



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή εργασία με θέμα:

**«Δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της
επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην
ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης»**

Φοιτητές: Κουτής Αθανάσιος - Εμμανουήλ, Πανταζή Μαρία – Ελένη

Εισηγήτρια: Κελλάρη Ανθή, Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Υποψήφια Διδάκτωρ

Λαμία, 2024



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σχολή Επιστημών Υγείας

Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή εργασία με θέμα:

**«Δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της
επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην
ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης»**

Φοιτητές: Κουτής Αθανάσιος - Εμμανουήλ, Πανταζή Μαρία – Ελένη

Εισηγήτρια: Κελλάρη Ανθή, Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Υποψήφια Διδάκτωρ

Λαμία, 2024

Περίληψη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η ιδιοδεκτικότητα αποτελεί σημαντική παράμετρο του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης και μπορεί να διαταραχθεί κατά την άσκηση και ειδικότερα την κόπωση που επέρχεται από αυτή. Έτσι, η διατάραξη του κινητικού ελέγχου σε καταστάσεις κόπωσης μπορεί να οδηγήσει τραυματισμούς. Παρόλα αυτά η αρθρογραφία που εξετάζει την ιδιοδεκτικότητα της θέσης του γόνατος μετά από πρόκληση κόπωσης στους εκτεινόντες μυς είναι περιορισμένη.

ΣΚΟΠΟΣ: Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την επίδραση της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν συνολικά 6 υγιή άτομα. Το πρωτόκολλο πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Λαμία). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex). Αρχικά, έγινε επίδειξη μιας συγκεκριμένης θέσης – στόχου (45°) και αξιολογήθηκε η ικανότητα αναπαραγωγής της, χωρίς την επίδραση της κόπωσης. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε το πρωτόκολλο κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος. Τέλος, επαναλήφθηκε το αρχικό πρωτόκολλο επίδειξης και αναπαραγωγής της θέσης – στόχου (45°), αυτή τη φορά υπό την επίδραση της κόπωσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος πριν ($\text{mean}=4.950$ $p=0.753$) και μετά ($\text{mean}=5.883$ $p=0.753$) την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Η δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου ήταν επιτυχής. Μια πρώτη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, φαίνεται ότι η περιφερική, τοπική κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος δεν επηρεάζει την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης.

Λέξεις κλειδιά: Ιδιοδεκτικότητα, Κόπωση, Αίσθηση αρθρικής θέσης, Μυϊκή Άτρακτος

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στη Λαμία και συγκεκριμένα στο Εργαστήριο Ανθρώπινης δραστηριότητας και αποκατάστασης κατά τα έτη 2023/2024.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την εισηγήτριά μας κα. Κελλάρη Ανθή, Ακαδημαϊκή Υπότροφο και Υποψήφια Διδάκτωρ του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την πολύτιμη υποστήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και της συγγραφής της πτυχιακής μας εργασίας καθώς και για όλα όσα μας προσέφερε διδακτικά στα χρόνια της φοίτησής μας.

Επιπλέον, οφείλουμε την ευγνωμοσύνη μας σε όλους τους εθελοντές της εργασίας για την ανιδιοτελή προσφορά τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν καθώς η πραγματοποίηση της έρευνας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς αυτούς.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλουμε στις οικογένειές μας για την στήριξή τους κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	1
2. Ιδιοδεκτικότητα	5
2.1 Ορισμός	5
2.2 Ρόλος	7
2.3 Ιδιοδεκτικοί Υποδοχείς	9
2.3.1 Μυϊκές Άτρακτοι	9
2.3.2 Τενόντιο όργανο Golgi	13
2.3.3 Αρθρικοί Υποδοχείς	13
2.3.4 Δερματικοί Υποδοχείς–Μηχανοϋποδοχείς (Pacini, Ruffini, Meissner, Merkel)	14
2.3.5 Ελεύθερες Νευρικές Απολήξεις	15
3. Κόπωση	16
3.1 Ορισμός	16
3.2 Ταξινόμηση	16
3.2.1 Κεντρική Κόπωση	17
3.2.2 Περιφερική Κόπωση	18
3.2.2.1 Μηχανισμός Σύσπασης	18
4. Η Επίδραση της Κόπωσης στην Ιδιοδεκτικότητα	23
4.1 Κόπωση και Μυϊκή Άτρακτος	23
4.2 Κόπωση και ιδιοδεκτικότητα	23
4.3 Κόπωση και ιδιοδεκτικότητα στην άρθρωση του γόνατος	25
5. Σκοπός	34
6. Μεθοδολογία της έρευνας	35
6.1 Συμμετέχοντες	35
6.2 Άδεια Ηθικής και Δεοντολογίας	35
6.3 Εξοπλισμός – Εργαλεία Μετρήσεων	35
6.4 Διαδικασία Μετρήσεων	37
6.5 Πρωτόκολλο αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης	37
6.6 Πρωτόκολλο Κόπωσης	37
7. Αποτελέσματα	40
7.1 Ανάλυση Δεδομένων	40
7.2 Έλεγχος Υποθέσεων	41
8. Συζήτηση	42
8.1 Μελλοντικές Κατευθύνσεις	45

9. Συμπέρασμα	46
----------------------------	-----------

Αριθμός λέξεων: 12141

Συντομογραφίες:

A.C.L: Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος

ADP: Διφωσφορική αδενοσίνη

ATPase: Αδενοσινοτριφωσφατάση

ATP: Τριφωσφορική αδενοσίνη

Ca²⁺: Ιόντα ασβεστίου

Cr: Κρεατίνη

H⁺: Ιόντα υδρογόνου ή υδρογονοκατιόντα

I.P.A.Q: Διεθνές Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας

K⁺: Ιόντα καλίου

K.N.Σ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

M.V.C: Μέγιστη Εθελούσια Σύσπαση

N.M.R: Πυρηνικός Μαγνητικός Συντονισμός

PCr: Φωσφοκρεατίνη

pH: Ενεργός Οξύτητα

Pi: Ανόργανος Φωσφόρος

R.P.E: Ρυθμός Αντιληπτής Προσπάθειας

T.T.D.P.M (Threshold to Detect Passive Movement): Κατώφλι αίσθησης της παθητική κίνησης

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1. Μυϊκή Άτρακτος και τενόντιο όργανο Golgi, σελ. 11

Εικόνα 2.2. Σχηματική απεικόνιση εγκάρσιας τομής του λείου δέρματος με τις στιβάδες, τους μηχανοϋποδοχείς και άλλες δομές, σελ. 14

Εικόνα 3.1. Σύνδεση του ασβεστίου (Ca^{2+}) στην τροπονίνη, σελ. 18

Εικόνα 6.1. Ατομική Μάσκα Ύπνου, σελ. 34

Εικόνα 6.2. Ελεύθερο Βάρος 4 Kg, σελ. 34

Εικόνα 6.3. Γωνιόμετρο Χειρός, σελ. 34

Εικόνα 6.4 Εξεταζόμενος με δεμένο Ελεύθερο Βάρος 4Kg (45°), σελ.37

Εικόνα 7.1 Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι απόκλισης πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης καθώς και η διακύμανσή τους, σελ. 39

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1. Ερευνητικές μελέτες για την επίδραση της Κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος, σελ. 30

Πίνακας 4.1(Συνέχεια) Ερευνητικές μελέτες για την επίδραση της Κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος, σελ. 31

Πίνακας 7.1 Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος, σελ. 38

Πίνακας 7.2 Έλεγχος των μέσων πριν και μετά την επίδραση της κόπωση και η στατιστική διαφορά, σελ. 38

Πίνακας 7.3 Έλεγχος μεταξύ των προσπαθειών πριν και μετά την επίδραση της κόπωσης, σελ. 38

1. Εισαγωγή

Η σύγχρονη εποχή διακρίνεται από ταχύτατες και ριζικές μεταβολές στην καθημερινή ζωή και τις δραστηριότητες των ανθρώπων. Σε αυτό το κοινωνικό πλαίσιο, η υγεία αποτελεί θεμελιώδη παράμετρο της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής, αντιμετωπίζοντας ωστόσο πλήθος προκλήσεων (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, 2020). Η καθιστική ζωή, η ακατάλληλη διατροφή, το άγχος και η έλλειψη ύπνου συνιστούν μερικούς από τους παράγοντες που ενδέχεται να οδηγήσουν σε παθολογικές καταστάσεις και τραυματισμούς. Παράλληλα, η αύξηση του προσδόκιμου ζωής, οι χρόνιες ασθένειες, τα ατυχήματα, οι αναπηρίες και οι τραυματισμοί έχουν καταστήσει επιτακτική την ανάγκη για αναβάθμιση των μεθόδων αποκατάστασης της υγείας (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, 2021). Η ραγδαία αύξηση της δημοφιλίας των αθλητικών δραστηριοτήτων έχει ως συνέπεια την αύξηση του κινδύνου τραυματισμών και συνδρόμων υπέρχρησης. (Eime et al. 2016) Κατά συνέπεια, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι αναζητούν λύσεις πρόληψης και αποκατάστασης.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ένας στους τρεις ανθρώπους ζει με πρόβλημα υγείας και θα μπορούσε να ωφεληθεί από την αποκατάσταση (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, 2017). Η απότομη εξέλιξη της τεχνολογίας, του αυτοματισμού και της μηχανοποίησης είναι κύριες αιτίες της καθιστικής ζωής ωστόσο η σωστή αξιοποίησή της σε συνδυασμό με την ενίσχυση της έρευνας και των εργαλείων αξιολόγησης μπορεί να καταστήσει την αποκατάσταση πιο προσβάσιμη και αποτελεσματική. Τα σύγχρονα προγράμματα αποκατάστασης είναι εξατομικευμένα και απαρτίζονται από διάφορες θεραπευτικές ασκήσεις όπως μυϊκή ενδυνάμωση, διατάσεις ενώ ολοένα και γίνονται πιο δημοφιλής ασκήσεις νευρομυϊκού ελέγχου και ιδιοδεκτικότητας. Παρ'όλα αυτά υπάρχουν αρκετά αναπάντητα ερωτήματα για τον ακριβή μηχανισμό του πώς ο εγκέφαλος ερμηνεύει τα ερεθίσματα που δέχεται, σχεδιάζει και εκτελεί σύνθετες λειτουργίες, ιδιαίτερα σε συνθήκες όπως τραυματισμοί ή μυϊκή κόπωση τα οποία επιφέρουν δυσλειτουργίες στα όργανα υποδοχής των ερεθισμάτων.

Η ιδιοδεκτικότητα, δηλαδή η αίσθηση της θέσης και της κίνησης του σώματος στο χώρο, είναι μια θεμελιώδης κινητική ικανότητα που κατέχει καίριο ρόλο σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, από την απλή βάδιση και την ισορροπία έως την αθλητική επίδοση και απόδοση (Salgado et al 2015, Albanese et al 2022). Η ικανότητα αυτή είναι πολύπλοκη και πολυπαραγοντική ενώ βασίζεται σε μια σύνθετη αλληλεπίδραση αισθητηριακών πληροφοριών από διάφορες πηγές, όπως οι μυϊκοί άτρακτοι, οι αρθρικοί

υποδοχείς και οι οπτικοακουστικές αισθήσεις. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, η κιναισθησία, η αίσθηση της δύναμης και η αίσθηση της ταχύτητας απαρτίζουν τις 4 υποκατηγορίες που συγκροτούν την ιδιοδεκτικότητα. (Ager et al. 2020). Κυριότεροι ιδιοϋποδοχείς είναι η μυϊκή άτρακτος και τα τενόντια όργανα τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον ασυνείδητο, αντανακλαστικό έλεγχο των κινήσεων (Proske & Gandevia 2012). Ο ρόλος της μυϊκής ατράκτου εστιάζει στη συνεχή πληροφόρηση του εγκεφάλου όσον αφορά το μήκος του μυός, τον ρυθμό αλλαγής του μήκους καθώς και να προβλέπει την μεταβολή του (Frattura et al 2019, Bragonzoni et al 2019). Νευρώνεται από τους γάμμα κινητικούς νευρώνες οι οποίοι συνεργούν με τους άλφα κινητικούς νευρώνες (υπεύθυνοι για την μυϊκή σύσπαση) και έτσι πραγματοποιείται ο σχεδιασμός των κινήσεων. (Vander et al., 8^η έκδοση, σελ. 465). Οι μυϊκές άτρακτοι παρέχουν ιδιοδεκτικές πληροφορίες κυρίως στο μέσο εύρος της κίνησης ενώ οι τενόντιοι υποδοχείς είναι πιο ευαίσθητοι στο τελικό εύρος της κίνησης.

Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος, που όπως προαναφέρθηκε είναι μέρος της ιδιοδεκτικής αντίληψης, αποτελεί μια βασική αισθητηριακή λειτουργία που επιτρέπει την ομαλή και ακριβή κίνηση της άρθρωσης (Proske & Gandevia, 2012). Χάρη σε αυτήν, το άτομο μπορεί να αντιλαμβάνεται τη θέση του γόνατος στο χώρο, ακόμη και όταν τα μάτια του είναι κλειστά, και να ελέγχει με ακρίβεια τις κινήσεις του. Αυτή η αντίληψη χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τον έλεγχο των μυών του γόνατος και τον προγραμματισμό των κινήσεων σε πραγματικό χρόνο, διασφαλίζοντας την ομαλή και σταθερή βάδιση, τρέξιμο, άλματα και άλλες δραστηριότητες (Sherrington, 1906). Διαταραχές σε αυτήν την αίσθηση, όπως αυτές που προκαλούνται από τραυματισμούς, νευρολογικές παθήσεις ή γήρανση, μπορούν να οδηγήσουν σε αστάθεια, πτώσεις και μειωμένη αθλητική επίδοση (Proske & Gandevia, 2012). Επιπλέον, καθημερινά υπάρχουν λειτουργίες που το χρονικό διάστημα αντίδρασης είναι πολύ μικρό, δηλαδή ο χρόνος μεταφοράς της πληροφόρησης, η επεξεργασία και η κινητική εντολή οδηγούν σε αυξημένο χρόνο αντίδρασης. Η ταχύτητα αντίδρασης πιστεύεται πως επιτυγχάνεται μέσω της πρόβλεψης της κίνησης από τον εγκέφαλο. (Tuthill & Azim, 2018).

Η κόπωση, η αίσθηση εξάντλησης και μείωσης της ικανότητας για σωματική ή ψυχική δραστηριότητα, είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται κυρίως κατά την άσκηση. Ένας από τους ορισμούς που της αποδίδεται είναι: “η ασκησιογενής μείωση της μέγιστης ικανότητας για παραγωγή δύναμης ή ισχύος” (Vollestad et al. 1997). Κατά την μυϊκή

κόπωση υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στη φυσιολογία των μυών, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει τους μηχανισμούς προστασίας των μυών και την ικανότητα ανατροφοδότησης του εγκεφάλου με ιδιοδεκτικές πληροφορίες. Η δυσλειτουργία που φαίνεται να εμφανίζεται μετά την κόπωση, είτε από την μειωμένη παραγωγή δύναμης είτε από μείωση των ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων στις επηρεασμένες αρθρώσεις, φαίνεται δυνητικά να προκαλεί αστάθεια στην άρθρωση, που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης τραυματισμών τόσο σε ψυχαγωγικές όσο και σε ανταγωνιστικές αθλητικές δραστηριότητες (Salgado et al 2015). Η σχέση μεταξύ μυϊκής κόπωσης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (JPS) του γόνατος δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως και αποτελεί ένα αμφιλεγόμενο θέμα στην σχετική αρθρογραφία καθώς πολλές μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η κόπωση μπορεί να επηρεάζει αρνητικά την αντίληψη της θέσης (Lattanzio et al 1997, Ribeiro et al. 2011), παρ' όλα αυτά υπάρχουν και αρκετές άλλες μελέτες με αντικρουόμενα αποτελέσματα (Marks & Quinney 1993, Bersotti et al. 2022).

Η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να αξιολογηθεί πειραματικά μέσω της μέτρησης της αίσθησης της θέσης των αρθρώσεων ενός ατόμου, ή της ικανότητάς του να αναπαράγει με ακρίβεια (ενεργητικά ή παθητικά) τη θέση και τον προσανατολισμό των άκρων του σώματός του χωρίς οπτικές ή αιθουσαίες πληροφορίες σε θέσεις ανοιχτής ή κλειστής κινητικής αλυσίδας (Xue et al 2022, Sayyadi et al 2024). Οι αξιολογήσεις αυτές συνήθως λαμβάνουν χώρα σε κλινικές συνθήκες (Han et al 2016). Ωστόσο, τραυματισμοί, παθολογίες και κόπωση ίσως διαταράσσουν την ανατροφοδότηση από τα αισθητήρια όργανα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο κινητικό έλεγχο και δυνητικά σε τραυματισμό (Sayyadi et al 2024).

Έτσι, η μελέτη αυτή στοχεύει στην δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης, μέσω αξιολόγησης με το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex system 3, Biodex Medical Systems), ώστε να ερμηνεύσουμε τα πρώτα αποτελέσματα σε εργαστηριακό περιβάλλον. Το ερευνητικό ερώτημα είναι κατά πόσο η μυϊκή κόπωση του τετρακεφάλου επηρεάζει την αρθρική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης. Επιπλέον, στόχος είναι η περεταίρω κατανόηση του νευρομυϊκού ελέγχου μετά την επίδραση της κόπωσης. Παρόλο ότι η μελέτη έλαβε χώρα σε ερευνητικό εργαστήριο έχοντας απομονώσει εξωτερικούς παράγοντες, μπορεί να αποτελέσει σημαντικό θεμέλιο

για την διασφάλιση και ερμηνεία συμπερασμάτων σε κλινικό επίπεδο και έναυσμα διεξαγωγής νέων μελετών με διαφορετικό δείγμα ή μεθοδολογία.

2. Ιδιοδεκτικότητα

2.1 Ορισμός

Ιστορικά η έννοια της ιδιοδεκτικότητας ξεκίνησε να μελετάτε από τον Scaliger, ο οποίος χρησιμοποίησε αρχικά τον όρο «αίσθηση κίνησης», για πρώτη φορά 1557. Αργότερα, το 1826 ο Charles Bell όρισε την μυϊκή αίσθηση ως την πηγή αντίληψης της θέσης και της κίνησης (Jerosch & Prymka 1996). Εξήντα χρόνια μετά, το 1880, ο παθολόγος και ανατόμος Henry Bastian, θεώρησε ότι η αντίληψη στηριζόταν στους μύες, στους τένοντες, στα μέλη του σώματος και το δέρμα. Έτσι, εισήγαγε τον όρο της κιναισθησίας ο οποίος προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «κίνησις» και «αίσθησις», αναφερόμενος στην αντίληψη της κίνησης του σώματος. Εκείνος που ασχολήθηκε εκτενέστερα με τη σημασία της ιδιοδεκτικότητας, ήταν ο νευροφυσιολόγος Sir Charles Sherrington που το 1906 ήταν ο πρώτος επιστήμονας που εισήγαγε τον όρο ιδιοδεκτικότητα από δύο λατινικές λέξεις: «proprius», που σημαίνει «ίδιος» και «capio», που σημαίνει «αντιλαμβάνομαι». Ο ορισμός που έδωσε ο Sherrington στην ιδιοδεκτικότητα είναι: «...η αντίληψη της αρθρικής κίνησης και της κίνησης του σώματος καθώς και η θέση του σώματος ή των μελών στο χώρο.» (Sherrington 1906 cited in Han et al., 2016).

Ωστόσο, στο ερευνητικό πεδίο επικρατεί ποικιλία απόψεων όσον αφορά τον ορισμό της ιδιοδεκτικότητας. Ο Berthoz υποστηρίζει ότι η κιναισθησία, η αίσθηση της κίνησης, ενσωματώνει την ιδιοδεκτικότητα, η οποία περιλαμβάνει δερματικούς υποδοχείς, το αιθουσαίο και το οπτικό σύστημα (Hillier et al 2015). Αντιθέτως, άλλοι συγγραφείς (Niessen et al. 2008) διακρίνουν τρεις υποκατηγορίες στην ιδιοδεκτικότητα: την αίσθηση θέσης άρθρωσης, την κιναισθησία και την αίσθηση δύναμης. Επιπλέον, υπάρχουν ερευνητές (Ogard 2011, Ager et al. 2020, Hillier et al. 2015) που συμπεριλαμβάνουν στην ιδιοδεκτικότητα και την στατική θέση του σώματος, την μετατόπιση, την ταχύτητα, την επιτάχυνση, καθώς και την αίσθηση μυϊκής δύναμης, προσπάθειας ή βαρύτητας.

Τέλος, η ιδιοδεκτικότητα δεν είναι απλώς μια φυσιολογική ιδιότητα, όπως αναφέρεται στο άρθρο των Han et al. (2016), έχει αποδειχθεί ότι έχει φυσιολογικές (hardware) και ψυχολογικές (software) πτυχές. Είναι η αντίληψη του προσανατολισμού, της θέσης του σώματος και των κινήσεων σε τρισδιάστατο χώρο που διαμορφώνεται από τη μνήμη, αλλά και τη μάθηση. Γι' αυτό μπορεί να οριστεί ως: «η ικανότητα του ατόμου να δέχεται τα αισθητήρια σήματα από τους μηχανοϋποδοχείς, προκειμένου να προσδιορίσει τόσο τις θέσεις, αλλά και τις κινήσεις ενός μέλους του σώματος στο χώρο».

Η συνολική ιδιοδεκτική απόδοση καθορίζεται, τελικά, από την ποιότητα των διαθέσιμων ιδιοδεκτικών πληροφοριών και από την ιδιοδεκτική ικανότητα του εκάστοτε ατόμου (Han et al. 2016).

