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. *Disability and Rehabilitation*, 28(15), p.899-907.
23. Iwata M., Yamamoto A., Matsuo S., Hatano G., Miyazaki M., Fukaya T., Fujiwara M., Asai Y., Suzuki S. (2019). Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(1), p.13-20

24. Kalkman B.M., Bar-On L., Cenni F., Maganaris C.N., Bass A., Holmes G., Desloovere K., Barton G.J., O'Brien T.D. (2018). Muscle and tendon lengthening behaviour of the medial gastrocnemius during ankle joint rotation in children with cerebral palsy. *Exp. Physiol.*, 103(10), p. 1367-1376.
25. Kalkman B.M., Holmes G., Bar-on L., Maganaris C.N., Barton G.J., Bass A., Wright D.M, Walton R., O'Brien T.D. (2019). Resistance Training Combined with Stretching Increases Tendon Stiffness and Is More Effective Than Stretching Alone in Children with Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Front. Pediatr.*, 7(July), p. 1-10.
26. Katalinic O.M., Harvey L.A., Herbert R.D. (2011). Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Phys. Ther.*, 91(1), p. 11–24.
27. Kay A.D., Husbands-Beasley J., Blazeovich A.J. (2015). Effects of Contract-Relax, Static Stretching, and Isometric Contractions on Muscle-Tendon Mechanics. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 47(10), p. 2181–2190.
28. Khan I.T., Khaliq S., Shaikh S., Muhammad A.S., Rida-E-Zainab S., Zulfiqar S., Ahmed M., (2022). Effects of Sustained Stretching with and without Kinesio Tapping in Relieving Spasticity in Spastic Cerebral Palsy. *PJMHS*,16(4), p.836-839.
29. Kjølhede T., Vissing K., Dalgas U. (2012). Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review: *Multiple Sclerosis Journal*, 18(9), p. 1215-1228.
30. Kruse A., Habersack A., Jaspers R.T., Schrapf N., Weide G., Svehlik M., Tilp M. (2022). Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching of the Plantar Flexors on Ankle Range of Motion and Muscle Tendon Behavior in Children with Spastic Cerebral Palsy – A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), p. 1-12.
31. Kruse A., Habersack A., Weide G., Jaspers R.T., Svehlic M., Tilp M. (2023). Eight weeks of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and static stretching do not affect muscle-tendon properties, muscle strength, and joint function in children with spastic cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 107, p. 1-9.
32. Lempke L., Wilkinson R., Murray C., Stanek J. (2018). The Effectiveness of PNF Versus Static Stretching on Increasing Hip-Flexion Range of Motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3), p.289-294.
33. Leonardi M., Lee H., Konstanjsek N., Fornari A., Raggi A., Martinuzzi A., Yanez M., Almborg A. H., Fresk M., Besstrashnova Y., Shoshmin A., Castro S. S., Cordeiro E. S., Cuenot M., Haas C., Maart S., Maribo T., Miller J., Mukaino M., Snyman S., Trinks U., Anttila H., Paltamaa J., Saleeby P., Frattura L., Madden R., Sykes C., van Gool C.H., Hrkal J., Zvolosky M., Sladkova P., Vikdal M., Hardardottir G.A., Foubert J., Jakob R., Coenen M., Kraus de Camargo O. (2022). 20 Years of ICF-

- International Classification of Functioning, Disability and Health: Uses and Applications around the World. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), p. 1-16.
34. Lima C.D., Brown L.E., Ruas C.V., MS, Behm D.G. (2018). Effects of Static Versus Ballistic Stretching on Hamstring: Quadriceps Stretch Ratio and Jump Performance in Ballet Dancers and Resistance Trained Women. *Journal of Dance Medicine & Science*, 22(3), p. 160-167.
 35. McNeilly L.G. (2018). Using the International Classification of Functioning, Disability and Health Framework to Achieve Interprofessional Functional Outcomes for Young Children. A Speech Language Pathology Perspective. *Pediatr. Clin. N. Am.*, 65(1), p. 125-134.
 36. Michael-Asalu A., Taylor G., Campbell H., Lelea L.L., Kirby S.S. (2019). Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics and Clinical Update: *Advances in Pediatrics*, 66, p.189-208.
 37. Murray E., Power E., Togher L., McCabe P., Munro N., Smith K. (2013). The reliability of methodological ratings for speechBITE using the PEDro-P scale: *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(3), p. 297-306.
 38. Nakamura M., Ikezoe T., Tokugawa T., Ichihashi N. (2015). Acute Effects of Stretching on Passive Properties of Human Gastrocnemius Muscle-Tendon Unit: Analysis of Differences Between Hold-Relax and Static Stretching. *J. Sport Rehabil.*, 24 (3), p. 286–292.
 39. Nation L. (2019). Using the International Classification of Functioning, Disability and Health to Document Hospice Eligibility. *Journal of Hospice & Palliative Nursing*, 21(3), p. 237-244.
 40. Nguyen L., Cross A., Rosenbaum P., Gorter J.W. (2019). Use of the International Classification of Functioning, Disability and Health to support goalsetting practices in pediatric rehabilitation: a rapid review of the literature. *Disability and Rehabilitation*, 43(6), p. 884-894.
 41. O'shea M. (2008). Diagnosis, Treatment, and Prevention of Cerebral Palsy in Near-Term/Term Infants. *Clinical obstetrics and gynecology*, 51(4), p. 816-822.
 42. Paci M., Bianchini C., Baccini M. (2022). Reliability of the PEDro scale: comparison between trials published in predatory and non-predatory journals. *Archives of Physiotherapy*, 12(1), p. 1-9.
 43. Palisano R.J., Rosenbaum P., Barlett D., Livingston M.H. (2008). Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(10), p. 744-750.
 44. Paul S., Nahar A., Bhagawati M., Kunwar AJ. (2022). A Review of Recent Advances of Cerebral Palsy. *Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(4), p. 1-20.
 45. Pin T., Dyke P., Chan M. (2006). The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 48(10), p. 855-62.
 46. Priori A., Cogiamanian F., Mrakic-Sposta S. (2006). Pathophysiology of spasticity. *Neurol. Sci.*, 27, p. 307-309.