Σήμερα, η ιδιοδεκτικότητα θεωρείται ότι συγκροτείται από τέσσερις (4) υποκατηγορίες:

1. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (**J.P.S**) αποτελεί ένα κρίσιμο αισθητηριακό σύστημα που επιτρέπει στον οργανισμό να αντιλαμβάνεται τη χωρική θέση των αρθρώσεων στο σώμα. Η αξιολόγηση της αίσθησης θέσης της άρθρωσης πραγματοποιείται συνήθως μέσω της μεθόδου αναπαραγωγής θέσης, όπου το άτομο καλείται να αναπαράγει, είτε παθητικά είτε ενεργητικά, μια συγκεκριμένη θέση-γωνία που του έχει επιδειχθεί. Η ακρίβεια της αναπαραγωγής μετράται με βάση το σφάλμα, το οποίο υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ της γωνίας-στόχου και της γωνίας που αναπαρήγαγε το άτομο. (Ager et al. 2020)
2. Η κιναισθησία, γνωστή και ως αίσθηση της κίνησης, επιτρέπει στον οργανισμό να αντιλαμβάνεται τη θέση και την κίνηση των μελών του στο χώρο (Vander, 2011, 330). Η αξιολόγηση της κιναισθησίας πραγματοποιείται συνήθως μέσω της μέτρησης του κατωφλίου αίσθησης της κίνησης (**T.T.D.P.M**), το οποίο αντιπροσωπεύει το ελάχιστο ερέθισμα που απαιτείται για να γίνει αντιληπτή η κίνηση ενός μέλους που έχει κινηθεί παθητικά. (Ager et al. 2020)
3. Η αίσθηση της δύναμης (Sense of Force) που αποτελεί μια βασική αισθητηριακή λειτουργία που επιτρέπει στον οργανισμό να αντιλαμβάνεται και να ελέγχει με ακρίβεια τις δυνάμεις που ασκούνται στις αρθρώσεις. Περιλαμβάνει δύο βασικές συνιστώσες: Την αίσθηση ασκούμενης δύναμης δηλαδή την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται τη δύναμη που ασκείται από/ ή σε μια άρθρωση, είτε από εξωτερική πηγή είτε από τις δικές του μυϊκές συσπάσεις και την αναπαραγωγή επιθυμητής δύναμης δηλαδή την ικανότητα του ατόμου να παράγει με ακρίβεια την επιθυμητή δύναμη σε μια άρθρωση, προσαρμόζοντας την ένταση της μυϊκής σύσπασης. Αξιολογείται μέσω της μεθόδου αναπαραγωγής δύναμης, όπου το άτομο καλείται να ασκήσει μια συγκεκριμένη δύναμη σε μια άρθρωση, όπως μετράται από ένα δυναμόμετρο. (Ager et al., 2020)
4. Την αίσθηση του ρυθμού αλλαγής της θέσης (ταχύτητα) σε ένα μέλος (Sense of velocity). (Ager et al., 2020)

2.2 Ρόλος

Ο πρωταρχικός ρόλος της ιδιοδεκτικότητας αφορά τη διατήρηση της στάσης, του κινητικού ελέγχου και του συντονισμού του κινητικού συστήματος. Είναι αναπόσπαστο κομμάτι του κινητικού ελέγχου, καθώς αποτελεί μέρος του σωματοαισθητηριακού συστήματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις λειτουργίες ανατροφοδότησης με ή χωρίς αισθητηριακά σήματα. Το σώμα αναγνωρίζει προσαγωγές αισθητηριακές εισροές από ποικίλους μηχανοϋποδοχείς και αλγοϋποδοχείς, δίνοντας εξειδικευμένες πληροφορίες, σχετικές με την αντίληψη της θέσης, της κίνησης αλλά και της δύναμης. Ακόμη, διαθέτει ιδιότητες προφύλαξης για την αποφυγή μυοσκελετικών και νευρομυϊκών τραυματισμών, έχοντας την δυνατότητα αναγνώρισης του φυσιολογικού εύρους των αρθρώσεων. (Ghai et al 2017, Jerosch & Prymka, 1996).

Πρόσφατες έρευνες έχουν αποδείξει πως ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος είχαν μειωμένη ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης του μέλους, αλλά και της κίνησης, με αυτό να οφείλεται σε βλάβη των μηχανοϋποδοχέων στον αρθρικό χόνδρο ενδοαρθρικά, αλλά και σε διαταραχή ή καταστροφή των μαλακών ιστών εξωαρθρικά της άρθρωσης. Η μυϊκή αδυναμία ή η ατροφία του τετρακεφάλου μυός έχουν σημαντική συσχέτιση με τη μειωμένη αίσθηση της κίνησης. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα ελάττωσης της ευαισθησίας της μυϊκής ατράκτου (Lee et al 2021).

Ερευνητικά στοιχεία έχουν δείξει ότι η κεντρική επεξεργασία στην ιδιοδεκτικότητα μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση των αθλητών. Υπάρχει ανάπτυξη νέων νευρωνικών προγραμμάτων, τα οποία μέσω της επανάληψης μεταφέρονται στις θεμελιώδεις περιοχές του εγκεφάλου. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η ταχύτητα μετάδοσης και μειώνεται ο χρόνος εκτέλεσής τους. Από τις επίκτητες δεξιότητες που αφορούν την εκμάθηση νέων κινήσεων αναπτύσσονται καινούρια πρότυπα κίνησης, μέσω των ιδιοδεκτικών πληροφοριών που δέχεται το νευρικό σύστημα (Han et al 2016). Είναι αποδεδειγμένο επιστημονικά όπως αναφέρεται και στο άρθρο των Han et al (2016), πως οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες που σχετίζονται με τον έλεγχο της κίνησης για τους ελίτ αθλητές αποτελούν λιγότερη επεξεργασία από το κεντρικό σύστημα σε σχέση με τους αρχάριους αθλητές. Ακόμη, δεν έχει αποσαφηνιστεί αν η βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας μέσα σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης είναι αποτέλεσμα περιφερειακής προσαρμογής ή νευροπλαστικότητας (εγκεφαλικής γειτνίασης) ή και των δύο. Είναι δεδομένο, όμως, πως για τον έλεγχο της ισορροπίας η κεντρική επεξεργασία των ιδιοδεκτικών πληροφοριών είναι αναγκαία.

Ισορροπία είναι: «η ικανότητα διατήρησης της σωστής θέσης του σώματος ανεξάρτητα από το εξωτερικό περιβάλλον και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ιδιοδεκτικότητα, η οποία παρέχει πληροφορίες ανατροφοδότησης για τον σχεδιασμό της κίνησης, για την απόκριση της και την προσαρμογή αυτής σε εξωτερικές διαταραχές» (Lee et al 2021, Ghai et al 2017). Η διατήρηση του ελέγχου της κίνησης κατά τις αλλαγές ισορροπίας και βάρους σε όρθια θέση, οφείλεται στην αισθητηριακή ανάδραση, η οποία αποτελεί κομμάτι της ιδιοδεκτικότητας. Προκειμένου να διατηρηθεί η ισορροπία σε καταστάσεις αισθητηριακής βλάβης, ως αντισταθμιστικοί παράγοντες δρουν η οπτική ανατροφοδότηση, το αιθουσαίο σύστημα και η ιδιοδεκτικότητα (Chiaramonte et al 2022). Πέραν της ισορροπίας, εξίσου σημαντικό ρόλο για τον έλεγχο της θέσης του σώματος στον χώρο παίζει ο στατικός έλεγχος. Μέρος αυτού είναι ο στατικός προσανατολισμός και η στατική ευστάθεια. Για την πραγματοποίηση μίας δραστηριότητας χρειάζεται η δυνατότητα ύπαρξης μίας αρμονικής σχέσης μεταξύ των τμημάτων του σώματος και μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος και αυτό επιτυγχάνεται μέσω του στατικού προσανατολισμού. Η επίτευξη μίας οποιαδήποτε λειτουργικής δραστηριότητας προϋποθέτει την εμβιομηχανική ευθυγράμμιση του σώματος και τον κατακόρυφο προσανατολισμό του. Γι' αυτό η δραστηριοποίηση του στατικού ελέγχου έχει ως αποτέλεσμα τον έλεγχο της θέσης του σώματος στον χώρο, με σκοπό τη σταθεροποίηση και τον προσανατολισμό. Οι δραστηριότητες απαιτούν την κάθετη προβολή του κέντρου μάζας για την εκτέλεσή τους. Αυτό ορίζεται ως κέντρο βάρους. Η ικανότητα του σώματος να διατηρεί το κέντρο της συνολικής μάζας, το οποίο είναι ένα σημείο όπου το σώμα βρίσκεται σε τέλεια ισορροπία και είναι καθορισμένο με βάση το μέσο όρο του κέντρου μάζας (**K.M**) κάθε μέρους του σώματος, σε σχέση με το σημείο του σώματος που έρχεται σε επαφή με μία υποστηρικτική επιφάνεια (βάση στήριξης), ονομάζεται στατική ευστάθεια (Cook & Woollacott 2012, p. 186). Ο στατικός έλεγχος χρησιμοποιείται με σκοπό να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο το κεντρικό νευρικό σύστημα (**K.N.Σ**) ρυθμίζει τις αισθητικές πληροφορίες από άλλα συστήματα, προκειμένου να παράγει επαρκή μυϊκή ισχύ για να διατηρήσει μια ελεγχόμενη όρθια στάση. Ενεργοποιείται σε στατικές αλλά και σε δυναμικές δραστηριότητες όπως είναι η καθιστή, η τετραποδική, η γονατιστή και η όρθια θέση, το τρέξιμο και το μπουσούλισμα. Τα συστήματα που εμπλέκονται στον στατικό έλεγχο και την ισορροπία είναι το σωματοαισθητικό (ιδιοδεκτικοί, αρθρικοί, δερματικοί υποδοχείς), το αιθουσαίο και οπτικό. Το πρώτο, παρέχει πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση του σώματος, όσον αφορά τη θέση του σώματος και των τμημάτων του στον χώρο, σε σχέση με την υποστηρικτική επιφάνεια. Το

δεύτερο, είναι υπεύθυνο για τις μεταβολές της θέσης και της κίνησης της κεφαλής σε σχέση με την βαρύτητα και άλλες δυνάμεις αδράνειας. Μέσω των μηχανοϋποδοχέων του αυχένα, δίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες μεταξύ του προσανατολισμού της κεφαλής και του σώματος. Σημαντικό ρόλο παίζουν και τα ανταντακλαστικά. Το αιθουσαίο-νωτιαίο ανταντακλαστικό διατηρεί το σώμα σε όρθια θέση και αποτρέπει την πτώση κατά την διαταραχή της ισορροπίας. Το αιθουσο-οφθαλμικό ανταντακλαστικό επιτρέπει στα μάτια να παραμείνουν σταθερά εστιασμένα, ενώ η κεφαλή βρίσκεται σε κίνηση. Το τελευταίο, δίνει πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση της κεφαλής σε σχέση με το περιβάλλον, τον προσανατολισμό αυτής προκειμένου να διατηρεί τα επίπεδα του βλέμματος, αλλά και την κατεύθυνση και την ταχύτητα των κινήσεων της κεφαλής (Kisner et al 2019, p. 263-264).

2.3 Ιδιοδεκτικοί Υποδοχείς

2.3.1 Μυϊκές Άτρακτοι

Η ιδιοδεκτικότητα βασίζεται σε ένα σύνθετο σύστημα αισθητηριακών πληροφοριών που προέρχονται από διάφορες πηγές. Μία από τις πιο σημαντικές πηγές είναι οι μυϊκοί άτρακτοι, αισθητήρες που ενσωματώνονται στους μυς και ανιχνεύουν αλλαγές στο μήκος και την τάση τους. Η ευαισθησία αυτών ρυθμίζεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα (Κ.Ν.Σ). Κάθε μυϊκή άτρακτος αποτελείται από απολήξεις προσαγωγών νευρικών ινών που περιβάλλουν τροποποιημένες μυϊκές ίνες, γνωστές ως ενδοατράκτιες ίνες, τις κύριες αισθητικές νευρικές απολήξεις των κεντρομόλων ινών (Ia), τις δευτερεύουσες κεντρομόλες ίνες (II) και τις απολήξεις των γ κινητικών νευρώνων (Vander et al., 8^η έκδοση, σελ. 462). Κάποιες από αυτές τις ίνες περιβάλλονται από ένα έλυτρο συνδετικού ιστού. Οι υπόλοιπες ίνες του μυός, οι εξωατράκτιες, είναι υπεύθυνες για τη συστολή και την παραγωγή δύναμης.

Οι ενδοατράκτιες ίνες αποτελούνται από τους πυρηνικούς σάκους και τις πυρηνικές αλυσίδες. Οι πρώτοι έχουν οβάλ μορφή στο κέντρο τους, των οποίων τα άκρα τους στενεύουν, ενώ οι δεύτερες είναι λεπτές και στενόμακρες, σαν αλυσίδα. Η διαφορά τους βρίσκεται στο γεγονός ότι οι ίνες των πυρηνικών σάκων, καθώς διαθέτουν αρκετούς ελικοειδής πυρήνες, διατείνονται ταχύτερα κατά την επιμήκυνση του μυός, λόγω της ελαστικότητάς τους. Αντίθετα, οι πυρηνικές αλυσίδες διατείνονται πιο αργά, διότι διαθέτουν μία σειρά πυρήνων (Cook & Woollacott 2012, p. 74). Οι πυρηνικοί σάκοι και οι αλυσίδες, νευρώνονται από β και γ -κινητικούς νευρώνες, προερχόμενοι από τα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού μαζί με τους α -κινητικούς νευρώνες, οι οποίοι νευρώνουν τις

εξωατράκτιες ίνες. Σε αντίθεση με τις ενδοατράκτιες που νευρώνονται μόνο από τους γ-κινητικούς νευρώνες. Με την ενδοατράκτια νεύρωση επιτυγχάνεται η αυξορρυθμική και η μειορρυθμική της απάντησης της μυϊκής ατράκτου, ελεγχόμενη από τα ανώτερα κινητικά κέντρα, ανεξάρτητα από το μήκος του πρωταγωνιστή μυ. Με την ενεργοποίηση των ενδοατράκτιων ινών, ως υποδοχείς διάτασης και των συσταλτών στοιχείων των σάκων και αλυσίδων που βρίσκονται στα άκρα τους, από τους γ κινητικούς νευρώνες, προκαλείται σύσπαση περιφερικά, με αποτέλεσμα κεντρικά να πραγματοποιηθεί διάταση (Larsen et al p.49-50).

Οι κύριες αισθητικές νευρικές απολήξεις των κεντρομόλων ινών (Ia) τυλίγονται γύρω από το κεντρικό τμήμα των πυρηνικών σάκων και των αλυσίδων, ενώ οι δευτερεύουσες κεντρομόλες ίνες (II) τυλίγονται γύρω από τις πυρηνικές αλυσίδες στο τελείωμα του κεντρικού τμήματος. Οι πρώτοι νευρώνες κωδικοποιούν τόσο το μήκος των μυών όσο και τον ρυθμό μεταβολής (ταχύτητα) του μήκους των μυών και επιτρέπουν την ταχεία ανίχνευση των διαταραχών της στάσης, προτού ανιχνευτούν από τις προσαγωγές ίνες της ομάδας II, σε αντίθεση με τους δεύτερους που απαντούν κατά τη διάρκεια μίας διάτασης και μάλιστα όταν ο μυς φτάσει σε τελική τάση και κωδικοποιούν το στατικό μήκος μυών (Tuthill & Azim 2018, p.R194-R203, Larsen et al 2017 p.48-49). Οι κεντρομόλες ίνες (Ia) συνάπτονται με τους α-κινητικούς νευρώνες, ερχόμενοι από το οπίσθιο κέρασ του νωτιαίου μυελού, οι οποίοι νευρώνουν τις μυϊκές ίνες του πρωταγωνιστή μυ, ενώ οι δευτερεύουσες κεντρομόλες ίνες (II), συνάπτονται με τους α και γ-κινητικούς νευρώνες και προέρχονται εντός του νωτιαίου μυελού, μέσω διάμεσων νευρώνων. Αυτοί νευρώνουν τις μυϊκές ίνες του πρωταγωνιστή μυός και του ανταγωνιστή (Larsen et al. 2017 p.48-49).

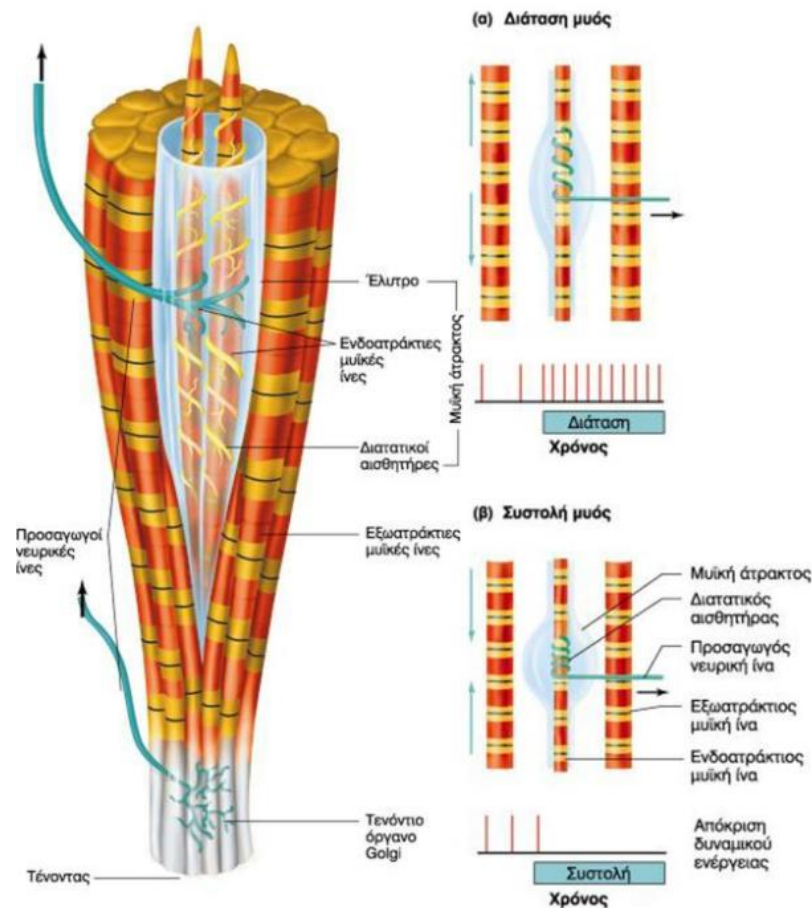
Οι απολήξεις των γ-κινητικών νευρώνων ενεργοποιούν τις μυϊκές ίνες από τους πυρηνικούς σάκους, αλλά και τις πυρηνικές αλυσίδες. Τα κυτταρικά τους σώματα βρίσκονται μέσα στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού. Εκεί βρίσκονται και οι α-κινητικοί νευρώνες, που νευρώνουν τις εξωατράκτιες ίνες. Υπάρχουν δύο τύποι γ-κινητικών νευρώνων: ο γ-δυναμικός και ο γ-στατικός. Ο πρώτος ενεργοποιεί τις δυναμικές μυϊκές ίνες του πυρηνικού σάκου, ενώ ο δεύτερος ενεργοποιεί τις μυϊκές ίνες του στατικού πυρηνικού σάκου και της πυρηνικής αλυσίδας. Όταν οι γ-κινητικοί νευρώνες προκαλούν σύσπαση των δυναμικών πυρηνικών σάκων, που γίνεται με αργό ρυθμό, ακολουθεί η επιμήκυνση των εξωατράκτιων μυϊκών ινών, αυξάνοντας γρήγορα την ενεργοποίηση της κεντρομόλας ίνας Ia, ενισχύοντας έτσι την αντίληψη του μήκους κατά τη διάρκεια της

κίνησης. Ομοίως, στους στατικούς πυρηνικούς σάκους αυξάνεται ταχέως η ενεργοποίηση των ινών Ia, καθώς αναγνωρίζουν το στατικό μήκος του μυός, επαυξάνοντας την παραγωγή δύναμης για την διατήρηση της στάσης (Larsel et al 2017 p.50).

Η μυϊκή άτρακτος αποτελείται από πρώιμες απολήξεις οι οποίες ανιχνεύουν τόσο το μέγεθος όσο και την ταχύτητα διάτασης του μυός και δευτερεύουσες απολήξεις που ανιχνεύουν μόνο το μέγεθος της διάτασης (Matthews et al. 2015). Βασική λειτουργία της μυϊκής ατράκτου είναι η αντίληψη του απόλυτου μήκους του μυός, της αλλαγής του μήκους, του ρυθμού αλλαγής του μήκους. Όταν ο μυς διατείνεται από εξωτερική δύναμη, οι ενδοατράκτιες ίνες διατείνονται κινητοποιώντας τις αισθητικές απολήξεις. Ο ρυθμός εκपुरσοκρότησης των αισθητήρων αυξάνεται ανάλογα με το μέγεθος και την ταχύτητα της επιμήκυνσης. Αντίθετα, κατά τη σύσπαση των εξωατράκτιων ινών και τη βράχυνση της μυϊκής ατράκτου, ο ρυθμός εκपुरσοκρότησης επιβραδύνεται. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως όταν παθητική επιμήκυνση σε έναν μυ, δημιουργούνται σήματα με τα οποία ενεργοποιείται η μυϊκή άτρακτος. (Vander et al. 8^η έκδοση, σελ. 462) (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 656).

Στα άκρα κάθε ενδοατράκτιας μυϊκής ίνας βρίσκονται οι γάμμα κινητικοί νευρώνες οι οποίοι την νευρώνουν ενώ οι κινητικοί νευρώνες που ελέγχουν τις εξωατράκτιες μυϊκές ίνες είναι οι άλφα κινητικοί νευρώνες. Συχνά οι δύο συνεργούν (συνέργεια α-γ) ώστε να παρέχουν συνεχώς πληροφόρηση σχετικά με το μήκος του μυός τόσο στις εκούσιες όσο και στις ακούσιες κινήσεις. Η συνενεργοποίηση των α και γ κινητικών νευρώνων επισυμβαίνει κατά την εκούσια συστολή. Οι πρώτοι ενεργοποιούν τις εξωκαψικές ίνες, δηλαδή τον ίδιο τον μυ, ενώ οι δεύτερες τις ενδοκαψικές ίνες, δηλαδή την μυϊκή άτρακτο. Επίσης, διεγείρονται οι πυρηνικοί σάκοι και οι πυρηνικές αλυσίδες, δηλαδή η κεντρική περιοχή της μυϊκής ατράκτου (Ia και II προσαγωγές ίνες). Έτσι, αν κατά τη διάρκεια μιας συστολής προκληθεί μια απρόσμενη διάταση, οι προσαγωγές ίνες έχουν ως ρόλος τους την ανίχνευση και τελικά την εξισορρόπηση της (Vander et al. 8^η έκδοση, σελ. 465, Shumway-Cook & Woollacott, 2012, σελ. 76).

Σε πρόσφατη μελέτη των Ackerley et al. (2017) αποδείχτηκε πως η κωδικοποίηση των κινήσεων του σώματος από τους μυϊκούς ατράκτους επηρεάζεται από το συναισθηματικό πλαίσιο, μέσω της τροποποίησης του ελέγχου της ευαισθησίας των μυϊκών ατράκτων από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Τα αποτελέσματα λήφθηκαν μέσω μικρονευρογραφίας, μιας τεχνικής που επιτρέπει την καταγραφή της δραστηριότητας μεμονωμένων αξόνων στις αισθητηριακές ίνες των επιφανειακών νεύρων στον άνθρωπο.



(Εικόνα 2.1) Μυϊκή Άτρακτος και τενόντιο όργανο Golgi (από Vander σελ. 463)

Κατά της διάταση ενός μυ, διατείνεται και η μυϊκή άτρακτος ενεργοποιώντας τις Ia προσαγωγές ίνες. Αυτή η ενεργοποίηση, ονομάζεται μυοτατικό αντανακλαστικό και προκαλείται απευθείας μέσω των μονοσυναπτικών συνδέσεων των Ia προσαγωγών ινών με τους α κινητικούς νευρώνες, χωρίς την ενεργοποίηση διάμεσων νευρώνων και ονομάζεται μονοσυναπτικό νωτιαίο αντανακλαστικό (Shumway-Cook & Woollacott, 2012, σελ. 76). Τα άλλα αντανακλαστικά είναι πολυσυναπτικά, καθώς αποτελούνται από πολλούς διανευρώνες που παρεμβάλλονται μεταξύ προσαγωγών και απαγωγών νευρώνων. Οι Ia προσαγωγές ίνες ενεργοποιούν και τους Ia ανασταλτικούς διάμεσους

νευρώνες, εμποδίζοντας τους κινητικούς νευρώνες του ανταγωνιστή μυ. Το αντανακλαστικό αυτό ενεργοποιείται κατά την ιατρική εξέταση γνωστή ως λάκτισμα του γόνατος. Μόλις ο εξεταστής προκαλέσει επίκρουση με το νευρολογικό σφυράκι στον επιγονατιδικό τένοντα, προσαγωγά σήματα ενεργοποιούν τους διατατικούς υποδοχείς και μεταβιβάζονται στους κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν τον μυ. Έτσι το κάτω άκρο έρχεται σε έκταση, γίνεται ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων και οι μύες του μηριαίου βραχύνονται (Vander et al, 2011, σελ. 463-464).

2.3.2 Τενόντιο όργανο Golgi

Τα τενόντια όργανα Golgi εντοπίζονται στα σημεία πρόσφυσης των μυών με τον τένοντα. Κάθε τενόντιο όργανο Golgi νευρώνεται από μια αισθητική ίνα, η οποία διακλαδίζεται σε πολλαπλές απολήξεις προσαγωγών νευρικών ινών που περιβάλλουν δέσμες κολλαγόνου του τένοντα. Σε κατάσταση ηρεμίας του μυός, οι δέσμες κολλαγόνου διατηρούν μια ελαφρώς κυρτή μορφή. Όταν οι εξωατράκτιες ίνες του μυός συστέλλονται, οι δέσμες αυτές ευθειάζονται, ασκώντας πίεση στις νευρικές απολήξεις και πυροδοτώντας την ενεργοποίησή τους. Κύρια λειτουργία του είναι η ανίχνευση αλλαγών στην τάση του μυός. (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 658).

Η αισθητηριακή απόκριση που προκύπτει από τη διέγερση του τενόντιου οργάνου Golgi έρχεται σε πλήρη αντίθεση με αυτή της μυϊκής ατράκτου (Proske & Gandevia, 2012). Σε αντίθεση με τις αισθητικές ίνες Ia και II της μυϊκής ατράκτου, οι οποίες πυροδοτούνται κατά τη διάταση του μυός, οι προσαγωγές ίνες του Golgi ενεργοποιούνται όταν ο μυς συστέλλεται και ασκείται τάση στον τένοντα (Vander et al., 8η έκδοση, σελ. 465-466). Η αντίθετη αισθητηριακή απόκριση του τενόντιου οργάνου Golgi σε σχέση με τη μυϊκή άτρακτο διαδραματίζει καίριο ρόλο στην προστασία των μυών, τον συντονισμό της κίνησης και τη ρύθμιση της παραγόμενης δύναμης, διασφαλίζοντας την ομαλή και ελεγχόμενη λειτουργία του μυϊκού συστήματος (Shumway-Cook & Woollacott, 2012, σελ.78).

2.3.3 Αρθρικοί Υποδοχείς

Έκτος από τους αισθητικούς ιδιοϋποδοχείς, υπάρχουν και οι αρθρικοί υποδοχείς στους οποίους ανήκουν οι απολήξεις τύπου Ruffini, οι απολήξεις Paccini, οι υποδοχείς στους συνδέσμους και οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις. Μορφολογικά, είναι σχεδόν ίδιοι με τους υποδοχείς δέρματος. Για παράδειγμα, οι απολήξεις τύπου Pacini είναι παρόμοιοι με τα σωματίδια Pacini που βρίσκονται στο δέρμα (Shumway-Cook & Woollacott, 2012,

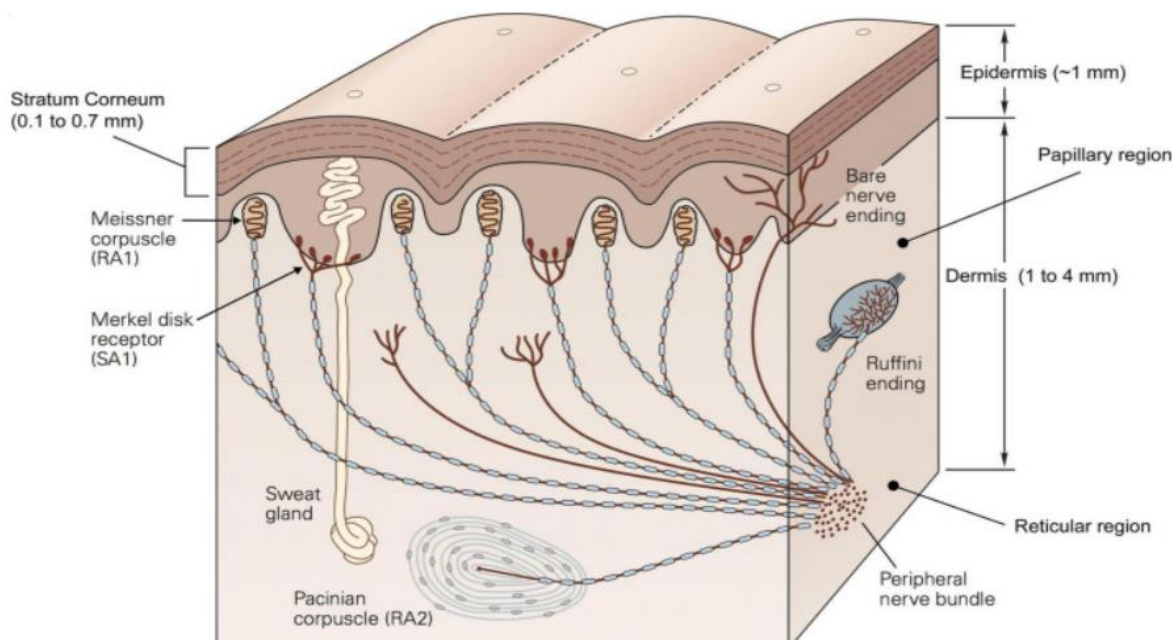
σελ.78). Ερευνητές υποστηρίζουν ότι ο ρόλος τους αφορά την ανίχνευση μόνο ακραίων γωνιών μιας άρθρωσης, καθώς παράγουν προειδοποιητικά σήματα κατά την κίνηση μιας άρθρωσης σε ακραία θέση. Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι αυτοί απαντούν μόνο σε περιορισμένο εύρος στην κίνηση μιας άρθρωσης, τον λεγόμενο “κατακερματισμό του εύρους”, δηλαδή όταν οι υποδοχείς ενεργοποιούνται σε υποσκελιζόμενα εύρη. Στο επίπεδο του εγκεφαλικού φλοιού μέσω προσαγωγών εισροών, το άτομο αντιλαμβάνεται τη θέση του στον χώρο από το ΚΝΣ, που ελέγχει τους υποδοχείς και τελικά συμβάλλει στον καθορισμό της θέσης της άρθρωσης με ακρίβεια. (Cook& Woollacott 2012, σελ. 77-78).

2.3.4 Δερματικοί Υποδοχείς–Μηχανοϋποδοχείς (Pacini, Ruffini, Meissner, Merkel)

Οι αισθητηριακοί υποδοχείς αποτελούν τα βασικά δομικά στοιχεία του αισθητηριακού συστήματος. Λαμβάνουν ερεθίσματα από το εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον και μετατρέποντάς τα σε ηλεκτρικά σήματα. Αυτά τα σήματα μεταδίδονται μέσω νευρωνικών οδών προς τον εγκέφαλο (κεντρομόλα), όπου επεξεργάζονται και ερμηνεύονται, οδηγώντας στην αντίληψη των αισθήσεων. Κάθε τύπος αισθητηριακού υποδοχέα παρουσιάζει μοναδική δομή και λειτουργία, προσαρμοσμένη στην ανίχνευση του αντίστοιχου ερεθίσματος (Cook & Woollacott 2012, σελ. 77-78). Εμφανίζονται κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές (π.χ στην άκρα χείρα). Τέτοιοι μηχανοϋποδοχείς είναι:

1. Τα σωματίδια Pacini αποτελούν αισθητικούς νευρώνες υψηλής αφής, εντοπιζόμενα σε διάφορες θέσεις του σώματος, όπως στους συνδέσμους, τον αρθρικό θύλακα, και στις βαθύτερες στοιβάδες του δέρματος ενώ κύρια λειτουργία τους είναι η ανίχνευση της έντονης πίεσης και της δόνησης. Έχουν υψηλή ουδό ενεργοποίησης και αντιλαμβάνονται τα έντονα και ταχέως μεταβαλλόμενα ερεθίσματα.
2. Τα σωματίδια Meissner, τα οποία σε αντίθεση με τα σωματίδια Pacini, αποτελούν αισθητικούς νευρώνες απαλής αφής (χαμηλή ουδός ενεργοποίησης) με κύρια λειτουργία την ανίχνευση απαλής πίεσης και δονήσεων χαμηλής έντασης ενώ εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές άτριχου δέρματος όπως δάκτυλα και χείλη.
3. Τα σωματίδια Ruffini αποτελούν αισθητικούς υποδοχείς που εντοπίζονται στον αρθρικό θύλακα και τις εν τω βάθει δερματικές στοιβάδες με κύρια λειτουργία τους να παρέχουν πληροφορίες για την γωνία και την θέση της άρθρωσης, την παρατεταμένη πίεση και την διάταση του δέρματος.

4. Οι δίσκοι Merkel αποτελούν αισθητηριακούς υποδοχείς που βρίσκονται τόσο στο δέρμα όσο και στο βλεννογόνο ενώ διεγείρονται από την παραμόρφωση των ιστών και την εφαρμογή πίεσης με κύρια λειτουργία τους την πληροφόρηση για την υφή, το σχήμα και τη θέση (Nichols-Larsen, 1^η έκδοση, 2016, σελ. 46-47).



(Εικόνα 2.2) Σχηματική απεικόνιση εγκάρσιας τομής του λείου δέρματος με τις στιβάδες, τους μηχανοϋποδοχείς και άλλες δομές. (από Deborah S. Nichols-Larsen σελ. 46)

2.3.5 Ελεύθερες Νευρικές Απολήξεις

Οι γαστέρες των μυών περιέχουν περίσσεια νευρικών απολήξεων και νευρώνουν σχεδόν όλες τις δομές του (εξωατράκτιες ίνες, επιμύια, μεγάλα αιμοφόρα αγγεία, μυϊκές ατράκτους και τενόντια όργανα). Ανταποκρίνονται σε μηχανικά, χημικά, θερμικά και αλγεϊνά ερεθίσματα. Ο ρόλος τους έγκειται στη μεταφορά ιδιοδεκτικών πληροφοριών στον νωτιαίο μυελό, παρέχοντας λεπτομερή εικόνα για την κατάσταση και τις κινήσεις του μυός. Επιπλέον, άφθονες νευρικές απολήξεις εντοπίζονται στους αρθρικούς υμένες και χόνδρους, ενισχύοντας τις κιναισθητικές πληροφορίες που προέρχονται από τη μυϊκή άτρακτο (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 660).

3. Κόπωση

3.1 Ορισμός

Η κόπωση είναι μια αίσθηση εξάντλησης που ο άνθρωπος βιώνει καθημερινά και λόγω αυτής γίνεται δυσκολότερο να συνεχιστεί οποιαδήποτε σωματική δραστηριότητα. Είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο στο οποίο εμπλέκονται πολλοί φυσιολογικοί μηχανισμοί, ενώ μέχρι και σήμερα η διαδικασία δεν είναι πλήρως κατανοητή παρόλο που έχει απασχολήσει τους ερευνητές από το 19^ο αιώνα. Ο κάματος, όπως αλλιώς χαρακτηρίζεται, ορίζεται ως: “η ασκησιογενής μείωση της μέγιστης ικανότητας για παραγωγή δύναμης ή ισχύος” (Vollestad et al. 1997), ωστόσο αρκετοί ερευνητές χρησιμοποιούν διαφορετικούς ορισμούς όπως “οποιαδήποτε μείωση της ικανότητας των μυών να παράγουν δύναμη ανεξάρτητα από τη δύναμη που απαιτείται σε κάθε δεδομένη κατάσταση” (Bigland-Ritchie & Woods 1984).

3.2 Ταξινόμηση

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ταξινόμησης της κόπωσης. Στο βιβλίο του “Φυσιολογία του Ανθρώπου”, ο Vander (8ή έκδοση, 2011, σελ. 431) διακρίνει δύο είδη κόπωσης.

Η πρώτη, κόπωση υψηλής έντασης και βραχυχρόνιας άσκησης προκαλείται από αδυναμία μετάδοσης του δυναμικού ενεργείας στα σωληνάρια T και οφείλεται σε συσσώρευση ιόντων καλίου (K^+) που εμποδίζει τη μετάδοση νευρικών ερεθισμάτων ενώ η ανάρρωση είναι ταχεία. Η δεύτερη, κόπωση ήπιας έντασης και μεγάλης διάρκειας που οφείλεται σε διάφορες διεργασίες, όπως η συσσώρευση γαλακτικού οξέος - ιόντων υδρογόνου (H^+) με αποτέλεσμα την οξέωση του μυός, που επηρεάζει την δραστηριότητα των πρωτεϊνών ακτίνης – μυοσύνης. Ο μηχανισμός της κόπωσης σε αυτή την περίπτωση δεν είναι πλήρως κατανοητός.

Επιπλέον, η κόπωση χωρίζεται σε κεντρική και περιφερική ανάλογα με τους φυσιολογικούς και νευροφυσιολογικούς μηχανισμούς που την προκαλούν. Αναλυτικότερα, ως κεντρική ορίζεται η κόπωση που οφείλεται σε μηχανισμούς που δρουν στον ανώτερο κινητικό νευρώνα ενώ ως περιφερική ορίζεται η κόπωση που οφείλεται σε μηχανισμούς που επιδρούν άμεσα στο μυ. Η διάκριση των δύο επιτυγχάνεται με την νευρομυϊκή σύναψη που αποτελεί και το διαχωριστικό τους σημείο (Gandevia 2001).

Άλλη μέθοδος ταξινόμησης της κόπωσης ανάλογα με την διάρκεια της είναι η οξεία ή χρόνια κόπωση. Η οξεία κόπωση μπορεί να ανακουφιστεί από την ανάπαυση ή τις

αλλαγές στον τρόπο ζωής, ενώ η χρόνια είναι μια επίμονη κατάσταση που έχει διάρκεια αρκετούς μήνες και δεν βελτιώνεται με την ανάπαυση (Jing-jing Wan et al. 2017).

Τέλος, η κόπωση μπορεί να ταξινομηθεί ως ψυχική κόπωση που αναφέρεται στο γνωστικό επίπεδο ή στην αντίληψη που έχει το άτομο για την κόπωση και στην σωματική κόπωση, που αναφέρεται στην απόδοση του κινητικού συστήματος. (Jing-jing Wan et al. 2017)

3.2.1 Κεντρική Κόπωση

Σύμφωνα με το βιβλίο του Β. Κλεισούρα “Εργοφυσιολογία” (11^η έκδοση, 2011, σελ. 586) κεντρική κόπωση ορίζεται ως η ασκησιογενής έκπτωση της μυϊκής δύναμης που προκαλείται από μειωμένη πυροδότηση των κινητικών νευρώνων. Χωρίζεται σύμφωνα με τα αίτια πρόκλησής της σε ελαττωμένη πυροδότηση του κινητικού φλοιού του εγκεφάλου και αναχαίτιση της εγκεφαλικής πυροδότησης των κινητικών νευρώνων στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού.

Η κεντρική κόπωση, η οποία προκαλείται από μειωμένη εγκεφαλική πυροδότηση, σχετίζεται με τη δράση και την αλληλεπίδραση διαφόρων νευροδιαβιβαστών σε περιοχές του εγκεφάλου που ελέγχουν τη στάση και την κίνηση, όπως ο εγκεφαλικός φλοιός, τα βασικά γάγγλια και η παρεγκεφαλίδα. Έχει επίσης συσχετιστεί με ορισμένες μονοαμίνες, όπως η ντοπαμίνη, η νοραδρεναλίνη και κυρίως η σεροτονίνη. Η τελευταία είναι ένας νευροδιαβιβαστής που επηρεάζει τη διέγερση, την υπνηλία και τη διάθεση, έχει αυξημένη παρουσία στον εγκέφαλο σε περιπτώσεις κεντρικής κόπωσης και εξαρτάται από την διαθεσιμότητα της τρυπτοφάνης. Η αυξημένη παρουσία σεροτονίνης στον εγκέφαλο έχει συσχετιστεί με την κεντρική κόπωση και είναι αποτέλεσμα υψηλότερων επιπέδων τρυπτοφάνης και μειωμένων αμινοξέων διακλαδισμένης αλυσίδας.

Εκτός από την μειωμένη πυροδότηση από τον εγκέφαλο, η κεντρική κόπωση μπορεί να προκληθεί και από αναχαίτιση αυτής της πυροδότησης στο νωτιαίο μυελό. Αυτό συμβαίνει μέσω αντανάκλαστικών που ενεργοποιούνται από τους μυϊκούς αισθητήρες. Πειράματα όπως αυτά των Asmussen και συν. (1978) υποστηρίζουν την ιδέα ότι η αναστολή της εκούσιας προσπάθειας κατά την κόπωση οφείλεται σε ανατροφοδότηση από τους κουρασμένους μύες. Στο συγκεκριμένο πείραμα οι ερευνητές ζήτησαν από τους συμμετέχοντες να πραγματοποιήσουν μέγιστες συσπάσεις με τους καμπτήρες του αγκώνα μέχρι να επέλθει κόπωση. Η δοκιμασία καταγράφηκε σε εργογράφο. Μετά την επίτευξη της κόπωσης, ακολούθησε διάλειμμα με δύο επιλογές: α) Πλήρης ανάπαυση, β) εκτέλεση

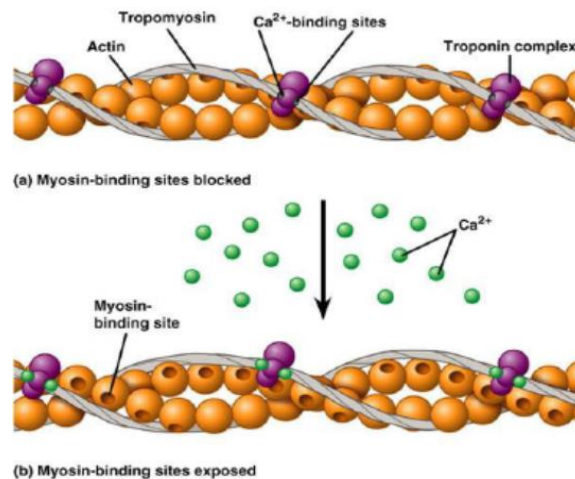
δραστηριότητας με άλλους, μη κοπωμένους μύες. Παρατηρήθηκε ότι παραγόταν περισσότερο έργο όταν οι συμμετέχοντες ενεργοποιούσαν ξεκούραστους μύες αντί να ξεκουράζονται πλήρως. Οι ερευνητές υπέθεσαν ότι οι κοπωμένοι μύες στέλνουν νευρικές ώσεις για ανατροφοδότηση στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), η οποία περιορίζει την εκούσια προσπάθεια. Αντίθετα, η ενεργοποίηση ξεκούραστων μυών στέλνει διεγερτικές ώσεις στον δικτυωτό σχηματισμό του εγκεφάλου, αυξάνοντας την παραγωγή έργου.

3.2.2 Περιφερική Κόπωση

Ο Βασίλης Κλεισούρας (2011, σελ. 590) ορίζει την περιφερική κόπωση ως την αδυναμία των μυών να παράγουν δύναμη ή ισχύ, παρά την ενεργοποίηση όλων των διαθέσιμων κινητικών μονάδων. Προκαλείται από παράγοντες στο επίπεδο του μυός και μετά τη νευρομυϊκή σύναψη.

3.2.2.1 Μηχανισμός Σύσπασης

Πριν αναφερθούν οι παράγοντες πρόκλησης περιφερικής κόπωσης είναι σημαντικό να εξηγηθεί ο μηχανισμός της μυϊκής σύσπασης. Κάθε μυϊκή ίνα αποτελείται από μικρότερες δομές, τα σαρκομέρια. Κάθε μυοϊνίδιο απαρτίζεται από παχιά (μυοσίνη) και λεπτά (ακτίνη) νημάτια ενώ ο χώρος μεταξύ των δύο ονομάζονται εγκάρσιες γέφυρες και με την ενεργοποίηση τους πραγματοποιείται η μυϊκή σύσπαση (Vander et al., 8^η έκδοση, σελ. 406-409).. Αδυναμία σε οποιοδήποτε στάδιο των μηχανισμών, πριν τη δημιουργία των εγκάρσιων γεφυρών, μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη μυϊκής κόπωσης (Jing-jing Wan et al. 2017). Κατά την ηρεμία οι εγκάρσιες γέφυρες εμποδίζονται να αλληλεπιδράσουν με την ακτίνη λόγω της τροπονίνης και της τροπομυοσίνης (πρωτεΐνες – ρυθμιστές) αποφράσσοντας τη θέση πρόσδεσης πάνω της. Έτσι κατά το δυναμικό ενεργείας το ασβέστιο (Ca^{2+}), το οποίο απελευθερώνεται στο σαρκοπλασματικό δίκτυο μέσω διαύλων που ερεθίζουν τα σωληνάρια T, προσκολλάται στην τροπονίνη προκαλώντας απομάκρυνση της τροπομυοσίνης από την αποφρακτική της θέση απελευθερώνοντας τα σημεία πρόσδεσης της μυοσίνης. Η μυϊκή σύσπαση είναι ένας μηχανισμός που απαιτεί ενέργεια. Συνεπώς, κάθε κεφαλή μυοσίνης διαθέτει μια περιοχή πρόσδεσης με την τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) που παρέχει την απαραίτητη ενέργεια ώστε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία. Το ένζυμο αδενοσινοτριφωσφατάση (ATPase) που εντοπίζεται στην κεφαλή της μυοσίνης διασπά την ATP σε διφωσφατάση (ADP), ανόργανο φωσφόρο (Pi) και ενέργεια. Αυτή η ενέργεια χρησιμοποιείται για να προσδεθεί η κεφαλή της μυοσίνης στην ακτίνη. (Vander et al., 8^η έκδοση, σελ. 409-417).



Εικόνα 3.1 Σύνδεση του ασβεστίου (Ca^{2+}) στην τροπονίνη

Έχοντας αποκτήσει μια σαφή εικόνα του μηχανισμού της φυσιολογική σύσπαση των μυών, παρατίθενται οι πιθανές αιτίες περιφερικής κόπωσης και πως αυτές επηρεάζουν τον μηχανισμό σύσπασης των μυών.

α) Αποτυχία μετάδοσης ενεργειακού δυναμικού: Η ομαλή λειτουργία του μυός εξαρτάται από την εύρυθμη μετάδοση του ενεργειακού δυναμικού. Αυτή η μετάδοση επηρεάζεται από την ισορροπία ιόντων καλίου (K^+) και νατρίου (Na^+) μέσα και έξω από το μυϊκό κύτταρο. Σε επαναλαμβανόμενη έντονη μυϊκής προσπάθεια, μπορεί να διαταραχθεί η αντλία που ρυθμίζει την ισορροπία K^+ και Na^+ . Αυτό οδηγεί σε συσσώρευση K^+ έξω από το κύτταρο, παρεμποδίζοντας τη μετάδοση του ενεργειακού δυναμικού (Κλεισούρας, 2011, σελ. 591).