47. Rethlefsen S.A., Ryan D.D., Kay R.M. (2010). Classification Systems in Cerebral Palsy. *Orthopedic Clinics*, 41(4), p. 457-467.
48. Ryan E.D., Herda T.J., Costa P.B., Walter A.A., Hoge K.M., Cramer J.T. (2011). The effect of chronic stretch training on muscle strength. *J. Strength Cond. Res.*, 25(1), p. 345-352.
49. Sadowska M., Sarecka-Hujar B., Kopyta I. (2020). Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatric Disease and Treatment* ,16, p.1505-1518
50. Salphale V.G., Kovala R.K., Qureshi M.I., Harjpal P. (2022). Effectiveness of Pelvic Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Balance and Gait Parameters in Children with Spastic Diplegia. *Cureus*, 14(10), p. 1-11.
51. Santos C.M.C., Pimenta C.A.M., Nobre M.R.C. (2007). The Pico strategy for the research question construction and evidence search. *Rev. Latino-am Enfermagem*, 15(3), p. 508-511.
52. Schiariti V., Klassen A.F., Cieza A., Sauve K., O'Donnell M., Armstrong R., Masse L.C. (2014). Comparing contents of outcome measures in cerebral palsy using the international classification of functioning (ICF-CY): A systematic review. *European Journal of pediatric neurology*, 18(1), p. 1-12.
53. Shaikh Z., Palekar T.J., Basu S. (2019). To Compare the Effectiveness of Active Stretching and Eccentric Training on Hamstrings Spasticity in Spastic Cerebral Palsy Children. *Annals of Physiotherapy & Occupational Therapy*, 2(5), p. 2640-2734.
54. Sharma P. (2021). PNF Training for Improving Lower Limb Coordination in Cerebral Palsy: A Case Study in a Child with Spastic Diplegia. *International Journal of Science and Healthcare Research*, 6(1), p. 35-38.
55. Simpson A.H., Williams P.E., Kyberd P., Goldspink G., Kenwright G. (1995). The response of muscle to leg lengthening. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 77(4), p. 630-636.
56. Swartz M.K. (2021). Prisma 2020: An Update. *J. Pediatr. Health. Care*, 35(4), p. 351.
57. Theis N., Korff T., Kairon H., Mohagheghi A.A. (2013). Does acute passive stretching increase muscle length in children with cerebral palsy? *Clin. Biomech.*, 28 (9-10), p. 1061–1067.
58. Theis N., Korff T., Mohagheghi A.A., (2015). Does long-term passive stretching alter muscle–tendon unit mechanics in children with spastic cerebral palsy? *Clinical Biomechanics*, 30(10), p. 1071-1076.
59. Thomas E., Blanco A., Paoli A., Palma A. (2018). The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion. *Int. J. Sports Med.*, 39(4), p. 243-254.
60. Vitrikas K., Dalton H., Breish D. (2020). Cerebral Palsy: An Overview. *American Family Physician*, 101(4), p. 213-220.
61. Wimalasundera N., Stevenson V.L. (2016). Cerebral Palsy. *Pract. Neurol.*,16(3), p.184-194

62. Woods K., Bishop P., Jones E. (2007). Warm-up and Stretching in the Prevention of Muscular Injury. *Sports Med.*, 37(12), p. 1089-1099.
63. Zhou Z., Sun Y., Wang N., Gao F., Wei K., Wang Q. (2016). Robot-Assisted Rehabilitation of Ankle Plantar Flexors Spasticity: A 3-Month Study with Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. *Front. Neurorobotics*, 10, p. 1-14.