β) Ατελής ζεύξη διέγερσης συστολής: Η μειωμένη απελευθέρωση ασβεστίου (Ca^{2+}) από το σαρκοπλασματικό δίκτυο μπορεί να οδηγήσει σε ατελή ζεύξη διέγερσης συστολής. Αυτό συμβαίνει όταν το ενδοκυτταρικό σήμα για συστολή δεν είναι αρκετά ισχυρό, μειώνοντας το ενδοκυτταρικό σήμα για συστολή και κατ' επέκταση την παραγωγή μυϊκής δύναμης (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 591).

γ) Απενεργοποίηση εγκάρσιων γεφυρών: Η απενεργοποίησή αυτή επηρεάζει άμεσα την παραγωγή μυϊκής δύναμης καθώς οι εγκάρσιες γέφυρες είναι φορείς της δύναμης αφού αποτελούν δομές που σχηματίζονται ανάμεσα στις ίνες ακτίνης και μυοσίνης στους σκελετικούς μύες. (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 592-593)

Παράγοντες απενεργοποίησης των εγκάρσιων γεφυρών είναι η διαθεσιμότητα ασβεστίου (Ca^{2+}) καθώς η έλλειψή του στην τροπονίνη μειώνει την ικανότητα των εγκάρσιων γεφυρών να συνδεθούν και να ασκήσουν δύναμη, η ανεπαρκής επαναφορά ασβεστίου στο

σαρκοπλασματικό δίκτυο μετά τη σύσπαση επιβραδύνει τη χαλάρωση του μυός και την ανακύκλωση των εγκάρσιων γεφυρών, η παροχή ATP είναι απαραίτητη για τη μυϊκή σύσπαση καθώς αποτελεί την πηγή ενέργειας. Η μείωση της διαθεσιμότητας ATP, όπως συμβαίνει στην κόπωση, δυσχεραίνει την ενεργοποίηση των εγκάρσιων γεφυρών, η μειωμένη ευαισθησία ασβεστίου και τέλος η συσσώρευση υδρογονοκατιόντων (H^+) (όπως το γαλακτικό οξύ) μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των εγκάρσιων γεφυρών, συμβάλλοντας στην απενεργοποίησή τους (Κλεισούρας, 2011, 11^η έκδοση, σελ. 592-593).

Η διαθεσιμότητα ενέργειας στους μύες είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία των εγκάρσιων γεφυρών, των δομών που συνδέουν τις ίνες ακτίνης και μυοσίνης και επιτρέπουν τη μυϊκή σύσπαση. Τα τρία βασικά συστήματα παραγωγής ενέργειας είναι:

1. Φωσφορογόνο σύστημα: χρησιμοποιεί την φωσφοκρεατίνη (PCr) για την αναγέννηση ATP, προσφέροντας άμεση ενέργεια για σύντομες, έντονες δραστηριότητες.
2. Γλυκολυτικό Σύστημα: βοηθά στην παραγωγή ATP, διασπά τη γλυκόζη σε πυροσταφυλικό οξύ ($C_3H_4O_3$), παράγοντας ATP και γαλακτικό οξύ. Η γλυκόλυση χωρίς οξυγόνο (αναερόβια διεργασία) οδηγεί σε συσσώρευση γαλακτικού οξέος ($C_3H_6O_3$).
3. Οξειδωτικό σύστημα: είναι μια αερόβια διαδικασία που χρησιμοποιεί οξυγόνο για την αποδόμηση θρεπτικών συστατικών, παράγοντας ATP με υψηλή απόδοση. Περιλαμβάνει την γλυκόλυση, τον κύκλο του Krebs και την αναπνευστική αλυσίδα. (Κλεισούρας, 11^η έκδοση 2011, σελ. 592-597)

Το φωσφορογόνο και το γλυκολυτικό σύστημα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας κατά τα αρχικά λεπτά έντονης άσκησης. Στην πρώτη περίπτωση, η κόπωση προκαλείται από τη μείωση της φωσφοκρεατίνης (PCr), η οποία χρησιμοποιείται αναερόβια για την ανασύνθεση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) του σώματος. Καθώς η PCr μειώνεται, η ικανότητα του σώματος να ανακτήσει την τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) επηρεάζεται σοβαρά. Η διάσπαση της φωσφοκρεατίνης (PCr) οδηγεί σε αύξηση του ανόργανου φωσφόρου (Pi) κατά τη διάρκεια έντονης βραχυχρόνιας άσκησης, συμβάλλοντας στην κόπωση. Κατά τη διάρκεια της κατανάλωσης της ATP, η συγκέντρωση της ATP παραμένει σχετικά σταθερή, αλλά η φωσφοκρεατίνη (PCr) μειώνεται ενώ αυξάνονται η κρεατίνη (Cr) και ο ανόργανος φώσφορος (Pi), όπως έχει παρατηρηθεί σε

πολυάριθμες μελέτες βιοψίας και πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (**N.M.R**) (Cady et al., 1989; Allen et al., 2008).

Η αναερόβια γλυκόλυση είναι επίσης κρίσιμη για τη μυϊκή κόπωση, καθώς ενεργοποιείται γρήγορα κατά τη διάρκεια της άσκησης και οδηγεί στη διάσπαση της γλυκόζης σε ιόντα γαλακτικού και πρωτόνια, προκαλώντας την πρώιμη οξέωση που σχετίζεται με τη μυϊκή κόπωση. Αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του **pH** κατά περίπου 0,5 μονάδες εντός λίγων λεπτών από την έναρξη της έντονης άσκησης. Η συσσώρευση του γαλακτικού οξέος και των ιόντων H^+ αυξάνει την οξύτητα των μυών, προκαλώντας οξέωση. Σε **pH** 6,4, τα ιόντα H^+ σταματούν την περαιτέρω διάσπαση του γλυκογόνου, μειώνοντας γρήγορα την ATP και οδηγώντας τελικά σε εξάντληση. Επιπλέον, τα ιόντα H^+ μπορούν να αντικαταστήσουν το ασβέστιο μέσα στις μυϊκές ίνες, παρεμποδίζοντας τη σύζευξη των εγκάρσιων γεφυρών με την ακτίνη και διαταράσσοντας τη συσταλτική λειτουργία του μυός (Wilmore & Costill, 2011).

Η κόπωση που προκαλείται από μακράς διάρκειας χαμηλής έντασης άσκηση σχετίζεται επίσης με τη συσσώρευση γαλακτικού οξέος, το οποίο αλλάζει κάποιες από τις μυϊκές πρωτεΐνες όπως την ακτίνη και τη μυοσίνη, καθώς και πρωτεΐνες που εμπλέκονται στην απελευθέρωση ασβεστίου (Vander et al., 8^η έκδοση, 2011). Τέλος, η μείωση του μυϊκού γλυκογόνου, που παρέχει σημαντική ενέργεια, συνδέεται άμεσα με την έναρξη της κόπωσης. Όταν οι μύες δεν μπορούν να λάβουν επαρκή γλυκόζη από το αίμα, βασίζονται στα αποθέματα του μυϊκού γλυκογόνου, επιταχύνοντας τη μείωσή του και οδηγώντας σε πρόωρη εξάντληση (Wilmore & Costill, 2011).

Σημαντικό κρίνεται να αναφερθούμε και στον μηχανισμό έκτασης του γόνατος. Κατά την έκταση κνήμης επί μηρού η κνήμη κυλά και ολισθαίνει πρόσθια σε σχέση με τους μηριαίους κονδύλους ενώ λόγω σύσπασης του τετρακεφάλου και οι μηνίσκοι μετατοπίζονται πρόσθια. Κατά την έκταση μηριαίου επί κνήμης οι μηριαίοι κόνδυλοι κυλούν πρόσθια αλλά ολισθαίνουν οπίσθια με τον τετρακέφαλο να σταθεροποιεί τους μηνίσκους στην δύναμη διάτμησης που προκαλείται από το μηριαίο οστό. Εμβιομηχανικά, η κάμψη και η έκταση της άρθρωσης του γόνατος πραγματοποιείται σε έναν μετωπιαίο άξονα περιστροφής (κίνηση κνήμης επί μηρού) ο οποίος δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται εντός των μηριαίων κονδύλων λόγω των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των τελευταίων και εξαρτάται από την γωνία της άρθρωσης. Ο άξονας αυτός ονομάζεται «εξειλιγμένη» και έχει ως συνέπεια να διαφοροποιεί το μήκος των μοχλοβραχιόνων των

καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του γόνατος, άρα και τη μέγιστη ροπή κατά την διάρκεια της τροχιάς κίνησης. (Neumann 3^η έκδοση, 2018 σελ. 629-631)

4. Η Επίδραση της Κόπωσης στην Ιδιοδεκτικότητα

Όπως αναφέρθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο η ιδιοδεκτικότητα κατέχει καίριο ρόλο στο στατικό και στατικό έλεγχο καθώς και στην κίνηση και τον συντονισμό της. Η κόπωση μέσα από τις επιπτώσεις της στον μύ τόσο άμεσα όσο και έμμεσα θα μπορούσε να διαταράξει την πληροφόρηση για την θέση και την ταχύτητα των μελών του σώματος. Έτσι η διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα είναι επιτακτική ανάγκη για την πρόληψη ατυχημάτων, την αποφυγή πτώσεων, την αποκατάσταση τραυματισμών, την βελτιστοποίηση της αθλητικής επίδοσης και απόδοσης.

4.1 Κόπωση και Μυϊκή Ατράκτος

Η κόπωση είναι ένα φαινόμενο το οποίο επιφέρει αλλαγές στη φυσιολογία των μυών επηρεάζοντας την φυσιολογική λειτουργία των αισθητηριακών υποδοχέων συμπεριλαμβανομένης και της μυϊκής ατράκτου. Πλήθος ερευνών αναφέρουν διάφορους μηχανισμούς με τους οποίους η κόπωση επηρεάζει αρνητικά την ενεργή λειτουργία της μυϊκής ατράκτου, μειώνοντας την ιδιοδεκτικότητα και την παραγωγή δύναμης. Σύμφωνα με την έρευνα των Ribeiro et al. (2008) η οποία μελέτησε την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (**J.P.S**) του γόνατος, η κόπωση οδηγεί σε αύξηση της ουδού ενεργοποίησης της μυϊκής ατράκτου και διαταράσσει αρνητικά την συνέργεια α – γ κινητικών νευρώνων. Επιπλέον, στην έρευνα των Jing Jing Wan et al. (2017) γίνεται λόγος για ελαττωμένη ενεργοποίηση Ια αισθητικών ινών άρα μείωση της σύνδεσης των μυϊκών ατράκτων με τους κινητικούς νευρώνες και μείωση της διεγερσιμότητας των τελευταίων. Ακόμη, σύμφωνα με τους Taylor et al. (2016) η μείωση της ενεργοποίησης της μυϊκής ατράκτου οφείλεται σε αντανάκλαστική αναχαίτηση των γ κινητικών νευρώνων λόγω ενεργοποίησης των ΙΙΙ και ΙV νευρικών ινών και την συσσώρευση μεταβολιτών (Γαλακτικό Οξύ) που επίσης μειώνει την διεγερσιμότητα των ατράκτων. Τέλος, οι Sayyadi et al. (2024) υποστηρίζουν πως λόγω της μείωσης της μυϊκής δραστηριότητας στις παθητικές κινήσεις, κύριοι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς είναι οι απολήξεις Ruffini και οι υποδοχείς του δέρματος.

4.2 Κόπωση και ιδιοδεκτικότητα

Παρόλο που κόπωση και ιδιοδεκτικότητα έχουν απασχολήσει μεμονωμένα την ερευνητική κοινότητα από τον 19 αιώνα, μόλις τις τελευταίες δεκαετίες άρχισε να μελετάται η μεταξύ τους αιτιολογική σχέση. Πλήθος ερευνών τα τελευταία χρόνια έχουν εξετάσει τη συσχέτιση μεταξύ κόπωσης και ιδιοδεκτικότητας σε διάφορες αρθρώσεις.

Στην έρευνά τους οι Sandler και Cressman (2019) μελέτησαν την επίδραση της κεντρικής κόπωσης της άρθρωσης του ώμου. Στην μελέτη συμμετείχαν 16 υγιείς, δεξιόχειρες ενήλικες (8 άνδρες και 8 γυναίκες, Μ.Ο. ηλικίας 23.5 ± 2.8). Η αξιολόγηση της κόπωσης γινόταν με την 10-βάθμια κλίμακα Rating of Perceived Exertion (**R.P.E**) κάθε λεπτό της δοκιμασίας κόπωσης η οποία αποτελούταν από μια επαναλαμβανόμενη κίνηση μεταξύ δυο στόχων με το άνω άκρο σε θέση 90° κάμψη. Η αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας γινόταν με τη βοήθεια ενός ρομποτικού βραχίονα (KINARM). Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η κόπωση των μυών του δεξιού ώμου μειώνει την ιδιοδεκτική ικανότητα και στα δύο άνω άκρα, υποδηλώνοντας ότι ο μηχανισμός κεντρικής κόπωσης είναι υπεύθυνος για τις αλλαγές στην επεξεργασία της ανατροφοδότησης των άκρων ενώ η πιθανότητα εξοικείωσης αποκλείστηκε λόγω της ομάδας ελέγχου.

Παράλληλα, σύμφωνα με τους Liu et al. (2023) στην οποία το δείγμα ήταν 35 άτομα με χρόνια αστάθεια αστραγάλου, η μυϊκή κόπωση φαίνεται να μειώνει την ισορροπιστική ικανότητα και την ιδιοδεκτικότητα στην ποδοκνημική άρθρωση καθώς θεωρείται σημαντικός παράγοντας που προκαλεί χρόνια αστάθεια στην άρθρωση.

Επιπλέον, οι Arvin et al. (2015) μελέτησαν την επίδραση της κόπωσης των απαγωγών μυών του ισχίου σε ηλικιωμένους. Συνολικά στη μελέτη συμμετείχαν 17 υγιείς εθελοντές (12 γυναίκες και 5 άνδρες, Μ.Ο. ηλικίας 73.2 ± 7.7). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως βάδιση, συμμετρία από βήμα σε βήμα, έλεγχος της ταχύτητας στο μετωπιαίο επίπεδο καθώς και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης επηρεάστηκαν αρνητικά από την επίδραση της κόπωσης.

Όσον αφορά την άρθρωση του καρπού οι Albanese et al. (2022) μελέτησαν την επίδραση της μυϊκής κόπωσης του καρπού με νέο πρωτόκολλο βασισμένο σε ρομποτικές τεχνικές διαπίστωσαν πως η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης δεν επηρεάστηκε από το πρωτόκολλο της κόπωσης, γιατί σύμφωνα με του συγγραφείς, μια διαδικασία προσαρμογής σε συνδυασμό με τον χρόνο ολοκλήρωσης της διαδικασίας οδήγησε στην ανάκτηση της αίσθησης της θέσης.

Επίσης στη άρθρωση του καρπού, η μελέτη των Karagiannopoulos et al. (2020) εξέτασε την επίδραση της μυϊκής κόπωσης στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του καρπού. Στην μελέτη συμμετείχαν συνολικά 40 εθελοντές. Οι εξεταζόμενοι κοπώνονταν με ασκήσεις έκτασης του καρπού με τη βοήθεια ελεύθερου βάρους και ασκήσεις δραπευμής.

Η αξιολόγηση της κόπωσης έγινε με την 20-βάθμια κλίμακα Borg Rate of Perceived Exertion (**R.P.E**). Η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης έγινε με γωνιόμετρο καρπού. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ κόπωσης και αίσθηση της θέσης της άρθρωσης καθώς 18% μείωση της δύναμης οδήγησε σε 215% διαφορά στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του καρπού.

Ωστόσο, η άρθρωση που έχει απασχολήσει την ερευνητική κοινότητα περισσότερο και έχει μελετηθεί εκτενέστερα είναι η άρθρωση του γόνατος.

4.3 Κόπωση και ιδιοδεκτικότητα στην άρθρωση του γόνατος

Η άρθρωση του γόνατος φαίνεται να έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών μελετητών καθώς η κινηματική του δύναται να εξεταστεί ευκολότερα από άλλες πιο σύνθετες αρθρώσεις. Επιπλέον, για τους αθλητές οι αυξημένες προσδοκώμενες ικανότητες αυξάνουν το ρίσκο τραυματισμού, ιδιαίτερα όταν περιλαμβάνουν κινήσεις στροφών και υπερέκτασης που προσομοιάζουν τον μηχανισμό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (**A.C.L**) (Bersotti et al 2022). Επομένως, η επίδραση της κόπωσης στον κινητικό έλεγχο και την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης, αφού η μυϊκή κόπωση φαίνεται να μειώνει την απόδοση των αισθητήριων υποδοχών και συμβάλει στην καθυστερημένη απόκριση από το κεντρικό νευρικό σύστημα (**K.N.Σ**).

Συγκεκριμένα, το 2001 η έρευνα των Hiemstra et al., υποστήριξε ότι λόγω μυϊκής κόπωσης υπήρξαν αλλαγές στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, ωστόσο η κλινική τους σημασία δεν ήταν σαφής. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κιναισθησία δεν επηρεάζεται από την κόπωση αλλά χρειάζεται περεταίρω έρευνα για την εξακρίβωση αυτή.

Οι Givoni et al. (2007) αξιολόγησαν την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος πριν, μετά και 24 ώρες αργότερα από το πρωτόκολλο κόπωσης σε νεαρούς ενήλικες ($n=18$ και M.O. ηλικίας 20.2 ± 1.0) με τον τρόπο αντιστοίχιση θέσης (position matching) δηλαδή το ένα κάτω άκρο είχε ρόλο της επίδειξης και το άλλο της αναπαραγωγής, ενώ μετά από μικρή περίοδο ανάπαυσης οι ρόλοι των άκρων αντιστέφονταν. Αρχικά, δημιουργήθηκαν δύο ομάδες και ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους της μίας ομάδας ($n=8$) να κατέβουν, ενώ οι εξεταζόμενοι της δεύτερης ομάδας ($n=10$) να ανέβουν 792 σκαλοπάτια (έκκεντρη συστολή ή σύγκεντρη συστολή αντίστοιχα) ώστε να επέλθει κόπωση. Για την αξιολόγηση της αντιστοίχισης θέσης οι εξεταζόμενοι κάθονταν σε μια ρυθμιζόμενη καρέκλα τοποθετημένη σε ένα πλαίσιο στο οποίο υπήρχαν μοχλοί που κινούνταν από ποτενσιόμετρο και τα κάτω άκρα των

εξεταζόμενων δένονταν στους μοχλούς. Εν συνεχεία, τα κάτω άκρα διατηρούνταν στις 110° (από τον οριζόντιο άξονα) και ζητούνταν από τον εξεταζόμενο να ασκήσει δύναμη περίπου 20% της μέγιστης εθελούσιας σύσπασης (**M.V.C**). Μετά την περίοδο σύσπασης ο εθελοντής χαλάρωνε εντελώς και ο εξεταστής έφερνε το άκρο σε μια από τις δύο γωνίες 50° ή 70° (από το οριζόντιο επίπεδο). Τέλος, ο εξεταζόμενος χωρίς οπτική ανατροφοδότηση διατηρούσε τη θέση του άκρου που έγινε η επίδειξη της αρθρικής θέσης ενώ με το άλλο άκρο έπρεπε να αντιστοιχήσει την γωνία αυτή. Αρχικά, το ρόλο της επίδειξης είχε το κοπωμένο άκρο και το τον ρόλο της αναπαραγωγής το μη κοπωμένο. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά την κόπωση του τετρακεφάλου η ικανότητα αντιστοίχισης θέσης διαταράσσεται τόσο στην περίπτωση της έκκεντρης συστολής όσο και της σύγκεντρης καθώς οι εξεταζόμενοι αντιλαμβάνονταν τον κοπωμένο μυ μακρύτερο και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα σφάλματα ιδιοδεκτικότητας είναι παράγοντας κινδύνου για τραυματισμό από κόπωση κατά την άσκηση.

Οι Ribeiro et al. (2008), διεξήγαγαν έρευνα στην οποία εξέτασαν την επίδραση της κόπωσης που προκαλείται από έναν αγώνα βόλεϊ στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος σε ελίτ αθλήτριες. Συγκεκριμένα, δεκαεπτά γυναίκες ($n=17$) αθλήτριες βόλεϊ (Μ.Ο. ηλικίας 18.9 ± 4.2) της εθνικής ομάδας της Πορτογαλίας αξιολογήθηκαν πριν και μετά από αγώνα (5 σετ) αφού είχε προηγηθεί προθέρμανση, η οποία είχε διάρκεια 25 λεπτών και αποτελούταν από διατάσεις, πάσες, επιθέσεις και serves. Η αξιολόγηση της κόπωσης έγινε με την κλίμακα Borg Rate of Perceived Exertion (**R.P.E**), μία 20-βάθμια κλίμακα (6-20), και θεωρήθηκε ότι οι μεταβολικές διαδικασίες της κόπωσης επέρχονται με σκορ 15. Η αίσθηση της θέσης αξιολογήθηκε με τεχνική ανοιχτής κινητικής αλυσίδας και ενεργητική επανατοποθέτηση του μέλους πριν και αμέσως μετά τον αγώνα. Τοποθετήθηκαν τέσσερα αντανakλαστικά σημάδια τα οποία καταγράφονταν από κάμερα. Αρχικά, οι εξεταζόμενες χωρίς οπτική ανατροφοδότηση κάθονταν αναπαυτικά σε θέση (γωνία ισχίου 80°) και τα άκρα τους σε ηρεμία κρέμονταν ελεύθερα (γωνία γόνατος 90°). Στη συνέχεια, ο εξεταστής κινούσε παθητικά το άκρος προς θέση έκτασης σε μια αρθρική γωνία μεταξύ 40° και 60° . Ζητήθηκε από τις εξεταζόμενες να διατηρήσουν το άκρο στη γωνία επίδειξης για 5 δευτερόλεπτα ενεργητικά και να απομνημονεύσουν την γωνία στόχο. Ακολούθως, το άκρο επανατοποθετούνταν από τον εξεταστή στην αρχική του θέση. Τέλος, ζητούνταν η ενεργή επανατοποθέτηση και διατήρηση για 3 δευτερόλεπτα του άκρου στην γωνία στόχο που επιδείχθηκε παθητικά, ενώ η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τόσο πριν όσο και μετά τον αγώνα υπήρξε τάση

υπερεκτίμησης της θέσης στόχου. Πριν τον αγώνα οι συμμετέχοντες αναπαρήγαγαν μικρότερες γωνίες κάμψης από τη γωνία – στόχο, ενώ μετά τον αγώνα η τάση υπερεκτίμησης της θέσης – στόχου αυξήθηκε. Επιπλέον, μετά τον αγώνα οι εξεταζόμενοι ήταν λιγότερο ακριβής και συνεπής.

Οι Ribeiro et al. (2011) μελέτησαν την επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα συγκρίνοντας την επίδραση της κόπωσης των αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών (τετρακεφάλου και οπίσθιων μηριαίων) του γόνατος στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης. Πιο συγκεκριμένα, 40 υγιείς ενήλικες (Μ.Ο. ηλικίας 22.1 ± 3.0) αφότου εξοικειώθηκαν με τα ερευνητικά πρωτόκολλα και απέφυγαν την άσκηση κατά την διάρκεια όσο και 2 εβδομάδες πριν την διεξαγωγή της μελέτης αξιολογήθηκαν πριν και αμέσως μετά το πρωτόκολλο κόπωσης. Το πρωτόκολλο της κόπωσης χωρίστηκε σε δυο κατηγορίες οι οποίες εξετάστηκαν με διαφορά μίας εβδομάδας. Στην πρώτη κατηγορία το πρωτόκολλο αφορούσε την κόπωση των εκτεινόντων μυών του επικρατούς κάτω άκρου και στη δεύτερη κατηγορία αφορούσε την κόπωση των καμπτήρων μυών του. Και στις δύο περιπτώσεις οι εξεταζόμενοι πραγματοποιούσαν 30 συνεχόμενες σύγκεντρες/έκκεντρες συσπάσεις με γωνιακή ταχύτητα $180^\circ/\text{sec}$. Το πρωτόκολλο της κόπωσης και της αξιολόγησης έγινε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex, Medical Systems). Για το πρωτόκολλο της αξιολόγησης η θέση των εξεταζόμενων ρυθμίστηκε στις 100° κάμψη ισχίων και αποκλείστηκαν τόσο η οπτική όσο και η ακουστική ανατροφοδότηση ενώ ο εξεταζόμενος κρατούσε τον μοχλό που σταματούσε τον βραχίονα του δυναμομέτρου όπου πίστευε πως ήταν η θέση - στόχος. Αρχικά, ο εξεταστής κινούσε το άκρο σε έκταση με ταχύτητα $10^\circ/\text{sec}$ από θέσης κάμψης 90° σε θέση κάμψης 60° και το άκρο διατηρούνταν στη θέση για 5 δευτερόλεπτα ώστε ο εξεταζόμενος να απομνημονεύσει την θέση – στόχο. Στη συνέχεια, το άκρο επανερχόταν στην αρχική θέση και ζητούταν από τον εξεταζόμενο να αναπαράξει την θέση – στόχο. Κάθε εξεταζόμενος έκανε 3 επαναλήψεις. Το αποτέλεσμα έδειξε πως ανεξάρτητα της μυϊκής ομάδας η οποία κοπώθηκε η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης επηρεάστηκε. Πιθανή εξήγηση είναι η αύξηση των μεταβολιτών και των φλεγμονώδων ουσιών που με τη σειρά τους οδηγούν σε δυσλειτουργία των μυϊκών ατράκτων και της συνέργειας α-γ κινητικών νευρώνων.

Οι Niederseer et al. (2014) εξέτασαν την επίδραση της οξείας κόπωσης που προκαλείται από έναν προσομοιωμένο αγώνα Χειροσφαίρισης στις αρθρώσεις του ώμου, των ισχίων και των γονάτων. Στην μελέτη συμμετείχαν 18 ελίτ αθλητές χειροσφαίρισης (όλοι άνδρες, Μ.Ο. ηλικίας 22.3 ± 4.9). Οι εθελοντές αθλητές δεν έκαναν προπόνηση την

μέρα πριν την αξιολόγηση και αφού ενημερώθηκαν, αξιολογήθηκαν πριν και μετά από έναν προσομοιωμένο αγώνα χειροσφαίρισης (45 λεπτά και 27 δευτερόλεπτα). Πριν τον αγώνα έγινε προθέρμανση. Η κόπωση μετά τον αγώνα αξιολογήθηκε με την κλίμακα Borg Rate of Perceived Exertion (**R.P.E**) ενώ η καρδιακή συχνότητα καταγράφηκε καθ' όλη την διάρκεια του πρωτοκόλλου. Η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης έγινε με την βοήθεια ινκλινόμετρου. Ο εξεταστής κινούσε το άκρο μέσα στο φυσιολογικό εύρος κίνησης και σταματούσε στη θέση – στόχο για 3 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια, ο εξεταζόμενος έπρεπε να αναπαράξει την θέση – στόχο όσο το δυνατόν πιο πιστά. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος δεν είχε στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την κόπωση.

Οι Salgado et al. (2015) μελέτησαν την επίδραση της κόπωσης στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος σε ημι-επαγγελματίες παίκτες ποδοσφαίρου μετά από επίσημο αγώνα. Στην μελέτη συμμετείχαν συνολικά 14 άνδρες ημί-επαγγελματίες αθλητές ποδοσφαίρου (Μ.Ο. ηλικίας 25.9 ± 4.6) και αξιολογήθηκαν πριν και ακριβώς μετά από αγώνα 90 λεπτών + 4 λεπτά καθυστερήσεων περίπου και ακριβώς μετά από προθέρμανση διάρκειας 25 λεπτών που αποτελούταν από jogging, skipping, δυναμικές ασκήσεις κινητικότητας, διατάσεις, πάσες, κοντρόλ και σουτ. Δύο παίκτες αξιολογούνταν σε κάθε αγώνα (για διάρκεια 7 αγώνων). Η αξιολόγηση της κόπωσης των αθλητών έγινε με την 20-βάθμια κλίμακα Borg Rating of Perceived Exertion (**R.P.E**) και η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης έγινε στο επικρατές κάτω άκρο και με αποκλεισμό της οπτικής ανατροφοδότησης. Τέσσερα αντανakλαστικά σημάδια τοποθετήθηκαν σε οδηγία σημεία τα οποία καταγράφονταν από κάμερα σε απόσταση 7 μέτρων. Οι εξεταζόμενοι καθισμένοι σε κρεβάτι φυσικοθεραπείας και με αρχική θέση τις 90° κάμψης προσπαθούσαν να απομνημονεύσουν μια θέση – στόχο μεταξύ 40° και 60° κάμψης, όπου ο εξεταστής έφερνε το άκρο παθητικά και διατηρούταν για 5 δευτερόλεπτα, με αναφερόμενη ταχύτητα περίπου 10°/sec. Στη συνέχεια, ζητούταν η ενεργητική αναπαραγωγή της θέσης – στόχου. Κάθε εξεταζόμενος έκανε 3 επαναλήψεις. Η αξιολόγηση της θέσης έγινε με γωνιόμετρο καθώς και ανάλυση του βίντεο της κάμερας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά την προθέρμανση η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης ενισχύθηκε, ενώ μετά τον αγώνα μειώθηκε γεγονός που εξηγήθηκε λόγω αλλαγής της επεξεργασίας και μείωση των προσαγωγών ερεθισμάτων στο κεντρικό νευρικό σύστημα (**K.N.Σ**). Επιπλέον, εξηγήθηκε πως η κεντρική κόπωση που επέρχεται σε έναν αγώνα ποδοσφαίρου μειώνει την ακρίβεια του κινητικού συστήματος και της δυναμικής

σταθεροποίησης και θέτει την άρθρωση του γόνατος σε μεγαλύτερο κίνδυνο για τραυματισμό.

Οι Bottoni et al. (2015) αξιολόγησαν την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης πριν και μετά από 30 λεπτά περπάτημα σε ανηφόρα και 30 λεπτά σε κατηφόρα. Συγκεκριμένα, στη μελέτη συμμετείχαν 24 υγιείς, μη επαγγελματίες γυναίκες, σπουδάστριες γυμναστικής ακαδημίας (Μ.Ο. ηλικίας 23 ± 2.5) οι οποίες υποβλήθηκαν σε πρωτόκολλο κόπωσης και αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης. Το πρωτόκολλο της κόπωσης περιλάμβανε 30 λεπτά περπάτημα σε ανηφορικό και κατηφορικό διάδρομο (20% κλίση – 3Km/h) με 3 λεπτά διάλλειμα μεταξύ των δυο, ελεγχόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία) και καταγραφή της καρδιακής συχνότητας (monitor). Η αξιολόγηση της κόπωσης γινόταν με την 20-βάθμια κλίμακα Borg Rating of Perceived Exertion (**R.P.E**). Η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης έγινε σε καθιστή θέση στο επικρατές κάτω άκρο στην αρχή, μετά την βάρδιση σε ανηφόρα και μετά την βάρδιση σε κατηφόρα. Ο εξεταζόμενος, χωρίς οπτική ανατροφοδότηση, με αρχική θέση 90° κάμψη ζητούταν να απομνημονεύσει μια θέση – στόχο μεταξύ 30° και 70° που ο εξεταστής έφερνε το άκρο παθητικά για 5 δευτερόλεπτα με μια αναφερόμενη ταχύτητα περίπου $5^\circ/\text{sec}$. Στη συνέχεια, ζητούταν από τον εξεταζόμενο να αναπαράξει την θέση – στόχο ενεργητικά. Χρησιμοποιήθηκε κάμερα και τοποθετήθηκαν σημάδια σε οδηγία σημεία για την αξιολόγηση της αρθρικής γωνίας ενώ καταγράφηκαν 6 επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ιδιοδεκτικότητα μειώθηκε μετά τις δύο δοκιμασίες και ειδικότερα στην διαδικασία της κατάβασης καθώς όπως υποστηρίζουν οι ερευνητές η συσσώρευση γαλακτικού οξέως, η αύξηση της θερμοκρασίας και του PH οδήγησαν σε δυσλειτουργία των μηχανοϋποδοχέων.

Οι Romero – Franco & Jiménez-Reyes (2017) διεξήγαγαν τυχαιοποιημένη μελέτη και εξέτασαν την επίδραση της προθέρμανσης και ενός πλειομετρικού πρωτοκόλλου κόπωσης στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης σε αθλητές ταχύτητας. Συνολικά συμμετείχαν 32 άνδρες αθλητές σπριντ οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες των 16 ατόμων. Η ομάδα ελέγχου (Μ.Ο. ηλικίας 24.7 ± 3.4) και η ομάδα των πλειομετρικών ασκήσεων (Μ.Ο. ηλικίας 25 ± 3.6) αξιολογήθηκαν πριν την έναρξη του πρωτοκόλλου. Τοποθετήθηκαν αντανάκλαστικά σημάδια στο επικρατές άκρο και αξιολογήθηκε η αίσθηση της θέσης σε κλειστή αλυσίδα (θέση – στόχος 50°). Διατηρούσαν την θέση – στόχο για 5 δευτερόλεπτα ώστε να απομνημονεύσουν την θέση. Στη συνέχεια, επέστρεφαν στην αρχική θέση και όταν τους ζητούνταν, οι εξεταζόμενοι έπρεπε να αναπαράξουν

ενεργητικά τη θέση – στόχο. Το πρωτόκολλο των πλειομετρικών ασκήσεων αποτελούνταν από 15 λεπτά προθέρμανση (συμπεριλάμβανε 5 λεπτά τρέξιμο με ταχύτητα 8 km/h), 5 λεπτά βαλιστικών διατάσεων και δυναμικών ασκήσεων, 10 καθίσματα, και δυο σετ κατακόρυφων αλμάτων. Μετά την προθέρμανση, το πρωτόκολλο αποτελούταν από 10 σετ των 15 αλμάτων (10×15) με χρόνο ξεκούρασης 45 δευτερολέπτων μεταξύ των σετ. Θεωρήθηκε ότι είχε επέλθει κόπωση όταν το άλμα ήταν κάτω από το όριο που είχε υποδείξει η αξιολόγηση πριν την κόπωση. Οι ερευνητές δεν μπόρεσαν να καταλήξουν σε κάποιο ξεκάθαρο συμπέρασμα, διότι το απόλυτο γωνιακό σφάλμα του γόνατος δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την κόπωση. Πιθανή εξήγηση σε αυτό αποτελεί το γεγονός πως το δείγμα αποτελούνταν από ελίτ αθλητές εκρηκτικότητας και το πλειομετρικό πρωτόκολλο κόπωσης υψηλής έντασης (10×15) δεν ήταν αρκετό για να κουράσει τους συμμετέχοντες και να προκληθεί διαταραχή της ιδιοδεκτικής αντίληψης.

Οι Bersotti et al. (2022) εξέτασαν την επίδραση της οξείας κόπωσης στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος σε νεαρούς άνδρες. Σε αυτή τη διασταυρούμενη μελέτη έλαβαν μέρος 15 υγιείς άνδρες (Μ.Ο. ηλικίας 23.4 ± 3.8) που κατατάχθηκαν ως αθλητικά ενεργοί σύμφωνα με το Διεθνές Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας (I.P.A.Q.). Όλοι οι εθελοντές απείχαν από φυσική δραστηριότητα 72 ώρες πριν την αξιολόγηση, η οποία έγινε με ισοκινητικό δυναμόμετρο πριν και μετά από το πρωτόκολλο κόπωσης που περιλάμβανε (I) προθέρμανση με κάμψη και έκταση του γόνατος σε μικρές ταχύτητες και με λίγη αντίσταση, (II) καταγραφή της μέγιστης ροπής μέσα από πέντε συνεχόμενες συσπάσεις με ταχύτητα 60°/sec, (III) σύγκεντρες μέγιστες εθελούσιες συσπάσεις με ταχύτητα 60°/sec έως ότου η μέγιστη ροπή 5 συνεχόμενων επαναλήψεων να είναι λιγότερη του 50% της αρχικής μέγιστης. Η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης έγινε πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου της κόπωσης και χωρίς οπτική ανατροφοδότηση. Αρχικά, το άκρο τοποθετήθηκε στις 60° για 3 δευτερόλεπτα ώστε ο εξεταζόμενος να απομνημονεύσει την θέση στόχο. Στη συνέχεια, ο εξεταζόμενος κινούσε το άκρο σε όλο του το εύρος 3 φορές ενώ την 4^η φορά ζητούταν να αναπαράξει την θέση – στόχο. Όλη η διαδικασία επαναλαμβανόταν 3 φορές. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντική διαφορά για την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (J.P.S).

Η συστηματική ανασκόπηση και μετά-ανάλυση των Sayyadi et al. (2024) στόχευσε να εξετάσει την επίδραση της μυϊκής κόπωσης στην αίσθηση επανατοποθέτησης των κάτω άκρων. Αναζητήθηκαν μελέτες από ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως PubMed, Web of Science, Scopus, και Google Scholar. Συνολικά βρέθηκαν 43 μελέτες να είναι

κατάλληλες για να συμπεριληφθούν στη μετά-ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μυϊκή κόπωση οδήγησε σε στατιστικά σημαντική αύξηση του σφάλματος στο γόνατο όταν η αξιολόγηση γινόταν ενεργητικά ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σφάλματος όταν η αξιολόγηση γινόταν παθητικά.

Ακολουθεί πίνακας που περιέχει συνοπτικά όλες τις μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πίνακας 4.1 Ερευνητικές μελέτες για την επίδραση της Κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος.

Μελέτη	Hiemesta et al. (2001)	Givoni et al. (2007)	Ribeiro et al. (2008)	Ribeiro et al. (2011)	Niederseer et al. (2014)	Salgado et al. (2015)	Bottoni et al. (2015)	Romero-Franco & Jiménez-Reyes (2017)
Τύπος έρευνας	Ανασκόπηση	Διασταυρούμενη Μελέτη	Διασταυρούμενη Μελέτη	Διασταυρούμενη Μελέτη		Διασταυρούμενη Μελέτη	Διασταυρούμενη Μελέτη	Τυχαιοποιημένη Μελέτη
Δείγμα	-	18 άτομα 4 άνδρες – 14 γυναίκες - Μ.Ο. ηλικίας 20.2 ± 1.0	17 γυναίκες αθλήτριες βόλεϊ - Μ.Ο. ηλικίας 18.9 ± 4.2	40 υγιείς άνδρες - Μ.Ο. ηλικίας 22.1 ± 3.0	18 ελίτ αθλητές Χειροσφαίρισης - Μ.Ο. ηλικίας 22.3 ± 4.9	14 άνδρες ημιεπαγγελματίες αθλητές ποδοσφαίρου - Μ.Ο. ηλικίας 25.9 ± 4.6	24 μη επαγγελματίες γυναίκες, Σπουδαστριες Γυμναστικής Ακαδημία - Μ.Ο. ηλικίας 23 ± 2.5	32 άνδρες αθλητές σπριντ - Ομάδα ελέγχου (Μ.Ο. ηλικίας 24.7 ± 3.4) - Ομάδα Πλειομ.(Μ.Ο. ηλικίας 25 ± 3.6)
Εξοπλισμός	-	Ισοκινητικό δυναμόμετρο, Ποτενσιόμετρο, χρονόμετρο, μάσκα	Markers, Κάμερα, Λογισμικό ανάλυσης τρισδιάστατου χώρου	Ισοκινητικό δυναμόμετρο, Μάσκα, Ακουστικά	Ινκλινόμετρο, Monitor Καρδιακής Συχνότητας Χρονόμετρο	Markers, Κάμερα, Μάσκα,	Διάδρομος, Κάμερα, Markers, Μάσκα	Κάμερα, Markers, Μάσκα,
Αξιολόγηση JPS	-	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Παθητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή	Αναπαραγωγή θέσης Ενεργητική επίδειξη - Ενεργητική αναπαραγωγή
Κόπωση	-	792 σκαλοπάτια έκκεντρα ή σύγκεντρα (ανάβαση – κατάβαση σκάλας)	Προθέρμανση 25 λεπτών - Αγώνας βόλεϊ 5 σετ RPE	30 συνεχόμενες συσπάσεις σύγκεντρες/έκκεντρες των εκτεινόντων ή των καμπτήρων του γόνατος	Αγώνας χειροσφαίρισης 45 λεπτών και 27 δευτερολέπτων RPE	Προθέρμανση 25 λεπτών, Αγώνας Ποδοσφαίρου 90 λεπτών, RPE >15	Περπάτημα 30' ανηφόρα Περπάτημα 30' κατηφόρα, RPE	Προθέρμανση 15 λεπτών - 10 σετ των 15 αλμάτων
Αποτελέσματα	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης – δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στην κιναισθησία	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθηση της θέσης της άρθρωσης	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθηση της θέσης της άρθρωσης	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης	Η κόπωση δεν φάνηκε να επηρεάζει την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθησης της θέσης της άρθρωσης	Η κόπωση δεν φάνηκε να επηρεάζει την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης

Πίνακας 4.1 (Συνέχεια) Ερευνητικές μελέτες για την επίδραση της Κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος.

Μελέτη	Bersotti et al. (2022)	Sayyadi et al. (2024)
Τύπος έρευνας	Διασταυρούμενη Μελέτη	Συστηματική ανασκόπηση και μετά-ανάλυση
Δείγμα	15 υγιής άνδρες - Μ.Ο. ηλικίας 23.4 ± 3.8	-
Εξοπλισμός	Ισοκινητικό δυναμόμετρο, Αποκλεισμός οπτικής ανατροφοδότησης	-
Αξιολόγηση JPS	Μέτρηση της απόκλισης μετά από παθητική επίδειξη (60°) και ενεργητική αναπαραγωγή	-
Κόπωση	Συνεχόμενες σύγκεντρες συσπάσεις ώσου η ροπή να φτάσει $>50\%$ της μέγιστης ροπής IPAQ	-
Αποτελέσματα	Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και αίσθηση της θέσης της άρθρωσης	Στατιστικά σημαντική συσχέτιση κόπωσης και ιδιοδεκτικότητας καθώς και αύξηση της πιθανότητας τραυματισμού

5. Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εφαρμόσει δοκιμαστικά το πρωτόκολλό της. Συγκεκριμένα, να γίνει έλεγχος του πρωτοκόλλου της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος και να εφαρμοστεί το πρωτόκολλο αξιολόγησης της ιδιοδεκτικής αντίληψης της θέσης (**J.P.S**) του γόνατος.

Τα οφέλη της κατανόησης της ιδιοδεκτικότητας και της επίδρασης της κόπωσης σε αυτήν αφορούν όλους τους ανθρώπους, ανεξαρτήτως ηλικίας. Συγκεκριμένα, η ιδιοδεκτικότητα συμβάλει στην βελτίωση της ισορροπιστικής ικανότητας και του συντονισμού των κινήσεων, την μείωση των αθλητικών τραυματισμών και την ενισχυμένη αθλητική απόδοση, την ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας (Kim & Jang 2021) και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Μέσω της περαιτέρω διερεύνησης του μηχανισμού της κόπωσης και της ιδιοδεκτικότητας δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες για να αναπτυχθούν βέλτιστα προγράμματα αποκατάστασης, προγράμματα πρόληψης και κατευθυντήριες οδηγίες ώστε να μειωθούν οι τραυματισμοί, οι παράγοντες πρόκλησης πτώσεων, οι αθλητικές κακώσεις, οι νευρολογικές παθήσεις και συνολικά να υπάρξει ταχύτερη αποκατάσταση και βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Στο πλαίσιο αυτής της προκαταρκτικής κλινικής δοκιμής, η μέτρηση των απαραίτητων παραμέτρων και συγκέντρωσης των στοιχείων θα συμβάλει στην επίλυση ερωτημάτων που σχετίζονται με την λειτουργία των αρθρικών υποδοχέων και την επίδραση των φυσιολογικών και βιοχημικών αλλαγών της κόπωσης στους μυς.

Λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα αρθρογραφία και τους καθορισμένους στόχους, διαμορφώθηκαν οι παρακάτω **ερευνητικές υποθέσεις:**

- Μηδενική υπόθεση (**H0**): Η κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος δεν θα επηρεάσει την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος.
- Εναλλακτική υπόθεση (**H1**): Η κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος θα επηρεάσει την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος.

6. Μεθοδολογία της έρευνας

6.1 Συμμετέχοντες

Στην πιλοτική έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 6 άτομα (δείγμα ευκολίας), 5 γυναίκες και 1 άνδρας, ηλικίας από 21 έως 22 ετών (Μ.Ο.=21.17 και Τ.Α.±0.408) και Δείκτη Μάζας Σώματος (BMI=23.08) φυσιολογικό. Εθελοντές με παθολογία ή τραυματισμό στην άρθρωση του γόνατος δεν συμπεριλήφθηκαν στην μελέτη, καθώς πληρούσαν τα κριτήρια αποκλεισμού. Εξετάστηκε μόνο το δεξί κάτω άκρο που για όλους τους συμμετέχοντες ήταν το επικρατές.

Για την διασφάλιση της ορθής λήψης αποτελεσμάτων και τον αποκλεισμό τυχόν παραγόντων που θα επηρεάσουν τόσο το πρωτόκολλο της κόπωσης όσο και της αντίληψης της θέσης τέθηκαν κριτήρια εισαγωγής και κριτήρια αποκλεισμού. Αναλυτικότερα τα **κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού** ήταν:

Στα κριτήρια ένταξης:

- Άνδρες ή Γυναίκες που έχουν συμπληρώσει το 18 έτος της ηλικίας
- Υγιείς
- Χωρίς έντονη αθλητική δραστηριότητα

Στα κριτήρια αποκλεισμού:

- Άνδρες ή Γυναίκες με παθολογία ή κάκωση στο γόνατο
- Άνδρες ή Γυναίκες με παθολογία στους εκτείνοντες μυς του γόνατος
- Αθλητές

6.2 Άδεια Ηθικής και Δεοντολογίας

Το πρωτόκολλο της μέτρησης τέθηκε και έλαβε έγκριση από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Αριθμός Έγκρισης: 574/15-5-2023) (Παράρτημα Γ)

6.3 Εξοπλισμός – Εργαλεία Μετρήσεων

Για τον σκοπό της μελέτης το κύριο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex ένα αξιόπιστο μέσο αξιολόγησης της αρθρικής θέσης [συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης (ICC)=0.99] (Drouin et al., 2004, Nordez et al. 2008, Gear, et al. 2011). Για την καταγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των

εθελοντών χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας και αναστημόμετρο. Κατά τη τοποθέτηση των εθελοντών στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, γινόταν μέτρηση της γωνίας της άρθρωσης του γόνατος με γωνιόμετρο χειρός. Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν βαράκι αστραγάλου 4 κιλών, μάσκα ύπνου ατομικής χρήσης και χρονόμετρο.



(Εικόνα 6.1) Ατομική Μάσκα Ύπνου



(Εικόνα 6.2) Ελεύθερο Βάρος 4Kg



(Εικόνα 6.3) Γωνιόμετρο Χειρός

6.4 Διαδικασία Μετρήσεων

Η διαδικασία των μετρήσεων ταξινομήθηκε σε 3 στάδια. Στο πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκε η επίδειξη της επιθυμητής αρθρικής γωνιακής θέσης - στόχου και αναπαραγωγή αυτής χωρίς την κόπωση. Στη συνέχεια, ακολούθησε το πρωτόκολλο κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος, ενώ, σε τρίτη φάση επαναλήφθηκε η διαδικασία του πρώτου σταδίου έχοντας, αυτή τη φορά, πετύχει την κόπωση.

6.5 Πρωτόκολλο αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης

Πριν την έναρξη της διαδικασίας οι εθελοντές διάβαζαν το έντυπο πληροφόρησης και υπέγραφαν το έντυπο συναίνεσης. Στη συνέχεια καταγράφηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και η ηλικία. Λαμβάνοντας ως οδηγία σημεία τον μείζονα τροχαντήρα και το έξω σφυρό ευθυγραμμίστηκε ο άξονας περιστροφής του ισοκινητικού δυναμομέτρου με τον άξονα κάμψης – έκτασης του γόνατος και γινόταν γωνιομέτρηση με γωνιόμετρο χειρός.

Αρχικά, γινόταν επίδειξη της επιθυμητής αρθρικής θέσης – στόχου 45° - 3 φορές και γωνιακή ταχύτητα $10^{\circ}/\text{sec}$ μέσω παθητικής κίνησης με κατεύθυνση από πλήρη έκταση σε κάμψη. Οι εθελοντές δεν μπορούσαν να έχουν οπτική ανατροφοδότηση αφού φορούσαν ατομική μάσκα ύπνου. Στη συνέχεια, κλήθηκαν να αναπαράγουν την αρθρική θέση – στόχο που προηγουμένως έγινε ως επίδειξη, επίσης 3 φορές με την ίδια γωνιακή ταχύτητα που είχε γίνει προηγουμένως η επίδειξη δηλαδή $10^{\circ}/\text{sec}$, πατώντας το κουμπί ακινητοποίησης του βραχίονα στη θέση εκείνη που πιστεύει ότι του είχε γίνει προηγουμένως η επίδειξη. Η αναπαραγωγή της θέσης ήταν και εκείνη παθητική.

Μετά το τέλος το πρώτου σταδίου ακολουθούσε το 2^ο στάδιο, αφαιρούνταν η ατομική μάσκα ύπνου και άλλαζε το πρωτόκολλο στο λογισμικό του ισοκινητικού δυναμομέτρου και ξεκινούσε το πρωτόκολλο της κόπωσης.

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο, επαναλαμβανόταν η δοκιμασία παθητικής επίδειξης της αρθρικής θέσης στόχου και η αναπαραγωγή αυτής, όπως ακριβώς περιγράφηκε στο πρώτο στάδιο αφού όμως είχε επέλθει η κόπωση.

6.6 Πρωτόκολλο Κόπωσης

Η διαδικασία ξεκίνησε με μια άλλη πιλοτική μελέτη, όπου η διάρκεια διεξαγωγής της ήταν δύο εβδομάδες. Οι εθελοντές προσήλθαν για αξιολόγηση δυο φορές με διαφορά μίας εβδομάδας. Σε αυτήν έλαβαν συμμετοχή 35 εθελοντές (17 αγόρια/18 κορίτσια) και σκοπός της ήταν να αποδείξει την διατήρηση της κόπωσης μετά την επίτευξή της και ως

όπου περαστεί το πρωτόκολλο κόπωσης στο λογισμικό του ισοκινητικού δυναμομέτρου για τις κύριες μετρήσεις. Στο διάστημα αυτό ο εξεταζόμενος διατηρούσε το πόδι του ισομετρικά στις 45° με δεμένο ελεύθερο βάρος 4 Kg στην περιοχή του αστραγάλου. Μετά την αφαίρεση του βάρους επαναλήφθηκε το πρωτόκολλο της κόπωσης ώστε να εξακριβωθεί εάν οι εξεταζόμενοι διατηρούσαν την κόπωση η οποία θεωρήθηκε ότι επιτεύχθηκε όταν ο εξεταζόμενος εκτελούσε 5 συνεχόμενες συστολές με ροπή λιγότερη από το 50% της αρχικής μέγιστης.

Σκοπός του πρωτοκόλλου ήταν η κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος. Αρχικά το ισοκινητικό δυναμόμετρο ρυθμίστηκε με γωνιακή ταχύτητα έκτασης (speed away) 20°/sec ενώ η γωνιακή ταχύτητα κάμψης (speed toward) ρυθμίστηκε στο επιτρεπτό μέγιστο όριο των 500°/sec. Έτσι, στόχος ήταν η κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος χωρίς την κόπωση των οπίσθιων μηριαίων. Τέλος, ρυθμίζονταν τα όρια κίνησης (90° κάμψη και 0° έκταση) και μετρούταν το βάρος του ποδιού.

Πριν την έναρξη της δοκιμασίας κόπωσης ο εθελοντής ξεκινούσε προθέρμανση διάρκειας 3'- 4' λεπτών πραγματοποιώντας επαναλήψεις υπομέγιστης δύναμης. Όταν ο ίδιος ένιωθε έτοιμος ξεκινούσε η δοκιμασία. Σε αυτή ο εξεταζόμενος παροτρύνονταν λεκτικά να χρησιμοποιήσει το 100% της δύναμής του σε κάθε επανάληψη. Η δοκιμασία σταματούσε όταν πέντε διαδοχικές επαναλήψεις εμφανίζονταν στο 50% της αρχικής μέγιστης δύναμης ή λιγότερο. Κατά την διάρκεια αλλαγής του πρωτοκόλλου σε εκείνο της αρθρικής θέσης και για να διατηρηθεί η κόπωση ο εξεταζόμενος διατηρούσε το πόδι του ισομετρικά στις 45° με δεμένο ελεύθερο βάρος 4 Kg στην περιοχή του αστραγάλου. Η διαδικασία αλλαγής του πρωτοκόλλου για το 3° στάδιο είχε χρονική διάρκεια περίπου 2 λεπτά.



(Εικόνα 6.4) Εξεταζόμενος με δεμένο Ελεύθερο Βάρος 4Kg (45°)

6.7 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SPSS 26.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε $p < 0.05$. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή ορίστηκε η κόπωση (χαρακτηριστικό που χειριζόμαστε ή τροποποιούμε για να εξακριβώσουμε την επίδραση του – αίτιο). Ως εξαρτημένη μεταβλητή ορίστηκε ο μέσος όρος απόκλισης των μοιρών από τη θέση στόχο – 45° (χαρακτηριστικό ή κατάσταση που παρατηρείται ή μετράται και το οποίο αναμένεται να επηρεαστεί σαν αποτέλεσμα του χειρισμού της ανεξάρτητης μεταβλητής – αποτέλεσμα). Επειδή το δείγμα ήταν πολύ μικρό $n=6$, η σύγκριση των μέσων πραγματοποιήθηκε με το μη παραμετρικό τεστ, Wilcoxon.

7. Αποτελέσματα

7.1 Ανάλυση Δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων ακολούθησε τη μη παραμετρική μέθοδο. Η μελέτη διαπίστωσε πως δεν υπήρξε αξιόλογη διαφορά στους μέσους όρους πριν και μετά την πρόκληση κόπωσης ($p=0.753$). Αυτό σημαίνει ότι, με βάση τα δεδομένα του δείγματος, οι μέσες τιμές ιδιοδεκτικής αντίληψης θέσης πριν ($M=4.950$) και μετά ($M=5.883$) την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.753$). Ο παρακάτω πίνακας παραθέτει τους μέσους όρους, τις τυπικές αποκλίσεις και τις στατιστικές διαφορές για κάθε ομάδα πριν και μετά την πρόκληση κόπωσης.

(Πίνακας 7.1) Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

	N	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία	6	21	22	21.17	0.408
BMI	6	20.2	25.6	23.083	1.8509

(Πίνακας 7.2) Έλεγχος των μέσων πριν και μετά την επίδραση της κόπωσης και η στατιστική διαφορά.

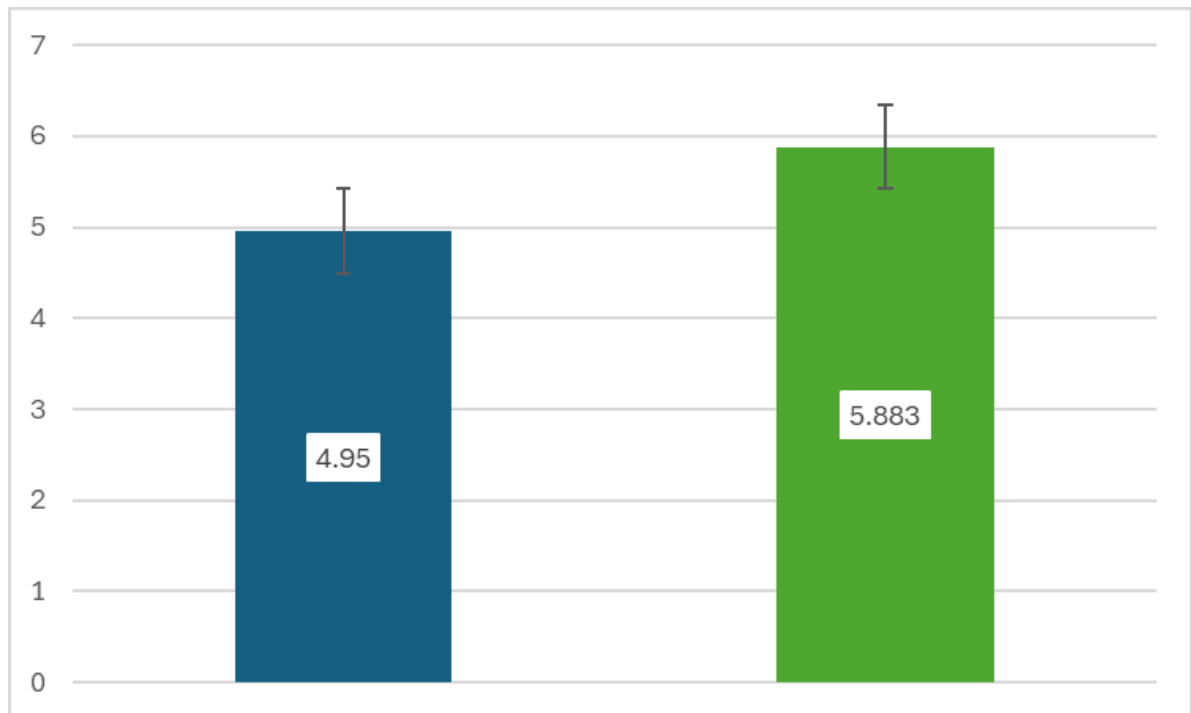
	Πριν από Κόπωση	Μετά από Κόπωση	Πριν/Μετά
Μέσος Όρος	4.95	5.883	
N	6	6	
Τυπική Απόκλιση	3.64	2.26	
Asymp.Sig. (2-tailed)			0.753

Επίσης, πραγματοποιήθηκε έλεγχος μεταξύ των προσπαθειών με το μη παραμετρικό Wilcoxon τεστ και φάνηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Στον πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα.

(Πίνακας 7.3) Έλεγχος μεταξύ των προσπαθειών πριν και μετά την επίδραση της κόπωσης.

	M1-Π1	M2-Π2	M3-Π3
Z	-0.271	-0.730	-0.530
Asymp.sig (2-tailed)	0.786	0.465	0.596

Πριν την κόπωση, η απόκλιση της θέσης του δείγματος από την θέση στόχο είχε Μ.Ο. 4.95° και τυπικό σφάλμα $\pm 3.64^\circ$. Αντίστοιχα, μετά την κόπωση η απόκλιση της θέσης του δείγματος είχε Μ.Ο. 5.883° και τυπικό σφάλμα $\pm 2.26^\circ$ (Εικόνα 7.1).



(Εικόνα 7.1) Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι απόκλισης πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτοκόλλου κόπωσης καθώς και η διακύμανσή τους.

7.2 Έλεγχος Υποθέσεων

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, δεν φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της απόκλισης, της αρθρικής θέσης του εξεταζόμενου με την θέση – στόχο των 45° , πριν και μετά την κόπωση. Η κόπωση δεν φάνηκε να επηρεάζει την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος. Επομένως, γίνεται αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης **H0**.

8. Συζήτηση

Η επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτικότητα δεν έχει μόνο κλινική σημασία αλλά εκφράζεται καθημερινά στην στη ζωή του ανθρώπου στην υγεία καθώς επηρεάζει την καθημερινή του λειτουργία, τις επιδόσεις του και την ποιότητα ζωής του συνολικά.

Η κατανόηση των μηχανισμών που επιφέρουν την κόπωση και ο τρόπος με τον οποίο αυτή επηρεάζει την ιδιοδεκτική αντίληψη έχει προσελκύσει διαχρονικά το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών. Οι φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές σε κυτταρικό επίπεδο που δημιουργούνται από την τοπική κόπωση και η παραγωγή μεταβολικών ουσιών (π.χ. γαλακτικό οξύ) ενεργοποιούν τους τοπικούς αλγοϋποδοχείς που με τη σειρά τους μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της ευαισθησίας της μυϊκής ατράκτου, βασικής πηγής εισροής ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων. Ειδικότερα, έχει δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στη σχέση μεταξύ μυϊκής κόπωσης και ιδιοδεκτικής αντίληψης της θέσης. Τα περισσότερα αποτελέσματα των ερευνών έχουν αποκαλύψει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Ωστόσο, η πλειοψηφία των μελετών αξιολογεί την ιδιοδεκτική αντίληψη με ενεργητική αναπαραγωγή της θέσης (Givoni et al. 2007, Ribeiro et al. 2008, Ribeiro et al. 2011, Salgado et al. 2015, Bottoni et al 2015, Bersotti et al 2022)

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και μια πρώτη, πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της μυϊκής κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης στην άρθρωση του γόνατος. Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά έξι εθελοντές (n=6), και συγκεκριμένα 5 γυναίκες και 1 άνδρας, ηλικίας από 21-22 ετών (M.O.= 21.17 και T.A. $\pm$ 0.408), οι οποίοι ήταν υγιείς ενήλικες, χωρίς έντονη αθλητική δραστηριότητα. Αξιολογήθηκε η ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος παθητικά πριν και μετά την επίδραση πρωτοκόλλου κόπωσης (Ισοκινητικό δυναμόμετρο, Biodex system 3, Biodex Medical systems). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δύο.

Η σύντομη και επαρκής προθέρμανση επιτρέπει στους συμμετέχοντες να δηλώσουν οι ίδιοι τότε είναι εξοικειωμένοι με τον εξοπλισμό. Επιπλέον, βελτιώνει τη λειτουργία των μυϊκών μηχανοϋποδοχέων, ενισχύει τις γλοιοελαστικές ιδιότητες του μυϊκού ιστού, αυξάνει την αιμάτωση, την οξυγόνωση, τον ρυθμό αγωγιμότητας του νευρικού ιστού και τη θερμοκρασία του σώματος, λόγω της αγγειοδιαστολής (Fradkin et al., 2010). Στην παρούσα μελέτη, προκλήθηκε περιφερική κόπωση αποκλειστικά στους εκτείνοντες μυς του γόνατος, εξαιρώντας άλλες γειτονικές μυϊκές ομάδες. Πριν από τη

διαδικασία της κόπωσης, οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε προθέρμανση και εξοικείωση με τον εξοπλισμό για 3-4 λεπτά, καθισμένοι στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, προτού προχωρήσουν στο πρωτόκολλο της κόπωσης. Συνήθως, χρησιμοποιούνται υπομέγιστες δυναμικές ασκήσεις στις στοχευμένες μυϊκές ομάδες. Ωστόσο, άλλες μελέτες πραγματοποίησαν μια περισσότερο λειτουργική προθέρμανση μεγαλύτερης διάρκειας 25 λεπτών. (Ribeiro et al., 2008, Salgado et al., 2015)

Η διατήρηση της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος εξετάστηκε σε άλλο δείγμα (n=35, 17 άνδρες - 18 γυναίκες), χωρίς παθολογία στην άρθρωση, για την εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας του πρωτοκόλλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κόπωση διατηρείται καθ' όλη την διάρκεια της αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης.

Τα αντιφατικά αποτελέσματα της παρούσας έρευνας σε σύγκριση με αυτά των διασταυρούμενων μελετών που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 4.3 (Πίνακας 4.1) πιθανό να οφείλονται στην διαφορετική διαδικασία αξιολόγησης της κόπωσης. Σε πολλές από τις αναφερόμενες μελέτες χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι αξιολόγησης της κόπωσης όπως η 20-βάθμια κλίμακα Rate of Perceived Exertion (**R.P.E**) η οποία αξιολογεί την κόπωση υποκειμενικά για κάθε εξεταζόμενο, γεγονός που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διαφοροποιημένα αποτελέσματα. (Ribeiro et al. 2008, Salgado et al. 2015, Bottoni et al. 2015). Άλλες μελέτες που αξιολόγησαν αθλητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το πρωτόκολλο κόπωσης δεν επέφερε αποτελέσματα εξαιτίας της συχνής αθλητικής δραστηριότητας των εξεταζόμενων. Με άλλα λόγια η ένταση της άσκησης ήταν αναποτελεσματική για το δείγμα της μελέτης.

Επιπλέον, θα μπορούσαν να αποδοθούν στο γεγονός ότι οι περισσότερες μελέτες επικεντρώθηκαν στην ενεργητική αναπαραγωγή της θέσης – στόχου μετά από παθητική επίδειξη (Givoni et al. 2007, Ribeiro et al. 2008, Ribeiro et al. 2011, Niederseer et al. 2014 Salgado et al. 2015, Bottoni et al 2015, Bersotti et al 2022) σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη που επίδειξη και αναπαραγωγή γίνονταν παθητικά ενώ υπήρχαν μελέτες που και τα δύο γίνονταν ενεργητικά (Romero-Franco & Jiménez-Reyes 2017). Όταν η αξιολόγηση της αντίληψης της αρθρικής θέσης πραγματοποιείται ενεργητικά, δεν είναι δυνατό να απομονωθεί η ικανότητα της αντίληψης από την ικανότητα αναπαραγωγής της. Με άλλα λόγια, τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών θα μπορούσαν να οφείλονται στην αδυναμία του εγκεφάλου και των εκτελεστικών οργάνων να αναπαράξουν ενεργητικά την

θέση και όχι της ικανότητας του εγκεφάλου να την αντιλαμβάνεται. Αυτό αποτελεί αφορμή να αναφερθούμε στον κύριο ιδιοδεκτικό υποδοχέα, την μυϊκή άτρακτο. Γνωρίζουμε πως βασική λειτουργία της μυϊκής ατράκτου είναι η αντίληψη του απόλυτου μήκους του μυός, η αλλαγή του μήκους και ο ρυθμός αλλαγής του μήκους. Αυτό σημαίνει πως όταν γίνει παθητική επιμήκυνση σε έναν μυ, δημιουργούνται σήματα με τα οποία ενεργοποιείται κυρίως η μυϊκή άτρακτος. (Vander et al., 8^η έκδοση, σελ. 462, Κλεισούρας, 11^η έκδοση, σελ. 656).

Ακόμη, διαφορές στην αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης που πραγματοποιήθηκαν με τεχνικές αμφιβόλου εγκυρότητας (γωνιόμετρο, ινλινόμετρο) (Niederseer et al. 2014) και αρκετές φορές με αυτοσχέδια μέσα αξιολόγησης (Salgado et al. 2015) συμβάλουν στην δημιουργία αντικρουόμενων αποτελεσμάτων. Μελέτες που χρησιμοποίησαν έγκυρα μέσα (Ισοκινητικό δυναμόμετρο) και θεώρησαν τον εξεταζόμενο κοπωμένο όταν η μέγιστη ροπή μειώθηκε κάτω από το 50% της αρχικής μέγιστης για πέντε συνεχόμενες συσπάσεις (Bersotti et al. 2022) συμφωνούν με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, που είχε παρόμοια αξιολόγηση της κόπωσης του εξεταζόμενου.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί αφορμή για συζήτηση και περαιτέρω διερεύνηση γύρω από την μυϊκή άτρακτο και τον μηχανισμό με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η αίσθηση της θέσης από αυτή. Το πρωτόκολλο αξιολόγησης της αντίληψης της θέσης ήταν αποτελεσματικό και δεν υπήρξαν σχόλια ή παρατηρήσεις για αλλαγές ή βελτιστοποιήσεις. Επιπλέον, το πρωτόκολλο της μυϊκής κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος ήταν και αυτό επιτυχές. Μια πρώτη ερμηνεία των αποτελεσμάτων θα μπορούσε να είναι πως η περιφερική, τοπική κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος δεν επηρεάζει την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης γιατί ίσως άλλοι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς εκτός της μυϊκής ατράκτου συμβάλουν περισσότερο στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως η κόπωση δεν επηρέασε την μυϊκή άτρακτο να πληροφορήσει τον εγκέφαλο με ιδιοδεκτικά ερεθίσματα, σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της υπάρχουσας αρθρογραφίας. Τα αποτελέσματα αυτά, αναδεικνύουν την ανάγκη για εφαρμογή έγκυρων και αξιόπιστων πρωτοκόλλων κόπωσης, αφού υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια στην σχετική αρθρογραφία και έτσι δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των μελετών λόγω διαφοράς στη μεθοδολογία (εξοπλισμός, πρωτόκολλο κόπωσης, αξιολόγηση).

8.1 Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Η συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη επικεντρώθηκε στην επίδραση της κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος. Η δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου για την αξιολόγηση της επίδρασης της κόπωσης στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης του γόνατος ήταν επιτυχής, ωστόσο το πρωτόκολλο θα πρέπει να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο δείγμα για να παραχθούν πιο ασφαλή και αξιόπιστα συμπεράσματα. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για περισσότερες μελέτες αντίστοιχες με την παρούσα που να χρησιμοποιούν αξιόπιστα εργαλεία αξιολόγησης ώστε να καθίσταται δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Το πρωτόκολλο κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος ήταν αποτελεσματικό παρ' όλα αυτά τα αποτελέσματα του δεν παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία λόγω του διαφορετικού ερευνητικού σκοπού. Μελλοντικές μελέτες που αξιολογούν τη διατήρηση της κόπωσης με αντικειμενικά κριτήρια θα ήταν χρήσιμες για την ακριβέστερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Τέλος, θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθούν και άλλες αρθρώσεις εκτός του γόνατος όπως η γληνοβραχιόνια, η ποδοκνημική και η άκρα χείρα που έχουν διαφορετικά κινητικά και κινηματικά χαρακτηριστικά.

9. Συμπέρασμα

Σύμφωνα με τα παρόντα αποτελέσματα της πιλοτικής μελέτης η περιφερική, τοπική κόπωση των εκτεινόντων μυών του γόνατος δεν φάνηκε να επηρέασε την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης. Ακόμη, το πρωτόκολλο κόπωσης που χρησιμοποιήθηκε φάνηκε να είναι πλήρως αποτελεσματικό όσο και το πρωτόκολλο αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης του γόνατος και δεν υπήρξαν σχόλια ή παρατηρήσεις για αλλαγές ή βελτιστοποιήσεις αυτών. Τα παραπάνω παροτρύνουν για περαιτέρω διερεύνηση και διεξαγωγή μελετών με έγκυρα και αξιόπιστα εργαλεία ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων καθώς και μελέτες που διερευνούν άλλες αρθρώσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Αναφορές

Ackerley, R., Aimonetti, J. M., & Ribot-Ciscar, E. (2017). Emotions alter muscle proprioceptive coding of movements in humans. *Scientific reports*, 7(1), 8465.

Ager, A. L., Borms, D., Deschepper, L., Dhooghe, R., Dijkhuis, J., Roy, J. S., Cools, A. (2020). Proprioception: How is it affected by shoulder pain? A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 33(4), pp. 507–516.

Albanese, G. A., Falzarano, V., Holmes, M. W. R., Morasso, P., & Zenzeri, J. (2022). A Dynamic Submaximal Fatigue Protocol Alters Wrist Biomechanical Properties and Proprioception. *Frontiers in human neuroscience*, 16, p. 887270.

Arvin, M., Hoozemans, M. J., Burger, B. J., Rispen, S. M., Verschueren, S. M., van Dieën, J. H., & Pijnappels, M. (2015). Effects of hip abductor muscle fatigue on gait control and hip position sense in healthy older adults. *Gait & posture*, 42(4), pp. 545–549.

Bersotti FM, Tb DM, Rafael Skau J, Mochizuki L, Uf E. (2022). Fatigue of knee extensor muscles does not alter knee joint position sense. *J Mechan Med Biol.*, 22(02), 2250012

Bigland-Ritchie, B. and Woods, J. J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve*, 7(9), pp. 691–699.

Bottoni, G., Heinrich, D., Kofler, P., Hasler, M., Nachbauer, W., (2015). The Effect of Uphill and Downhill Walking on Joint-Position Sense: A Study on Healthy Knees. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(4), pp. 349–352.

Bragonzoni, L., Rovini, E., Barone, G., Cavallo, F., Zaffagnini, S., Benedetti, M.G., (2019). How proprioception changes before and after total knee arthroplasty: A systematic review. *Gait & Posture*, 72, pp.1-11.

Cady, E. B., Jones, D., A., Lynn, J., Newham, D., J., (1989). Changes in force and intracellular metabolites during fatigue of human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 418, pp. 311–325.

Chiaromonte, R., Bonfiglio, M., Leonforte, P., Coltraro, G. L., Guerrera, C. S., & Vecchio, M. (2022). Proprioceptive and Dual-Task Training: The Key of Stroke Rehabilitation, A Systematic Review. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 7(3), p. 53.

de Oliveira Vilaca, Luis. (2016). Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Excitation-Contraction Phenomena in the Heart. [Online] Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση:https://www.researchgate.net/publication/301895506_Mathematical_Modeling_and_Numerical_Simulation_of_Excitation-Contraction_Phenomena_in_the_Heart [Πρόσβαση 10/7/2024]

Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, C., T., Shultz, S., J., Gansneder, B., M., Perrin, D., H., (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), pp. 22–29.

Eime, R.M., Harvey, J.T., Charity, M.J. (2016). Age profiles of sport participants. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 8, 6

Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 24(1), pp. 140–148.

Frattura, G.L., Zaffagnini, S., G Filardo, Romandini, I., Fusco, A., Candrian, C., (2019). Total knee arthroplasty in patients with knee osteoarthritis: Effects on proprioception. A systematic review and best evidence synthesis. *The Journal of Arthroplasty* 34(11), pp.2815-2822.

Gandevia, S. C. (2001). Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), pp. 1725–1789.

Gear, W.S., (2011). Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. *J Sports Sci Med*, 10(4), pp.725-30.

Ghai, S., Driller, M., Ghai, I., (2017). Effects of joint stabilizers on proprioception and stability: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 25, pp.65-75.

Givoni, N., J., Pham, T., Allen, T., J., Proske, U., (2007). The effect of quadriceps muscle fatigue on position matching at the knee. *The Journal of Physiology*, 584(1), pp. 111–119.

Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., Liuc, Y., (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of sport and health science*, 5(1), pp. 80–90.

Hiemstra, L. A., Lo, I. K. Y., & Fowler, P. J. (2001). Effect of Fatigue on Knee Proprioception: Implications for Dynamic Stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(10), pp. 598–605.

Hillier, S., Immink, M. and Thewlis, D. (2015). Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(10), pp. 933–949.

Jerosch, J., Prymka M., (1996). Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(3), pp.171-179.

Karagiannopoulos, C., Watson, J., Kahan, S., & Lawler, D. (2020). The effect of muscle fatigue on wrist joint position sense in healthy adults. *Journal of hand therapy: official journal of the American Society of Hand Therapists*, 33(3), pp. 329–338.

Kisner, C., Colby, L., A., Borstad, J., Καλλίστρατος, Η., (2019). Θεραπευτικές Ασκήσεις: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ. 7^η έκδοση. Αθήνα: Κωνσταντάρης Ιατρικές Εκδόσεις

Κλεισούρας, Β., (2011). Εργοφυσιολογία. 11^η έκδοση. Nicosia: Broken Hill Publishers Ltd

Lattanzio, P. J., Petrella, R. J., Sproule, J. R., & Fowler, P. J. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 7(1), pp. 22–27.

Lee, S.S., Kim H.J., Ye D., Lee, D.H., (2021). Comparison of proprioception between age-matched osteoarthritic and unaffected knees: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 141, pp.355-265.

Liu, Y., Song, Q., Zhou, Z., Chen, Y., Wang, J., Tian, X., & Sun, W. (2023). Effects of fatigue on balance and ankle proprioception during drop landing among individuals with and without chronic ankle instability. *Journal of biomechanics*, 146, 111431.

Marks, R., & Quinney, H. A. (1993). Effect of fatiguing maximal isokinetic quadriceps contractions on ability to estimate knee-position. *Perceptual and motor skills*, 77(3 Pt 2), pp. 1195–1202.

Neumann D. A., Τσέπης Η., (2016) Κινησιολογία του μυοσκελετικού συστήματος: Θεμέλια της αποκατάστασης. 3^η έκδοση. Αθήνα: Συμμετρία Εκδόσεις

Nichols-Larsen, D. S., Kegelmeier, D. A., Buford, J. A., Kloos, A. D., Heathcock, J. C., Basso, D. M., Μπακαλίδου, Δ., (2016) ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ: Νευροεπιστήμη και Νευροπλαστικότητα στην Εφαρμοσμένη Φυσικοθεραπεία. 1η έκδοση. Αθήνα: Κωνσταντάρας Ιατρικές Εκδόσεις

Niederseer, D., Mörtl, H., Liebensteiner, M.C., Egger, A., Thaler, C.W., Plöderl, M., Niebauer, J., Raschner, C., (2014). General Fatigue and Joint Position Sense in Male Elite Handball Player. *German Journal Sports Medicine* 65(60), pp. 149-153.

Niessen, M. H., Veeger, D. H., Koppe, P. A., Konijnenbelt, M. H., van Dieën, J., & Janssen, T. W. (2008). Proprioception of the shoulder after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(2), pp. 333–338.

Ogard, William. (2011). Proprioception in Sports Medicine and Athletic Conditioning. *Strength & Conditioning Journal*. 33, pp. 111-118.

Proske, U. and Gandevia, S. C. (2012). The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiological Reviews*, 92(4), pp. 1651–1697.

Ribeiro, F., Santos, F., Gonçalves, P., & Oliveira, J. (2008). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*, 8(6), pp. 397–402.

Ribeiro, F., Venâncio, J., Quintas, P., Oliveira, J., (2011). The effect of fatigue on knee position sense is not dependent upon the muscle group fatigued. *Muscle & Nerve*, 44(2), pp. 217–220.

Sadler, C. M., & Cressman, E. K. (2019). Central fatigue mechanisms are responsible for decreases in hand proprioceptive acuity following shoulder muscle fatigue. *Human movement science*, 66, pp. 220–230.

Salgado, E., Ribeiro, F., Oliveira, J. (2015). Joint-position sense is altered by football pre-participation warm-up exercise and match induced fatigue. *The Knee*, 22(3), pp. 243–248.

Sayyadi, P., Minoonejad, H., Seidi, F., Shikhhoseini, R., & Arghadeh, R. (2024). The effectiveness of fatigue on repositioning sense of lower extremities: systematic review and meta-analysis. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 16(1), p. 35.

Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Παράς, Γ., (2012) Κινητικός Έλεγχος: Από την έρευνα στην κλινική πράξη. 3^η έκδοση. Nicosia: Broken Hills Publisher Ltd

Taylor, J. L., Amann, M., Duchateau, J., Meeusen, R., & Rice, C. L. (2016). Neural Contributions to Muscle Fatigue: From the Brain to the Muscle and Back Again. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), pp. 2294–2306.

Tuthill, J.C., Azim, E., (2018). Proprioception. *Current Biology*, 28(5), pp.R194-203.

Vander, A., Sherman, J., Luciano, D., Τσακόπουλος, Μ., (2011). Φυσιολογία του Ανθρώπου: Μηχανισμοί της Λειτουργίας του Οργανισμού. 8^η έκδοση. Nicosia: Broken Hill Publishers Ltd

Vøllestad N. K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of neuroscience methods*, 74(2), pp.219–227.

Wan, J.-J., Qin, Z., Wang, P.-Y., Sun, Y., Liu, X., (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & molecular medicine*, 49(10), p. e384.

Wilmore, J.H., Costill, D.L., (2011). Φυσιολογία της Άσκησης και του Αθλητισμού. Β' Βελτιωμένη έκδοση. Nicosia: Broken Hill, σελ.151-152.

Xue, Y. Y., Shi, J. N., Zhang, K., Zhang, H. H., & Yan, S. H. (2022). The effects of total knee arthroplasty on knee proprioception of patients with knee osteoarthritis: a meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 17(1), σελ. 258.

World Health Organization. (2017). Rehabilitation 2030. World Health Organization

World Health Organization. (2020). Urgent Health challenges for next decade. World Health Organization

World Health Organization (2021). Cardiovascular Diseases (CVDs). World Health Organization

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α	Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή, σελ. 53-58
Παράρτημα Β	Έντυπο Συναίνεσης μετά από Πληροφόρηση, σελ. 59-60
Παράρτημα Γ	Έγκριση Εσωτερικής Επιτροπής Βιοηθικής & Δεοντολογίας, σελ.61
Παράρτημα Δ	Αίτηση Εξέτασης Πρότασης για Διεξαγωγή Έρευνας, σελ. 62-66

Παράρτημα Α

Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή

από

 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	 Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Τμήμα Φυσικοθεραπείας	ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ 3 ^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132 Τηλ.: 2231060176-177, email: g-physio@uth.gr
--	--	--

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή

/γενικές πληροφορίες/

Σκοπός και λόγος ύπαρξης του εντύπου *Ενημέρωση Υποψήφιου Εθελοντή*:

Ασθενείς ή υγιείς εθελοντές οι οποίοι πιθανόν θα συμμετάσχουν σε μία έρευνα, πρέπει να έχουν επαρκή πληροφόρηση η οποία θα τους επιτρέψει να αποφασίσουν αν θέλουν να συμμετάσχουν ή όχι. Αυτή την πληροφόρηση θα την λάβουν από το Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή που έχει συντάξει ο φοιτητής.

Ο σκοπός του παρόντος εντύπου είναι να δώσει τη σωστή κατεύθυνση και βοήθεια στους φοιτητές που θέλουν να συντάξουν το Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή. Απευθύνεται σε φοιτητές που η μελέτη/έρευνά τους περιλαμβάνει καθ' οιονδήποτε τρόπο εθελοντές ή στοιχεία-πληροφορίες από εθελοντές που θα μπορούσαν να θεωρηθούν προσωπικά.

Γενικά:

Είναι σημαντικό το Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή να μπορεί να παρέχει τις πληροφορίες με απλό τρόπο, αποφεύγοντας τη χρήση τεχνικών όρων ώστε ακόμα και ένας αδαής να μπορεί να κατανοήσει την μελέτη/έρευνα. Οι προτάσεις και οι παράγραφοι πρέπει να είναι σύντομες. Αν η έρευνα διεξάγεται σε κάποιο Νοσοκομείο ή Ερευνητικό Κέντρο είναι καλό να χρησιμοποιείται και το logo του Νοσοκομείου/Ερευνητικού Κέντρου. Το έντυπο ενημέρωσης πρέπει να περιέχει πληροφορίες στη σειρά που καθορίζει το παρόν έντυπο. Αν κάποια από τις παρακάτω πληροφορίες δεν ανταποκρίνεται στο είδος της μελέτης/έρευνας του φοιτητή, απλά δεν τις συμπεριλαμβάνει.

Γενικές Κατευθύνσεις για τη Δημιουργία του Εντύπου

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας:

"Δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης".

Παράγραφος πρόσκλησης του ατόμου στην έρευνα:

“Σας καλούμε να λάβετε μέρος στην έρευνα που διεξάγει το Ίδρυμά μας. Πριν αποφασίσετε αν θέλετε να λάβετε μέρος είναι σημαντικό να διαβάσετε τις παρακάτω πληροφορίες για να καταλάβετε γιατί πραγματοποιούμε την μελέτη/έρευνα και τι προσπαθούμε να βρούμε. Δεν είναι ανάγκη να μας απαντήσετε αμέσως, αν επιθυμείτε μπορείτε να συζητήσετε και με άλλους και κατόπιν απαντήστε μας αν θέλετε να συμμετάσχετε ή όχι. Αν οτιδήποτε δεν είναι ξεκάθαρο μπορείτε να ρωτήσετε για να σας δώσουμε περισσότερες πληροφορίες”.

Ποιος είναι ο σκοπός της μελέτης/έρευνας;

Ο σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί η επίδραση της κόπωσης των εκτεινόντων μυών στην ιδιοδεκτική αντίληψη της αρθρικής θέσης του γόνατος.

Γιατί επιλέχθηκε;

Στην έρευνα αυτή επιλέγονται εθελοντές με υγιές το δεξί τους γόνατο.

Είναι υποχρεωτικό να λάβω μέρος;

“Είναι δική σας απόφαση αν θα λάβετε μέρος ή όχι. Αν αποφασίσετε τελικά να λάβετε μέρος θα σας δοθεί ένα έντυπο που ονομάζεται *Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση* για να το υπογράψετε. Έχετε πάντα το δικαίωμα να αποσυρθείτε από την μελέτη/έρευνα ακόμα και μετά την υπογραφή σας χωρίς να υποχρεούστε να δώσετε καμία εξήγηση. Η απόφασή σας να μην συμμετέχετε δεν θα επηρεάσει την παροχή υπηρεσιών από το Νοσοκομείο/Ίδρυμά μας”.

Τι θα γίνει από τη στιγμή που θα αποφασίσω να λάβω μέρος στην μελέτη/έρευνα;

Η συμμετοχή σας σε αυτή την έρευνα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Οι μετρήσεις αφορούν την άρθρωση του γόνατος και το εργαλείο της μέτρησης είναι το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex). Στο πρώτο στάδιο θα πραγματοποιηθεί επίδειξη της αρθρικής θέσης – στόχου στις 45° κάμψης του γόνατος, παθητικά, η οποία θέση θα πρέπει να απομνημονευθεί από τον δοκιμαζόμενο. Έπειτα, θα σας ζητηθεί να αναπαράγεται την αρθρική αυτή θέση, μόνοι σας, πατώντας το κουμπί παύσης της κίνησης στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, στη θέση που πιστεύετε. Για να αποκλειστεί η οπτική ανατροφοδότηση ο συμμετέχοντας θα φορά μάσκα ύπνου. Σε κάθε προσπάθεια θα υπάρχει μια επίδειξη και μια αναπαραγωγή (3 δοκιμασίες επίδειξης – 3 δοκιμασίες αναπαραγωγής). Το δεύτερο στάδιο αφορά το πρωτόκολλο κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος με γωνιακή ταχύτητα 20°/sec, στο οποίο θα πρέπει να παράγετε το 100% της δύναμής σας, προκειμένου να πετύχουμε συντομότερα το επιθυμητό αποτέλεσμα. Πριν την δοκιμασία κόπωσης θα γίνεται προθέρμανση κατά την οποία θα εκτελείτε μερικές επαναλήψεις υπομέγιστης έντασης. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο είναι όμοιο με το πρώτο.
- Κάθε εθελοντής θα χρειαστεί να έρθει μία φορά και η διάρκεια των μετρήσεων θα είναι 20-30 λεπτά.

Τι περιορισμοί υπάρχουν;

Ο εθελοντής δεν θα πρέπει να έχει υποστεί κάποιον τραυματισμό, χειρουργείο, οποιαδήποτε παθολογία καθώς και να μην εμφανίζει συμπτώματα - όπως πόνο - στην άρθρωση του γόνατος.

Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις;

Όχι. Η παρούσα έρευνα δεν εξετάζει θεραπευτικές παρεμβάσεις οπότε δεν τίθεται θέμα εναλλακτικών λύσεων.

Υπάρχουν παρενέργειες;

Όχι. Δεν υπάρχουν παρενέργειες από τη συμμετοχή σας στην έρευνα ή κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Πιθανοί κίνδυνοι ή μειονεκτήματα:

Δεν υπάρχουν κίνδυνοι ή μειονεκτήματα. Όλες οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται έχοντας δίπλα σας τους ερευνητές.

Ποιο είναι το όφελος του εθελοντή-ασθενή;

Η συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα δεν θα έχει κάποιο όφελος για εσάς. Οι πληροφορίες που θα συλλέξουμε θα χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό φυσιοθεραπευτικών προγραμμάτων σε μελλοντικούς ασθενείς.

Νέες πληροφορίες έρχονται στο φως από την έρευνα:

Μερικές φορές κατά τη διάρκεια της μελέτης/έρευνας καινούργιες πληροφορίες έρχονται στο φως που μπορεί να αλλάξουν τα δεδομένα αυτής. Αν αυτό συμβεί, ο ερευνητής θα σας ενημερώσει και θα ξανασυζητήσει την συμμετοχή σας στην μελέτη/έρευνα σε περίπτωση που τα νέα δεδομένα σας αλλάξουν την γνώμη σχετικά με την συμμετοχή σας. Αν συνεχίσετε να συμμετέχετε ένα νέο Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή που περιλαμβάνει τα νέα δεδομένα θα σας δοθεί για να το υπογράψετε.

Τι γίνεται όταν τελειώσει η έρευνα;

Θα ενημερωθείτε εάν κατά τη διάρκεια της έρευνας βρεθεί κάποια παθολογία ανεξαρτήτως αν αυτή δεν αποτελεί αντικείμενο της μελέτης.

Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν είναι τα αναμενόμενα ή που κάτι θα πάει λάθος:

Σε περίπτωση που έχετε παράπονα σχετικά με την συμπεριφορά του προσωπικού ή με τα αποτελέσματα της μελέτης ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο μπορείτε να επικοινωνήσετε με την υπεύθυνη εισηγήτρια της έρευνας κα Κελλάρη Α. Ανθή, Υποψήφια Διδάκτωρ στο τηλέφωνο: 2231060234 ή 6988152585.

Θα γίνει γνωστή η συμμετοχή μου στην έρευνα ή θα παραμείνει απόρρητη;

Αν συναινέσετε και λάβετε μέρος στην έρευνα, τα προσωπικά σας δεδομένα θα είναι γνωστά μόνο στην ερευνητική ομάδα. Τα προσωπικά σας στοιχεία θα είναι αποθηκευμένα σε φάκελο στον προσωπικό υπολογιστή του υπεύθυνου της έρευνας. Με την συμμετοχή σας στη μελέτη, ένας αριθμός θα αντιστοιχεί στο όνομα μας προκειμένου να διατηρηθεί η ανωνυμία σας καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας (συλλογή και ανάλυση των αποτελεσμάτων).

Τι θα γίνει με τα αποτελέσματα της μελέτης/έρευνας;

Τα αποτελέσματα της έρευνας θα περιλαμβάνονται στη διπλωματική εργασία η οποία μετά τη συγγραφή της θα κατατεθεί στη βιβλιοθήκη του τμήματος φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στη Λαμία.

Περισσότερες πληροφορίες;

Αν έχετε οποιοσδήποτε ερωτήσεις ή ανησυχίες σε σχέση με την έρευνα, μη διστάσετε να επικοινωνήσετε με τους ερευνητές.

Για περισσότερες πληροφορίες θα πρέπει να απευθυνθείτε στους υπεύθυνους ερευνητές :

- Κουτής Αθανάσιος - Εμμανουήλ
Προπτυχιακός φοιτητής Φυσικοθεραπείας
Τηλ:
Email:
- Πανταζή Μαρία - Ελένη
Προπτυχιακή φοιτήτρια Φυσικοθεραπείας
Τηλ:
Email: Αφαίρεση προσωπικών δεδομένων (Υπηρεσία Βιβλιοθήκης & Πληροφόρησης Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Και στον εισηγητή της έρευνας:

- Κελλάρη Ανθή
Ακαδημαϊκός Υπότροφος / Υποψήφια Διδάκτωρ
Τηλ:
Email:

Σας ευχαριστούμε που λαμβάνετε μέρος στην έρευνα.

Ημερομηνία παράδοσης: ____/____/____

Πολιτική Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων - GDPR

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας αποδίδει μεγάλη σημασία στην σύννομη και ασφαλή επεξεργασία των προσωπικών σας δεδομένων, η οποία διενεργείται με σεβασμό προς τις βασικές αρχές προστασίας προσωπικών δεδομένων, σύμφωνα με τον Γενικό Κανονισμό για την Προστασία Προσωπικών Δεδομένων (ΕΕ) 2016/679 και τον Ν. 4624/2019, ήτοι της νομιμότητας, αντικειμενικότητας και διαφάνειας της επεξεργασίας, του περιορισμού του σκοπού της επεξεργασίας, της ελαχιστοποίησης των δεδομένων, της ακρίβειας αυτών, του περιορισμού της περιόδου αποθήκευσης, της ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας και, τέλος, της λογοδοσίας.

Υπεύθυνος επεξεργασίας:

Το Πανεπιστήμιο είναι Υπεύθυνος Επεξεργασίας των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που υπόκεινται σε επεξεργασία κατά τη συμμετοχή σας στην έρευνα και παραμένει στη διάθεσή σας για οποιαδήποτε διευκρίνιση. Η διεύθυνση του Πανεπιστημίου είναι Αργοναυτών & Φιλελλήνων, Βόλος, Τ.Κ. 382 21, τηλ. επικ: 30 2421074000, ενώ μπορείτε να επικοινωνείτε και με τον Υπεύθυνο Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του Πανεπιστημίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση: dpo@uth.gr

Τι είδους προσωπικά δεδομένα επεξεργαζόμαστε και για ποιους σκοπούς:

Προβαίνουμε στην συλλογή και επεξεργασία δεδομένων που είναι απολύτως απαραίτητα για τους σκοπούς της έρευνας.

Νομική βάση της επεξεργασίας:

Ως προς τα προσωπικά δεδομένα που επεξεργάζεται το Πανεπιστήμιο στα πλαίσια του σκοπού της έρευνας, η νομική βάση της επεξεργασίας τους είναι πως η επεξεργασία είναι απαραίτητη για την εκπλήρωση καθήκοντος που εκτελείται προς το δημόσιο συμφέρον ή την άσκηση δημόσιας εξουσίας που έχει ανατεθεί στο Πανεπιστήμιο. Ως προς τα δεδομένα ειδικών κατηγοριών η νομική βάση της επεξεργασίας των εν λόγω δεδομένων είναι πως η επεξεργασία τους είναι απαραίτητη για την εκπλήρωση του σκοπού της επιστημονικής έρευνας ή για στατιστικούς σκοπούς αλλά και του σκοπού της αρχειοθέτησης προς το δημόσιο συμφέρον που επιδιώκει το Πανεπιστήμιο.

Η Ασφάλεια των δεδομένων σας:

Δεσμευόμαστε ότι έχουμε λάβει κατάλληλα οργανωτικά και τεχνικά μέτρα για την ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων σας από κάθε μορφής τυχαία ή αθέμιτη επεξεργασία. Σημειώνεται ότι το ειδικά εξουσιοδοτημένο προσωπικό μας, το οποίο επεξεργάζεται τα προσωπικά σας δεδομένα, έχει λάβει την κατάλληλη εκπαίδευση, καθοδήγηση και ενημέρωση.

Ποιοι έχουν πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα:

Πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα έχει το απολύτως απαραίτητο ερευνητικό προσωπικό του Πανεπιστημίου, το οποίο έχει δεσμευτεί με τήρηση της εχεμύθειας,

της εμπιστευτικότητας και του απορρήτου. Πρόσβαση στα προσωπικά σας δεδομένα έχουν και τα συνεργαζόμενα με το Πανεπιστήμιο φυσικά ή νομικά πρόσωπα, τα οποία επεξεργάζονται τα δεδομένα σας ως Εκτελούντες την Επεξεργασία υπό τις ρητές εντολές του Πανεπιστημίου και υπό την εγγύηση λήψης όλων των κατάλληλων τεχνικών και οργανωτικών μέτρων για την προστασία των δεδομένων σας.

Η περίοδος αποθήκευσης των προσωπικών σας δεδομένων:

Τα προσωπικά σας δεδομένα διατηρούνται μόνο για το εύλογο χρονικό διάστημα που απαιτείται από τη φύση της επεξεργασίας των δεδομένων και μόνο για όσο απαιτείται προς επίτευξη του σκοπού αυτής, εκτός αν υφίσταται αντίθετη έννομη υποχρέωση προς περαιτέρω τήρησή τους.

Ως υποκείμενο των δεδομένων έχετε τα ακόλουθα δικαιώματα:

- Δικαίωμα πρόσβασης στα προσωπικά σας δεδομένα
- Δικαίωμα διόρθωσης ανακριβών δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα
- Δικαίωμα διαγραφής/ δικαίωμα στη λήθη
- Δικαίωμα φορητότητας των Δεδομένων σας
- Δικαίωμα περιορισμού της επεξεργασίας
- Δικαίωμα εναντίωσης στην επεξεργασία των δεδομένων σας

Πώς μπορείτε να ασκήσετε τα δικαιώματά σας:

Για να ελέγξετε ότι η έρευνά σας συμμορφώνεται με τις αρχές της Ηθικής, επισκεφθείτε τους ακόλουθους ιστότοπους αναφορικά στα παγκόσμια διεθνή πρότυπα:

Declaration of Helsinki of the World Medical Association (2013) and the Council for International Organizations of Medical Sciences' (CIOMS) International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects published in collaboration with the World Health Organization (2106). CIOMS and International Council for Laboratory Animal Science (2012) International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals.

Εάν επιθυμείτε να λάβετε περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την επεξεργασία των προσωπικών σας δεδομένων ή να ασκήσετε οποιοδήποτε εκ των ανωτέρω δικαιωμάτων, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον Υπεύθυνο Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων του Πανεπιστημίου στην ηλεκτρονική διεύθυνση: dpo@uth.gr Στην περίπτωση που: α) θεωρείτε πως δεν ικανοποιήθηκε επαρκώς και νομίμως κάποιο αίτημά σας ή β) θεωρείτε πως το δικαίωμα στην προστασία των προσωπικών σας δεδομένων προσβάλλεται από κάποια επεξεργασία που πραγματοποιούμε, έχετε δικαίωμα να υποβάλλετε καταγγελία στην Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα (ταχυδρομική δ/ση Κηφισίας 1-3, Τ.Κ. 115 23, Αθήνα, τηλ. 210 6475600, <https://www.dpa.gr/>, δ/ση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου contact@dpa.gr).

Παράρτημα Β



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Φυσικοθεραπείας
Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

Όνοματεπώνυμο εθελοντή (ασθενή ή παιδιού): _____

Ημερομηνία γέννησης: ____/____/20__

Όνοματεπώνυμο Πατέρα / Μητέρας¹: _____

Ιδιαιτερότητες εθελοντή – άλλες πληροφορίες: _____

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης.

Προϊστάμενος ερευνητής - εισηγητής: ΚΕΛΛΑΡΗ ΑΝΘΗ

Φοιτητές - ερευνητές: ΚΟΥΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ - ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΠΑΝΤΑΖΗ ΜΑΡΙΑ - ΕΛΕΝΗ

1. Επιβεβαιώνω ότι διάβασα και κατανόησα το "Έντυπο Ενημέρωσης Εθελοντή" στο οποίο αναφέρονται όλες οι λεπτομέρειες της μελέτης σήμερα την ____/____/202__ και ότι είχα την δυνατότητα να κάνω ερωτήσεις. ☐
2. Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και ότι είμαι ελεύθερος(-η) να αποσυρθώ από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή, ακόμη και μετά από την υπογραφή της παρούσας δήλωσης, χωρίς να δώσω εξηγήσεις για το λόγο της απόσυρσής μου και χωρίς αυτό να επηρεάζει το επίπεδο των υπηρεσιών από τον πάροχο υγείας. ☐
3. Δίνω την άδεια για πρόσβαση στον ιατρικό φάκελο. ☐
4. Συμφωνώ να συμμετάσχω εθελοντικά στην παρούσα ερευνητική εργασία. ☐

Παρακάτω παραθέτω, χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις, πρακτικές οι οποίες δεν θα επιθυμούσα να ακολουθηθούν σε περίπτωση ανάγκης: _____

Δηλώνω υπεύθυνα ότι ασκώ την επιμέλεια του ανήλικου τέκνου μου και έχω τη συναίνεση κάθε τυχόν συνασκούντος την επιμέλεια αυτή και επιθυμώ τον παραπάνω προγραμματισμό συνεδριών φυσικοθεραπείας του τέκνου μου ☐ (αναφέρεται στην περίπτωση που ο συμμετέχων είναι ανήλικος).

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή (του γονέα αν πρόκειται για ανήλικο)

Ημερομηνία: ____/____/202__

Η ερευνητική εργασία είναι εγκεκριμένη από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (αριθμ. πρωτ. XXX, XX/XX.X.202X²).

Το παρόν περιέχει εμπιστευτικές πληροφορίες και φυλάσσεται στο αρχείο των ερευνητών.

¹ Στην περίπτωση που ο συμμετέχων είναι ανήλικο παιδί ή δεσποζόμενο ζώο συντροφιάς, σημειώνεται το ονοματεπώνυμο του γονέα (κηδεμόνα), ή του ιδιοκτήτη του ζώου αντίστοιχα.

² Ο αριθμός πρωτοκόλλου σημειώνεται μετά την έγκριση από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας.



Δήλωση και υποχρεώσεις του υπεύθυνου ερευνητή - προπτυχιακού φοιτητή:

Έχω εξηγήσει τη διαδικασία της έρευνας στον συμμετέχοντα (ασθενή). Έχω πληροφορήσει τον συμμετέχοντα για τα πλεονεκτήματα από την έρευνα έχοντας καταστήσει σαφές αν είναι πλεονεκτήματα προς την ανθρωπότητα ή προς το ίδιο τον συμμετέχοντα. Έχω καταστήσει σαφές ποιοι μπορεί να είναι οι κίνδυνοι συμμετέχοντας σε αυτή την έρευνα. Έχω καταστήσει σαφές τι περιλαμβάνει η μελέτη, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα εναλλακτικών λύσεων που μπορεί να έχει ο συμμετέχων, και έχω απαντήσει σε απορίες του.

Σε περίπτωση που ο συμμετέχων θέλει περαιτέρω πληροφορίες πριν ή και μετά τη διεξαγωγή της έρευνας μπορεί να επικοινωνήσει με τον υπεύθυνο ερευνητή στο τηλέφωνο: _____

Εξήγησα στον συμμετέχοντα όσο καλύτερα μπορούσα τις λεπτομέρειες και τις συνέπειες του πειράματος με τρόπο απλό ώστε να μπορεί να κατανοήσει τα λεγόμενά μου.

Υπογραφή ερευνητή – φοιτητή:

Ημερομηνία: __/__/202__

Ονοματεπώνυμο - Ιδιότητα

Το παρόν δόθηκε στον συμμετέχοντα; ☐ Ναι ☐ Όχι

Παράρτημα Γ

Έγκριση Εσωτερικής Επιτροπής Βιοηθικής & Δεοντολογίας



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

3^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132

Τηλ.: 2231060176-177, email: g-physio@uth.gr

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Λαμία 15-5-23

Αριθμ. Πρωτ.: 574

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο:

Δοκιμαστική Εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης.

Επιστημονικώς υπεύθυνος – επιβλέπων: Κελλάρη Ανθή

Ιδιότητα: Συνεργάτης –Ακ. Υπότροφος

Τμήμα: Φυσικοθεραπείας

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κύρια ερευνήτρια - φοιτητής/τρια: Κουτής Αθανάσιος, Πανταζή Μαρία-Ελένη

Πρόγραμμα Σπουδών:

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα: Φυσικοθεραπείας

Η προτεινόμενη έρευνα αποτελεί: (βάλτε το γράμμα X δίπλα από το είδος της έρευνας)

Ερευνητικό πρόγραμμα ☐ Διπλωματική εργασία ☒ Μεταπτυχιακή έρευνα ☐
Διδακτορική Έρευνα ☐ Ανεξάρτητη έρευνα ☐

Τηλ. επικοινωνίας:

E-mail επικοινωνίας:

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την συνεδρίασή της, στις 11-5-2023 **εγκρίνει** τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της Εσωτερικής
Επιτροπής Δεοντολογίας
του Τμήματος Φυσικοθεραπείας

Ιωάννης Πουλής
Αναπλ. Καθηγητής

Παράρτημα Δ

Αίτηση Εξέτασης Πρότασης για την Διεξαγωγή Έρευνας



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

3^ο χλμ Π.Ε.Ο. Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132

Τηλ.: 2231060176-177, e-mail: g-physio@uth.gr

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Τόπος:

Αριθμ. Πρωτ.:

ΑΙΤΗΣΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ Α' – ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

1. Τίτλος της Ερευνητικής Μελέτης:

"Δοκιμαστική εφαρμογή του πρωτοκόλλου και πιλοτική διερεύνηση της επίδρασης της κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος στην ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης της άρθρωσης."

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι:

Ερευνητικό πρόγραμμα ☐ Μεταπτυχιακή διατριβή ☐ Διπλωματική εργασία ☒ Ανεξάρτητη έρευνα ☐

2. Ερευνητές

Όνοματεπώνυμο:	Κουτής Αθανάσιος - Εμμανουήλ
Τμήμα:	Φυσικοθεραπείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Διεύθυνση:	
Τηλέφωνο:	e-mail: ;

Όνοματεπώνυμο:	Παναζή Μαρία – Ελένη	Ιδιότητα:	Προπτυχιακή Φοιτήτρια
Φορέας Απασχόλησης/Τμήμα:	Φυσικοθεραπείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας		
Διεύθυνση:			
Τηλέφωνο:		e-mail:	

Υπεύθυνος Καθηγητής:

Όνοματεπώνυμο:	Κελλάρη Ανθή	Βαθμίδα:	Ακαδημαϊκή Υπότροφος – Υποψήφια Διδάκτωρ
Τμήμα:	Φυσικοθεραπείας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας		
Διεύθυνση:	3ο χλμ. Παλαιάς Εθνικής Οδού Λαμίας - Αθηνών, Λαμία Φθιώτιδας		
Τηλέφωνο:		e-mail: ;	

1 από 5

Αφαίρεση προσωπικών δεδομένων (Υπηρεσία Βιβλιοθήκης & Πληροφόρησης Πανεπιστημίου Θεσσαλίας)

Λοιποί Ερευνητές:

Συμμετέχουν άλλοι ερευνητές; Ναι ☐ Όχι ☒

Όνοματεπώνυμο:	Ιδιότητα:
Φορέας Απασχόλησης/Τμήμα:	
Διεύθυνση:	
Τηλέφωνο:	e-mail:

Προσθέστε επιπλέον πεδίο ανάλογα με τον αριθμό των λοιπών ερευνητών που συμμετέχουν

3. Τύπος διεξαγωγής της έρευνας:

Προσδιορίστε τον τόπο ή τους τόπους διεξαγωγής της έρευνας

Στο εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης με διευθυντή τον Δρ Σπανό Σάββα – Τμήμα Φυσικοθεραπείας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

4. Διάρκεια της έρευνας

Ημερομηνία έναρξης: Ημερομηνία λήξης:

ΕΝΟΤΗΤΑ Β' – ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5. Περίληψη της προτεινόμενης έρευνας (εισαγωγή – σκοπός – μέθοδος, περίπου 250 λέξεις)

Εισαγωγή: Η ιδιοδεκτικότητα είναι μέρος του κιναισθητικού συστήματος και περιλαμβάνει το σύνολο της προσαγωγής νευρικής δραστηριότητας που προέρχεται από περιφερικούς μηχανοϋποδοχείς (μυοτενόντιοι, αρθρικοί και δερματικοί υποδοχείς). Είναι εκείνη που επιτρέπει την αντίληψη του σώματος στο χώρο, την αντίληψη της αίσθησης της θέσης των αρθρώσεων ως προς το υπόλοιπο σώμα, την αίσθηση της ταχύτητας και κατεύθυνσης της άρθρωσης καθώς και την τάση που ασκείται στο θυλακοσυνδεσμικό και μυοτενόντιο σύνολο. Επιπλέον, η ιδιοδεκτικότητα αποτελεί σημαντική παράμετρο του κινητικού ελέγχου και της κινητικής μάθησης και μπορεί να διαταραχθεί κατά την άσκηση και ειδικότερα την κόπωση που επέρχεται από αυτή. Έτσι, η διατάραξη του κινητικού ελέγχου σε καταστάσεις κόπωσης μπορεί να οδηγήσει τραυματισμούς. Παρόλα αυτά η αρθρογραφία που εξετάζει την ιδιοδεκτικότητα της θέσης του γόνατος μετά από πρόκληση κόπωσης στους εκτεινόντες μυς είναι περιορισμένη.

Σκοπός: Ο σκοπός της μελέτης είναι να διερευνηθεί η επίδραση της κόπωσης των εκτεινόντων μυών στην ιδιοδεκτική αντίληψη της αρθρικής θέσης του γόνατος.

Μέθοδος: Το πρωτόκολλο αποτελείται από 3 στάδια. Στο 1^ο στάδιο θα γίνει παθητική επίδειξη της αρθρικής - θέσης στόχου στις 45° κάμψης του γόνατος και έπειτα θα ζητηθεί από τον υποψήφιο να σταματήσει στη θέση που πιστεύει ότι του είχε γίνει η επίδειξη νωρίτερα πατώντας το κουμπί παύσης. Στο δεύτερο στάδιο θα προκληθεί κόπωση των εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος με επαναλαμβανόμενες μέγιστες σύγκεντρες συστολές. Τέλος, στο 3^ο στάδιο θα επαναληφθεί η διαδικασία του 1^{ου} σταδίου. Το εργαλείο μέτρησης θα είναι το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex). Πριν την μέτρηση θα συλλέγονται τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε συμμετέχοντα. Σε όλες τις μετρήσεις τα μάτια των εξεταζομένων θα είναι κλειστά με τη χρήση μάσκας ματιών ατομικής χρήσης που θα δοθεί πριν την έναρξη της δοκιμασίας μαζί με τα έντυπα. Η εκτιμώμενη διάρκεια των μετρήσεων θα είναι 20 – 30 λεπτά.

6. Μεθοδολογία

Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων.

Η μελέτη θα περιλαμβάνει 3 στάδια και το εργαλείο της μέτρησης θα είναι το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex). Οι μετρήσεις θα αφορούν την άρθρωση του γόνατος. Στο 1^ο στάδιο των μετρήσεων θα πραγματοποιηθεί επίδειξη της αρθρικής θέσης – στόχου στις 45° κάμψης του γόνατος. Στη συνέχεια, θα ζητηθεί από τον συμμετέχοντα να αναπαράγει την αρθρική θέση πατώντας το κουμπί παύσης της κίνησης στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Η αναπαραγωγή της θέσης θα γίνει παθητικά. Στο δεύτερο στάδιο αφορά το πρωτόκολλο κόπωσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος με γωνιακή ταχύτητα 20°/sec. Ο συμμετέχοντας αφού εξοικειωθεί με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, προθερμανθεί και νιώσει έτοιμος θα πραγματοποιήσει επαναλαμβανόμενες μέγιστες σύγκεντρες συστολές των εκτεινόντων μυών του γόνατος (από τις οποίες θα οριστεί και η μέγιστη ροπή τους) έως ότου σημειωθούν 5 συνεχόμενες επαναλήψεις στο 50% της μέγιστης ροπής των εκτεινόντων και έτσι θα θεωρείται πως το πρωτόκολλο της κόπωσης έχει ολοκληρωθεί. Τέλος, στο 3^ο και τελευταίο στάδιο θα πραγματοποιηθεί η ίδια διαδικασία με το 1^ο στάδιο (επίδειξη και αναπαραγωγή της αρθρικής θέσης – στόχου). Ο συμμετέχοντας θα φορά μάσκα ύπνου για να αποκλειστεί η οπτική ανατροφοδότηση και οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν σε ήσυχο περιβάλλον δηλαδή αυτό του εργαστηρίου. Η συνολική χρονική διάρκεια των μετρήσεων υπολογίζεται περί των 20 – 30 λεπτών.

7. Υπάρχει περίπτωση οι εθελοντές να ανήκουν σε κάποια ομάδα από τις παρακάτω;

Παιδιά	Nai ☐	Όχι ☒
Άτομα με δυσκολίες μάθησης	Nai ☐	Όχι ☒
Άτομα με άνοια	Nai ☐	Όχι ☒
Αναίσθητοι	Nai ☐	Όχι ☒
Πολύ άρρωστοι	Nai ☐	Όχι ☒
Αλλοδαποί	Nai ☐	Όχι ☒
Άλλη ομάδα με ιδιαίτερες δυσκολίες	Nai ☐	Όχι ☒

8. Ποια ειδική μέριμνα έχει προβλεφθεί για τα συγκεκριμένα άτομα όσον αφορά στην διαδικασία συναίνεσης;

Οι υποψήφιοι εθελοντές αφού ενημερωθούν προφορικά για τον σκοπό της έρευνας καθώς και οτιδήποτε έχει να κάνει με την διαδικασία του πρωτοκόλλου και τα δικαιώματά τους θα παραλάβουν και σε έντυπη μορφή την ενημέρωση των εθελοντών καθώς επίσης θα δοθεί για υπογραφή και το έντυπο συναίνεσης.

9. Μήπως η έρευνα περιλαμβάνει χρήση νέου προϊόντος (συσκευή φυσικοθεραπείας ή φαρμακευτικό σκεύασμα) ή τη χρήση παλιού αλλά με νέο τρόπο μη δοκιμασμένο;

Nai ☐ Όχι ☒

10. Μήπως οι εθελοντές θα πρέπει να υποβληθούν σε ακτινογραφικό έλεγχο ή να έρθουν σε επαφή με ραδιενεργό υλικό;

Nai ☐ Όχι ☒

3 από 5

11. Υπάρχουν πιθανοί κίνδυνοι στην έρευνα;

Ναι ☐ Όχι ☒

Αν Ναι παρακαλώ δώστε λεπτομερή αναφορά αυτών των κινδύνων όπως και τα οποιαδήποτε μέτρα έχετε πάρει για την εξάλειψή τους.

12. Υπάρχει περίπτωση η έρευνα να κάνει τους εθελοντές να αισθανθούν άβολα ή να στενοχωρηθούν;

Ναι ☐ Όχι ☒

Αν Ναι παρακαλώ δώστε λεπτομερή αναφορά και δικαιολογήστε

13. Υπάρχουν συγκεκριμένα ηθικά προβλήματα που πιστεύετε ότι είναι σημαντικά ή δυσκολεύουν την έρευνα σας;

Ναι ☐ Όχι ☒

Αν Ναι παρακαλώ δώστε λεπτομερή αναφορά

14. Αν η έρευνα γίνει σε νοσοκομείο ή άλλο εμπλεκόμενο φορέα (δημόσιο ή ιδιωτικό), έχει προβλεφθεί η συναίνεση των υπευθύνων; (αφήστε κενό σε μη εφαρμογή)

Ναι ☒ Όχι ☐

Αν Όχι παρακαλώ να δικαιολογήσετε

15. Θα χρησιμοποιηθεί στην εργασία σας παρατήρηση, φωτογράφιση ή βιντεοσκόπηση των ασθενών;

Ναι ☐ Όχι ☒

Αν Ναι, έχει διασφαλιστεί η ανωνυμία των ασθενών και η εμπιστευτικότητα των αρχείων;

Ναι ☐ Όχι ☐

ΕΝΟΤΗΤΑ Γ' – ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

Προκειμένου για έρευνες με αντικείμενο τον άνθρωπο, επισυνάψτε τις φόρμες α) Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή και β) Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση, μαζί με το παρόν έντυπο.

4 από 5

ΕΝΟΤΗΤΑ Δ' – ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Δήλωση ευθύνης προστασίας προσωπικών δεδομένων

Ο/Η επιστημονικά υπεύθυνος/η με την υπογραφή του/της σε αυτό το έντυπο (Ενότητα Ε), επιβεβαιώνει ότι κατανοεί την ισχύουσα νομοθεσία και τα σχετικά άρθρα του Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας Ερευνών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την προστασία των προσωπικών δεδομένων στην έρευνα.

ΕΝΟΤΗΤΑ Ε - ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Ως επιστημονικά υπεύθυνος/η στην προτεινόμενη μελέτη, βεβαιώνω ότι όλες οι διαδικασίες που σχετίζονται με τη διεξαγωγή της θα είναι σύμφωνες με τους κανονισμούς του Τμήματος στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, τον Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας Ερευνών του Τμήματος στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, καθώς και την ισχύουσα εθνική και διεθνή νομοθεσία σχετικά με την έρευνα.

Υπογραφή Επιστημονικά Υπεύθυνου:

Ημερομηνία: