



**Σχολή Επιστημών Υγείας
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»**

«Master of Science in Advanced Physiotherapy»

**«Διερεύνηση της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή (intra – rater)
και μέτρησης/ επαναμέτρησης (test – retest) ενός
πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και
της αίσθησης της ταχύτητας της κίνησης της άρθρωσης
του γόνατος»**

Ιωάννης Μαλιούσης του Νικολάου

Μάιος 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Επιστημών Υγείας
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»

«Master of Science in Advanced Physiotherapy»

«Διερεύνηση της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή (intra – rater)
και μέτρησης/ επαναμέτρησης (test – retest) ενός
πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και της
αίσθησης της ταχύτητας της κίνησης της άρθρωσης του
γόνατος»

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Προηγμένη Φυσικοθεραπεία
από τον

Ιωάννη Μαλιούση του Νικολάου

Δήλωση Αυθεντικότητας, ζητήματα Copyright

«Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

Μάιος 2022

ΣΕΛΙΔΑ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Προηγμένη Φυσικοθεραπεία». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Επίκουρος Καθηγητής Δρ. Κανελλόπουλος Κ. Ασημάκης (Επιβλέπων)
- Δρ. Στριμπάκος Νικόλαος (Μέλος)
- Δρ. Φουσέκης Κωνσταντίνος (Μέλος)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η ιδιοδεκτικότητα αποτελεί μια σημαντική αίσθηση για το ανθρώπινο σώμα και περιγράφει την αντίληψη της αίσθησης της κίνησης του σώματος και των μελών στον χώρο. Η συνηθέστερη δοκιμασία της αξιολόγησης της ιδιοδεκτικής αντίληψης αφορά την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, ενώ η αίσθηση της αρθρικής ταχύτητας αποτελεί μια ελάχιστα μελετημένη συνιστώσα της ιδιοδεκτικής λειτουργίας.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή και ελέγχου/επανελέγχου, ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και της ταχύτητας στην άρθρωση του γόνατος.

Μεθοδολογία: Στην έρευνα συμμετείχαν 43 υγιή άτομα (19 άνδρες, 24 γυναίκες), ηλικίας 18-35, οι οποίοι πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης συμμετοχής. Αξιολογήθηκε η ιδιοδεκτική αντίληψη της άρθρωσης του γόνατος σε τρεις δοκιμασίες, με το ισοκίνητικό δυναμόμετρο (Biodex System 3 Pro), με παραμέτρους: ROM 90°- 45°, 45° γωνία στόχο και 5°/s ταχύτητα για την πρώτη, ROM 90°-0° και 10°/s ταχύτητα αναπαραγωγής για την δεύτερη και ROM 90°- 45°, με 45° γωνία στόχο και 10°/s ταχύτητα αναπαραγωγής για την τρίτη δοκιμασία.

Αποτελέσματα: Αναλύθηκαν τα αποτελέσματα 41 ατόμων από τα συνολικά 43. Η συνιστώσα της ταχύτητας σημείωσε μέτρια έως καλή αξιοπιστία (ICC = 0.62 - 0.81), ενώ η συνιστώσα της θέσης σημείωσε χαμηλή έως καλή αξιοπιστία (ICC = 0.04 - 0.75). Υπήρχε στατιστική σημαντικότητα για όλες τις δοκιμασίες ($p = 0.00-0.015$) εκτός από την δοκιμασία της δυναμικής θέσης στην διαδικασία της μέτρησης/ επαναμέτρησης ($p = 0.44$).

Συμπεράσματα: Οι δοκιμασίες για την αίσθηση της αρθρικής ταχύτητας του γόνατος εμφανίζουν υψηλότερους δείκτες αξιοπιστίας σε σχέση με την θέση. Αυτό υποδηλώνει την ικανότητα των συμμετεχόντων για αναπαραγωγή της ταχύτητας με μεγαλύτερη συνέπεια. Το παρόν πρωτόκολλο μπορεί να αποτελέσει χρήσιμος δείκτης, για την μελέτη παθολογιών που οφείλονται στις ιδιοδεκτικές παραμέτρους της αρθρικής θέσης και ταχύτητας του γόνατος.

Λέξεις κλειδιά: αξιοπιστία, γόνατο, ισοκίνηση, ταχύτητα, αίσθηση της αρθρικής θέσης

ABSTRACT

Introduction: Proprioception is an essential sense of the human body and describes the perception of body movement sense and limbs in space. The most common test for assessing proprioceptive perception is the sense of joint position, while the sense of joint velocity is the least studied submodality of proprioceptive function.

Aim: The purpose of this study was the investigation of intra-rater and test/ retest reliability of an assessment protocol regarding the sense of position and velocity of the knee joint.

Methods: The study consisted of 43 subjects (19 males, 24 females) aged 18-35, who met the inclusion criteria for participation. The proprioceptive perception of knee joint was evaluated in three tests, via the isokinetic dynamometer (Biodex System 3 Pro) with the following parameters: ROM 90°- 45°, 45° target angle and 5°/s velocity for the first test, ROM 90°-0° and 10°/s replication velocity for the second test and ROM 90°- 45°, 45° target angle with 10°/s replication velocity for the third test.

Results: The results of 41 out of a total 43 subjects were analyzed. Velocity component recorded moderate to good reliability (ICC = 0.62 - 0.81), while the position component recorded low to good reliability (ICC = 0.04 - 0.75). There was statistical significance ($p = 0.00 - 0.015$) concerning all trials, except for the DPS position test in the test-retest trial ($p = 0.44$).

Conclusions: Tests for knee joint velocity sense show higher reliability rates than position sense. This indicates the ability of the participants to reproduce velocity more consistently. This protocol can be a useful indicator, for the study of pathologies due to the proprioceptive components of knee joint position and velocity.

Key words: reliability, knee, isokinetics, velocity, joint position sense

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που συνέβαλαν με την υποστήριξή τους στην επιτυχή διεκπεραίωσή της.

Πρώτος που θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου είναι ο επιβλέπων καθηγητής μου Δρ. Κανελλόπουλος Ασημάκης, ο οποίος στάθηκε αρωγός σε αυτό το ταξίδι της εκπαίδευσης τόσο σε μεταπτυχιακό επίπεδο, όσο και στις προπτυχιακές μου σπουδές. Μου δίδαξε ήθος και αρχές και με την υποστήριξη, εμπιστοσύνη και καθοδήγησή του συνέβαλε καθοριστικά στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Η συνεργασία και ο αλληλοσεβασμός που υπήρχε μεταξύ μας, οδήγησαν στην επιτυχή συγγραφή αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω σε όλους τους καθηγητές του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, οι οποίοι μου παρείχαν όλα τα εφόδια και με τις γνώσεις, το ήθος και τον χαρακτήρα τους, με βοήθησαν να βελτιωθώ όχι μόνο σαν επαγγελματίας φυσικοθεραπευτής αλλά και σαν άνθρωπος.

Ιδιαίτερη μνεία θα ήθελα να κάνω στους συμφοιτητές μου σε αυτή την μελέτη, την κ. Κελλάρη Ανθή και τον κ. Τσουκαλά Κωνσταντίνο με τους οποίους είχαμε μια άριστη συνεργασία κατά την διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους εθελοντές του Τμήματος Φυσικοθεραπείας για την συμμετοχή τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν για την παρούσα μελέτη.

Τέλος, αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένειά μου, η οποία με την αμέριστη συμπαράστασή της, ψυχολογική, ηθική και υλική, μου έδωσαν και συνεχίζουν να μου προσφέρουν όλα τα εφόδια για την μελλοντική μου εξέλιξη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	ix
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	3
2. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ	3
2.1. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ	5
2.1.1. ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ	7
2.1.2. ΑΡΘΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ.....	8
2.2. ΜΥΪΚΗ ΘΙΞΟΤΡΟΠΙΑ.....	9
2.3. ΜΥΪΚΕΣ ΑΤΡΑΚΤΟΙ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	13
3. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ	13
3.1. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΗΛΙΚΙΑ.....	17
3.2. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗ	19
3.3. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΟΝΟ ΚΑΙ ΟΙΔΗΜΑ.....	20
3.4. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ	22
3.5. ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	23
3.5.1. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS).....	26
3.5.2. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (VELOCITY REPLICATION – VR) ...	29
3.5.3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)	32
.....	
3.5.4. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ	39
3.6. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	42
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	42
4.1. ΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	42
4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ	43

4.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	43
4.3.1. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ	45
4.3.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	48
4.3.3. ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΘΙΣΜΑΤΟΣ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ	49
4.3.4. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ	50
4.3.5. ΓΩΝΙΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟ ΙΝΚΛΙΝΟΜΕΤΡΟ	51
4.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	52
4.4.1. ΚΥΡΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ	52
4.4.2. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS)	53
4.4.3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΧΟΥ (VELOCITY REPLICATION - VR)	54
4.4.4. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)	56
4.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	57
4.6. ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	60
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	60
5.1. ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	60
5.2. JOINT POSITION SENSE (JPS)	62
5.3. VELOCITY REPLICATION (VR)	63
5.4. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS)	63
5.4.1. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS) - VELOCITY	64
5.4.2. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS) - POSITION	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	67
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	67
6.1. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS) ...	67
6.2. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (VELOCITY REPLICATION - VR)	70
6.3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)	72
6.4. ΠΙΘΑΝΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	75
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	75
7.1. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	76
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	83

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ.....	95
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	98
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ	99

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ΟΑ: Οστεοαρθρίτιδα

ROM: Range of Motion – Εύρος Κίνησης

ΠΔΚ: Ποδοκνημική Άρθρωση

JPS: Joint Position Sense – Αίσθηση της Θέσης της Άρθρωσης

VR: Velocity Replication – Αναπαραγωγή της Ταχύτητας

VD: Velocity Discrimination – Διάκριση της Ταχύτητας

DPS: Dynamic Position Sense – Δυναμική Αίσθηση της Θέσης

TTDPM: Threshold to Detection of Passive Motion – Ανίχνευση του Κατωφλιού της Παθητικής Κίνησης

JPR: Joint Position Reproduction – Αναπαραγωγή της Αρθρικής Θέσης

AMEDA: Active Movement Extent Discrimination Assessment – Διάκριση του Εύρους της Ενεργητικής Κίνησης

ICC: Intraclass Correlation Coefficient – Συντελεστής Ενδοταξικής Συσχέτισης

SEM: Standard Error of Measurement – Τυπικό Σφάλμα Μέτρησης

SDD: Smallest Detectable Difference – Ελάχιστη Ανιχνεύσιμη Διαφορά

CI: Confidence Intervals – Διαστήματα Εμπιστοσύνης

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Λεζάντα	Πηγή Προέλευσης	Σελίδα
Κεφάλαιο 2^ο			
2.1.	Μυοτατικό αντανακλαστικό	Reschechtko & Pruszynski, 2020	5
2.2.	Μυϊκή άτρακτος	Proske and Gandevia, 2012	11
Κεφάλαιο 3^ο			
3.1.	Διάφορες τεχνικές και εξοπλισμός αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας	Han et al., 2016	24
Κεφάλαιο 4^ο			
4.1.	Ισοκινητικό Δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro		45
4.2.	Αναστημόμετρο εργαστηρίου		48
4.3.	Ζυγαριά εργαστηρίου		49
4.4.	Κάθισμα Biodex System 3 Pro		49
4.5.	Δυναμόμετρο		50
4.6.	Βραχίονας γόνατος		50
4.7.	Γωνιόμετρο GIMA		51
4.8.	Ψηφιακό ινκλινόμετρο CMT		51

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Λεζάντα	Πηγή Προέλευσης	Σελίδα
Κεφάλαιο 2^ο			
2.1.	Ιδιοδεκτικοί μηχανοϋποδοχείς του ανθρώπινου σώματος	Röijezon et al., 2015	6
Κεφάλαιο 3^ο			
3.1.	Είδη και υποσυστήματα της ιδιοδεκτικότητας	Proske, 2005	16
3.2.	Πρωτόκολλα των μετρήσεων TTDPM, JPR και AMEDA; AUC = area under curve	Han et al., 2016	25-26
3.3.	Περιγραφική ανασκόπηση μελετών των παραμέτρων της ιδιοδεκτικότητας στην αρθρογραφία		35-38
Κεφάλαιο 5^ο			
5.1.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συνολικού δείγματος (ΔΜΣ = Δείκτης μάζας σώματος)		60
5.2.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ανδρών		61
5.3.	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά γυναικών		61
5.4.	Προτεινόμενοι δείκτες ICC	Perinetti et al, 2018	62
5.5.	Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ενδοεξεταστή (intra-rater) των δοκιμασιών Joint Position Sense (JPS), Velocity Replication (VR) και Dynamic Position Sense (DPS)		65

5.6.	Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μέτρησης/επαναμέτρησης (test-retest) των δοκιμασιών Joint Position Sense (JPS), Velocity Replication (VR) και Dynamic Position Sense (DPS)		66
------	---	--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι καθημερινές κινήσεις βασίζονται σε ερεθίσματα από το περιβάλλον, τα οποία δρουν στο σώμα και στα άκρα, προκειμένου να κινηθούν στον χώρο κάτω από διάφορες συνθήκες. Η γνώση της θέσης και της κίνησης του σώματος και των άκρων, παρέχεται από αισθητικά ερεθίσματα προερχόμενα από ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Η ιδιοδεκτικότητα θεωρείται πως είναι η υπεύθυνη αίσθηση για την λήψη των εξωτερικών ερεθισμάτων από το περιβάλλον στο σώμα προς το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ). Μπορεί να θεωρηθεί υποσύστημα του σωματοαισθητικού συστήματος (μαζί με τον πόνο, την αφή και την θερμότητα) (Hillier et al., 2015, Proske and Gandevia, 2012).

Ο ορισμός της ιδιοδεκτικότητας δεν είναι σαφής στην βιβλιογραφία και η χρήση διαφορετικών και πολλαπλών όρων αντικατοπτρίζει την αδυναμία κατανόησης της φύσης της αντίληψης του κόσμου γύρω μας. Η ιδιοδεκτικότητα σαν όρος περιγράφηκε πρώτα από τον Sherrington το 1906 ως «η αίσθηση της κίνησης των αρθρώσεων και του σώματος, καθώς και η θέση του σώματος και των τμημάτων του σώματος στον χώρο» (Proske, 2005, Ribeiro and Oliveira, 2007).

Κάποιοι ερευνητές ορίζουν την ιδιοδεκτικότητα αποκλειστικά ως αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (Joint Position Sense - JPS) και την κιναισθησία ως την συνειδητή γνώση της αρθρικής κίνησης. Άλλοι θεωρούν την κιναισθησία ως υποκατηγορία της ιδιοδεκτικότητας και ότι η ίδια η ιδιοδεκτικότητα σαν αίσθηση, περιλαμβάνει την αίσθηση της θέσης αλλά και της κίνησης της άρθρωσης. Τα τελευταία χρόνια είναι πλέον αποδεκτό πως η ιδιοδεκτικότητα διαθέτει συνειδητά και υποσυνείδητα χαρακτηριστικά. Τα ασυνείδητα χαρακτηριστικά περιγράφονται ως οι αντανακλαστικές αντιδράσεις του σώματος, ενώ η συνειδητή αίσθηση της θέσης καλείται «κιναισθησία» (Han et al., 2016, Prochazka, 2021).

Η αίσθηση της θέσης και της ταχύτητας αποτελούν συνιστώσες της ιδιοδεκτικότητας οι οποίες δεν έχουν μελετηθεί εκτενώς στην αρθρογραφία. Πολλοί διαχωρίζουν την λειτουργία τους θεωρώντας πως είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, ενώ άλλοι τις θεωρούν ταυτόσημες. Μελέτες κατά καιρούς έχουν επιχειρήσει να αξιολογήσουν τις δύο συνιστώσες με διάφορα πρωτόκολλα κυρίως με αυτοσχέδιους μηχανισμούς, γωνιομέτρηση και εικόνες καταγραφής.

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την αντικειμενική αξιολόγηση της δύναμης, της ροπής, της αντοχής και άλλων παραμέτρων. Ωστόσο, για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας δεν έχει χρησιμοποιηθεί όσο άλλες μέθοδοι αξιολόγησης. Οι μελέτες που υπάρχουν στην αρθρογραφία αφορούν κυρίως τις αρθρώσεις της ποδοκνημικής (ΠΔΚ), του γόνατος και του ώμου (Han et al., 2016, Smith et al., 2013, Drouin et al., 2003).

Οι συνηθέστεροι τρόποι αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας παραδοσιακά αφορούν την αίσθηση της θέσης και της κίνησης, οι οποίες αποτελούν στατικές διαδικασίες μέτρησης. Στην αρθρογραφία, οι δύο αυτές συνιστώσες της ιδιοδεκτικότητας έχουν μελετηθεί τόσο σε φυσιολογικές όσο και σε παθολογικές καταστάσεις. Αντίθετα, η μέτρηση της συνιστώσας της ταχύτητας αποτελεί δυναμική κατάσταση, έχει λάβει ελάχιστη προσοχή αρθρογραφικά και δεν έχει μεταφερθεί σε κλινικό περιβάλλον αποκατάστασης μέχρι σήμερα. Η περιορισμένη αρθρογραφία, αφορά παλαιότερες έρευνες με την χρήση παλαιότερου εξοπλισμού. Η αξιολόγηση της ταχύτητας υπό το πρίσμα της ιδιοδεκτικής λειτουργίας, επιχειρεί να ξεδιαλύνει άλλες πιο ειδικές πτυχές της ιδιοδεκτικής αίσθησης, να συμβάλλει σε δοκιμασίες αξιολόγησης και σε προγράμματα αποκατάστασης ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων. Η πολύπλοκη φύση της ιδιοδεκτικότητας ως μεμονωμένη αίσθηση, αλλά και σε συνδυασμό με την κινητική δραστηριότητα, τονίζουν την σημαντικότητα της παρούσας ερευνητικής διαδικασίας. Ως εκ τούτου, με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα κρίνεται σημαντική η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου διερεύνησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας για την άρθρωση του γόνατος (Han et al., 2016, Drouin et al., 2003).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από την παρούσα μελέτη μπορούν να αποτυπωθούν ως εξής: «Υπάρχει η δυνατότητα διερεύνησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας με την χρήση αξιόπιστου εξοπλισμού;» και «Μπορούν να χρησιμοποιηθούν αξιόπιστα πρωτόκολλα μέτρησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος, ώστε να μπορέσουν να μεταφερθούν σε ερευνητικό και κλινικό πλαίσιο;». Σε αυτή την μελέτη έγινε μια προσπάθεια χαρτογράφησης των δύο αυτών παραμέτρων, της θέσης και της ταχύτητας με το ισοκινητικό δυναμόμετρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ

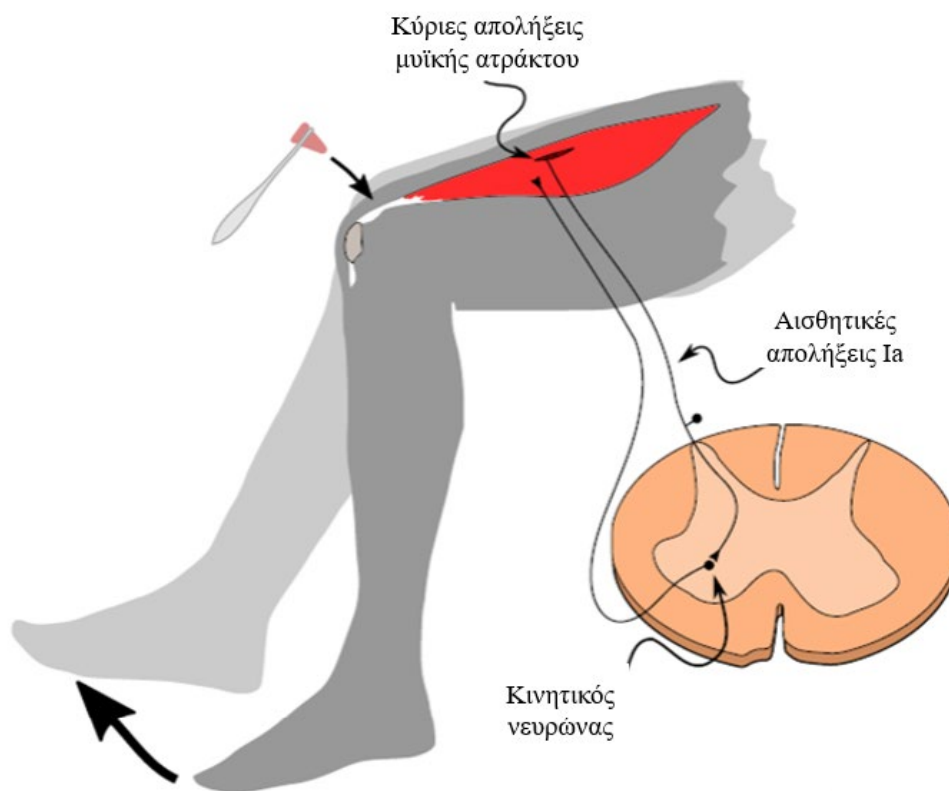
Οι αισθητικές πληροφορίες στο σώμα εισέρχονται μέσω πολλαπλών ειδικών διαδικασιών, κυρίως μέσω κεντρομόλων οδών, από περιφερικούς υποδοχείς προς το ΚΝΣ. Το αισθητικοκινητικό σύστημα περικλείει το νευροαισθητικό και νευρομυϊκό σύστημα ενσωματώνοντας τις αισθητικές πληροφορίες από τους μηχανοϋποδοχείς του οπτικού, αιθουσαίου και περιφερικού συστήματος για να διευκολύνει την αρθρική ομοιόσταση (Riemann and Lephart, 2002). Το πρώτο επίπεδο του κινητικού ελέγχου, το οποίο συμβάλλει αντανακλαστικά στην αισθητική πληροφόρηση είναι το σπονδυλικό. Μέσω της σπονδυλικής στήλης, η αισθητική πληροφορία μεταφέρεται σε υψηλότερα επίπεδα του νευρικού συστήματος και κατά συνέπεια η κινητική πληροφορία μεταφέρεται στους μύες. Ένα απλό και κατανοητό παράδειγμα αυτού του κύκλου πληροφόρησης είναι το μυοτατικό αντανακλαστικό (Εικόνα 2.1). Καθώς οι μυϊκές άτρακτοι ενεργοποιούνται μέσω της διατατικής κίνησης, οι Ia και II ίνες λαμβάνουν την αισθητική πληροφόρηση στις οπίσθιες ρίζες του νωτιαίου μυελού. Στην συνέχεια, μέσω συνάψεων ενεργοποιείται ο α-κινητικός νευρώνας στις μυϊκές ίνες και επιτυγχάνεται η μυϊκή σύσπαση. Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελεί την περισσότερο πρωτόγονη περιοχή του εγκεφάλου φυλογενετικά και περιέχει σημαντικά κυκλώματα, τα οποία ελέγχουν την στατική ισορροπία και πολλές αυτοματοποιημένες και στερεοτυπικές κινήσεις του σώματος. Εκτός από τον στατικό έλεγχο, το εγκεφαλικό στέλεχος διαθέτει κινητικούς νευρώνες οι οποίοι εμπλέκονται στην κίνηση και στην διατήρηση του μυϊκού τόνου. Τέλος, ο κινητικός φλοιός είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο και την εκτέλεση εκούσιων κινητικών λειτουργιών. Χωρίζεται σε τρεις ανατομικές περιοχές: τον πρωτοταγή κινητικό φλοιό, τον προκινητικό φλοιό και την συμπληρωματική κινητική περιοχή. Όλες αυτές οι ανατομικές περιοχές, εκτός από τις βασικές λειτουργίες των εκούσιων κινήσεων και τον σχεδιασμό αυτών, έχουν σημαντικό ρόλο και στον σχεδιασμό των κινήσεων (Rosker and Sarabon, 2010, Riemann and Lephart, 2002, Reschechtko and Pruszynski, 2020).

Οι αισθήσεις της όρασης και της ακοής ανέκαθεν συνέβαλαν στην ανατροφοδότηση των ερεθισμάτων μέσω κεντρομόλων οδών προς το ΚΝΣ. Οι δύο αυτές αισθήσεις επιτρέπουν την λήψη και επεξεργασία των αισθητικών πληροφοριών από το εξωτερικό περιβάλλον και

την μετουσίωσή τους σε κινητική απόκριση. Η ιδιοδεκτικότητα είναι μια υποκειμενική αίσθηση και έμμεσα δεν ανήκει στην συνειδητή αντίληψη των ανθρώπων, καθιστώντας μια υπολειτουργία της, σε σημαντικό αισθητικοκινητικό έλλειμμα (Tuthill and Azim, 2018).

Η οπτική πληροφόρηση είναι εξίσου σημαντική με την αιθουσαία λειτουργία, διότι παρέχει πληροφορίες για την θέση της κεφαλής και του σώματος σε σχέση με τον χώρο ή με άλλα αντικείμενα. Η όραση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ομαλότητα της κίνησης των μελών του σώματος και αυτό εξηγεί τις περιπτώσεις έκπτωτης οπτικής ιδιοδεκτικής πληροφόρησης, κατά την οποία παρατηρείται έλλειψη συντονισμού και αδεξιότητα. Πειραματικές μελέτες διαχωρίζουν την δράση της οπτικής πληροφόρησης και της ιδιοδεκτικότητας, σε σχέση με την κατεύθυνση των κινήσεων και την τελική θέση των μελών (Jayasinghe et al., 2021).

Ο διαχωρισμός μεταξύ συνειδητών και ασυνείδητων κινήσεων, καθώς και αν μια κίνηση είναι εκούσια ή ακούσια, είναι δύσκολο να γίνει. Οι υποδοχείς του αιθουσαίου συστήματος, αφορούν κυρίως την κίνηση και κλίση της κεφαλής και κατ' επέκταση τις αντιδράσεις του σώματος (π.χ. κινήσεις, ταλαντώσεις). Σύμφωνα με τον Sherrington, η αιθουσαία λειτουργία ήταν η κυριότερη πηγή της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης και η παρεγκεφαλίδα το σημαντικότερο μέσο μεταφοράς των ερεθισμάτων (Prochazka, 2021).



Εικόνα 2.1. Μυοτατικό αντανακλαστικό (τροποποιημένο από Reschechtko & Pruszynski, 2020)

2.1. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

Οι ιδιοδεκτικοί μηχανοϋποδοχείς βρίσκονται σε διάφορες δομές του σώματος και είναι υπεύθυνοι για την μετατροπή των μηχανικών ερεθισμάτων σε νευρικά σήματα. Οι μηχανοϋποδοχείς υπόκεινται στους μύες, στους τένοντες, στους συνδέσμους και στον αρθρικό θύλακα, με τον κάθε υποδοχέα να κατέχει κάποιον βαθμό εξειδίκευσης στην αισθητική πληροφορία στην οποία ανταποκρίνεται. Οι μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται στο δέρμα και στην περιτονία αποτελούν επικουρικές πηγές πληροφόρησης (Πίνακας 2.1) (Proske and Gandevia, 2012, Røijezon et al., 2015a, Riemann and Lephart, 2002).

Πίνακας 2.1. Ιδιοδεκτικοί μηχανοϋποδοχείς του ανθρώπινου σώματος (τροποποιημένο από Røijezon et al., 2015).

ΜΗΧΑΝΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ	ΤΥΠΟΣ	ΔΙΕΓΕΡΣΗ
Μύες και τένοντες	Μυϊκή Άτρακτος Τενόντιο όργανο Golgi	-Μήκος μυός -Ρυθμός μεταβολής του μήκους του μυός -Ενεργητική τάση του μυός
Άρθρωση	Απολήξεις: -Ruffini -Pacinian -Mazzoni -Τύπου Golgi	-Χαμηλά και υψηλά φορτία εφελκυσμού και συμπίεσης σε όλο το ROM
Περιτονία	Απολήξεις: -Ruffini -Pacinian	-Χαμηλά και υψηλά φορτία εφελκυσμού κατά τη διάρκεια κίνησης της άρθρωσης
Δέρμα	Θύλακες της τρίχας Απολήξεις: -Ruffini -Pacinian -Merkel -Meissner	-Παραμόρφωση του επιπολής ιστού/ διάταση και συμπίεση κατά τη διάρκεια της αρθρικής κίνησης

Τέσσερα είδη μηχανοϋποδοχέων μπορούν να βρεθούν στις δομές του ανθρώπινου σώματος. Οι υποδοχείς Ruffini περιγράφονται συχνότερα και θεωρείται ότι συμπεριφέρονται σαν στατικοί και δυναμικοί μηχανοϋποδοχείς, ενώ χαρακτηρίζονται από χαμηλό κατώφλι ερεθισμού και αργή προσαρμογή. Τα σωματία Pacini κατατάσσονται στους δυναμικούς υποδοχείς, χαρακτηρίζονται από χαμηλό κατώφλι ερεθισμού και γρήγορη προσαρμογή. Επίσης, στους ιστούς του σώματος παρατηρούνται νευρικές απολήξεις τύπου Golgi και ελεύθερες νευρικές απολήξεις. Οι υποδοχείς αυτοί παρέχουν πληροφορίες για την θέση της άρθρωσης κυρίως σε ακραίο εύρος τροχιάς, δρώντας σαν ανιχνευτές των ορίων της κίνησης. Τέλος, οι μυϊκές άτρακτοι βρίσκονται στους σκελετικούς μύες και είναι υπεύθυνες για την αναγνώριση του μήκους του μυός και του ρυθμού της μεταβολής του μήκους και της ταχύτητας (Proske and Gandevia, 2012, Riemann and Lephart, 2002).

Όταν δεν υπάρχει κάποια διαταραχή της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης, το άτομο μπορεί να αισθανθεί με ακρίβεια και χωρίς οπτική ανατροφοδότηση την θέση ενός άκρου ακόμα κι αν αυτό είναι ακίνητο για ώρα. Αυτή η ιδιότητα της αίσθησης της θέσης οφείλεται στους μηχανοϋποδοχείς αργής προσαρμογής, κυρίως τις δευτερεύουσες τελικές απολήξεις των μυϊκών ατράκτων, τα τενόντια όργανα Golgi και τα σωματία Ruffini. Όταν ένα άκρο κινείται παθητικά με μια ικανή ταχύτητα, το άτομο μπορεί να αισθανθεί υπό φυσιολογικά πλαίσια

κάποιες ιδιότητες της κίνησης, όπως την κατεύθυνση, το εύρος και την ταχύτητα της κίνησης. Αυτή η αίσθηση της κίνησης προέρχεται περισσότερο από μηχανοϋποδοχείς γρήγορης προσαρμογής, κυρίως από τις πρωτεύουσες τελικές απολήξεις των μυϊκών ατράκτων (Stillman, 2002).

2.1.1. ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ

Η κιναισθησία έχει μελετηθεί και έχει οριστεί ως η αίσθηση της κίνησης των άκρων σε σχέση με το σώμα. Υπάρχουν ενδείξεις πως ένα μέρος της κιναισθησίας πηγάζει από τις κινητικές εντολές που παράγουν την κίνηση. Η ιδιοδεκτικότητα σήμερα αναφέρεται συχνά στο πλαίσιο της αρθρικής σταθερότητας, η οποία αποτελεί έναν κύριο παράγοντα αποφυγής πιθανού τραυματισμού (Proske, 2006).

Στην κλινική πράξη υπάρχουν δοκιμασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται σε ασθενείς για την αξιολόγηση της κιναισθητικής αντίληψης. Για παράδειγμα, ο έλεγχος της κατεύθυνσης της κίνησης με κλειστά μάτια, κατά την παθητική κίνηση της άρθρωσης από τον εξεταστή. Ο ασθενής καλείται να υποδείξει την κατεύθυνση της κίνησης και αξιολογείται το ποσοστό του σφάλματος. Παρομοίως και η δοκιμασία Romberg, όπου ο ασθενής καλείται να διατηρήσει την ισορροπία του, ενώ στέκεται όρθιος με κλειστά μάτια και ενωμένα τα κάτω άκρα έχοντας μικρότερη βάση στήριξης. Συγκριτικά φαίνεται πως σε κοινές κλινικές καταστάσεις, περισσότερες ενδείξεις στην κιναισθησία έχει ο ρόλος των μυϊκών υποδοχέων, παρά οι αρθρικοί υποδοχείς (Proske, 2006).

Η έννοια της αρθρικής σταθερότητας επικεντρώνεται στην αισθητικοκινητική λειτουργία. Η κιναισθησία από την άλλη, θεωρείται συχνά ταυτόσημη με την ιδιοδεκτικότητα. Σύμφωνα με τους Lephart et al (2000) η κιναισθησία κατατάσσεται σε υποκατηγορία της ιδιοδεκτικότητας, η οποία συνδέεται με την αίσθηση της αρθρικής κίνησης και μπορεί να είναι ενεργητική ή παθητική. Άλλοι συγγραφείς διαχωρίζουν την έννοια της κιναισθησίας και την έννοια της ιδιοδεκτικότητας στα πλαίσια της κινητικής μάθησης και απόδοσης. Στην κινητική μάθηση εστιάζουν στον προσανατολισμό του σώματος, ενώ στην κινητική απόδοση εστιάζουν στην αίσθηση των άκρων σε σχέση με το σώμα (Riemann & Lephart, 2002; Rosker & Sarabon, 2010).

Κατά την κίνηση ή τις αλλαγές θέσης, οι ιστοί γύρω από την επικείμενη άρθρωση αλλάζουν μορφή. Αυτοί οι ιστοί είναι: το δέρμα, οι μύες, οι τένοντες, η περιτονία, οι αρθρικοί θύλακες

και οι σύνδεσμοι. Οι μυϊκές άτρακτοι θεωρείται ότι διακατέχουν τον μεγαλύτερο ρόλο στην κιναισθησία, με κάποιους δερματικούς υποδοχείς να συμπληρώνουν την αισθητική πληροφόρηση προς το ΚΝΣ. Μελέτες προτείνουν την συμβολή των τενόντιων οργάνων Golgi στην ιδιοδεκτικότητα, κυρίως στην αίσθηση θέσης και βάρους. Οι αρθρικοί υποδοχείς επιδρούν σε έναν μικρότερο βαθμό στην ιδιοδεκτικότητα, αφού λειτουργούν κατά βάση σε ακραίες θέσεις της άρθρωσης (Proske and Gandevia, 2012).

2.1.2. ΑΡΘΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

Κατά την κίνηση ο αρθρικός θύλακας διατείνεται ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης. Οι αρθρικοί υποδοχείς βρίσκονται σε διαφορετικά τμήματα του αρθρικού θύλακα και ενεργοποιούνται κυρίως σε ακραίες θέσεις της κίνησης της άρθρωσης. Κάποιες φορές οι υποδοχείς μπορεί να ενεργοποιούνται και στην μέση τροχιά της κίνησης, χωρίς όμως να είναι ξεκάθαρο αν αυτά τα προσαγωγά ερεθίσματα είναι αρθρικής ή μυϊκής αιτιολογίας. Για να γίνει πιο ξεκάθαρο, απαιτείται μεγαλύτερο ποσοστό φόρτισης της άρθρωσης για να εξεταστεί η απόκριση των υποδοχέων στην μέση τροχιά του εύρους κίνησης. Παρόλο που υπάρχουν στοιχεία για τον ρόλο των υποδοχέων σχετικά με την κίνηση, το ίδιο δεν ισχύει για την κατεύθυνση της κίνησης ή την θέση της άρθρωσης μέσα στο φυσιολογικό εύρος (Proske and Gandevia, 2012, Prochazka, 2021).

Οι δερματικοί υποδοχείς είναι αργής προσαρμογής και βρίσκονται γύρω από τις αρθρώσεις. Σχετίζονται με την αρθρική κίνηση και ενεργοποιούνται σε ακραίες κινήσεις της άρθρωσης, κατά τις οποίες παρατηρείται διάταση του δέρματος. Αποτελούνται από τους μηχανοϋποδοχείς τύπου I και τους δερματικούς υποδοχείς: τα σωματίδια Pacini, Ruffini και Meissner και τους δίσκους Merkel. Καθένας από αυτούς τους υποδοχείς ανταποκρίνεται διαφορετικά σε δερματική παραμόρφωση και κίνηση. Είναι ευαίσθητοι στην πίεση και την τάση του δέρματος και έχουν σημαντικό ρόλο στην κιναισθησία, όμως η δράση τους περιορίζεται στην αίσθηση της κίνησης, σε αντίθεση με τις μυϊκές ατράκτους οι οποίες συμβάλλουν στην αίσθηση και της θέσης. Έρευνες έχουν δείξει, πως διεγείροντας τους δερματικούς υποδοχείς μηχανικά ή ηλεκτρικά, μπορούν να δημιουργηθούν ψευδαισθήσεις μιας κίνησης. Επίσης, με την έγχυση αναισθητικού, μπορεί να μειωθεί η κιναισθητική οξύτητά τους (Proske and Gandevia, 2012, Prochazka, 2021).

Οι δίσκοι Merkel είναι τύπου I αργής προσαρμογής ενδοθυλακικοί μηχανοϋποδοχείς και είναι ευαίσθητοι σε ακραίες γωνίες της άρθρωσης. Τα σωμάτια Meissner είναι τύπου II γρήγορης προσαρμογής ενδοθυλακικοί μηχανοϋποδοχείς και βρίσκονται κάτω από την επιδερμίδα. Είναι υπεύθυνα για την διάκριση και αντίληψη της δόνησης χαμηλής συχνότητας και μπορούν να ανιχνεύσουν ξαφνικές εξωτερικές δυνάμεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανίχνευση δυνάμεων που ασκούνται στα δάχτυλα του χεριού. Συνεπώς έχουν έναν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο την σύλληψης στην άκρα χείρα. Τα σωμάτια Ruffini αποτελούν τύπου II αργής προσαρμογής μηχανοϋποδοχείς και βρίσκονται στον συνδετικό ιστό του δέρματος. Λόγω της αλληλεπίδρασής τους με το δέρμα, είναι ευαίσθητα στην διάταση του δέρματος επιδρώντας στην ιδιοδεκτική πληροφόρηση σε μεγάλης τάσεως κινήσεις του δέρματος. Τα σωμάτια Pacini είναι μεγάλοι ενδοθυλακικοί μηχανοϋποδοχείς γρήγορης προσαρμογής που βρίσκονται στο δέρμα και στους εν τω βάθει ιστούς. Θεωρείται ότι είναι εξειδικευμένοι στην ανίχνευση υψηλών συχνοτήτων ερεθισμάτων (Proske and Gandevia, 2012, Johnson, 2001, Edin, 2004).

2.2. ΜΥΪΚΗ ΘΙΞΟΤΡΟΠΙΑ

Η μυϊκή θιξοτροπία αποτελεί μια ιδιαίτερη ιδιότητα των μυών και δεν αναφέρεται συχνά στην αρθρογραφία. Με τον όρο της θιξοτροπίας περιγράφεται η κατάσταση στην οποία βρίσκεται τόσο ο ίδιος ο μυς στην ολότητά του, όσο και οι μυϊκές άτρακτοι του μυός. Οι σκελετικοί μύες διαθέτουν παθητικές μηχανικές ιδιότητες, οι οποίες εξαρτώνται από την σύσπαση ή διάταση του μυός σε ελάχιστο χρονικό διάστημα αμέσως πριν την κίνηση. Αυτή η ιδιότητα αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως «θιξοτροπία». Ένα παράδειγμα θιξοτροπικής συμπεριφοράς, αποτελεί μια ενεργητική κίνηση κάμψης των ώμων ενάντια στην βαρύτητα. Η υπόθεση πως η προσπάθεια της κίνησης παρέχει πληροφορίες της θέσης, βασίζεται στην πραγματικότητα σε ένα ποσοστό πιθανού λάθους και μπορεί να αποδοθεί στην ιδιότητα της μυϊκής θιξοτροπίας (Proske, 2019).

Η θιξοτροπία σχετίζεται με την ιδιότητα της γλοιότητας των υλικών. Τα υλικά ανάλογα με το μέγεθος του φορτίου που θα δεχθούν, μπορούν να παρουσιάσουν είτε ελαστική είτε πλαστική παραμόρφωση και η θιξοτροπία αποτελεί μια ιδιότητα αυτής της συμπεριφοράς των υλικών. Περιγράφει μια κατάσταση όπου το υλικό επιστρέφει σταδιακά στην αρχική του κατάσταση μετά από την εφαρμογή μιας δύναμης. Οι μύες παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά, λόγω του ότι οι μηχανικές τους ιδιότητες αλλάζουν με την κίνηση και

επανέρχονται χρονικά μόλις σταματήσει η κίνηση. Η μυϊκή θιξοτροπία επιδρά στην ιδιοδεκτικότητα, με το JPS να επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό είτε λόγω μιας προηγούμενης σύσπασης του μυός είτε μέσω της διατήρησης μιας θέσης σε επιμηκυμένη θέση ή θέση βράχυνσης (Lakie and Campbell, 2019).

Η συμπεριφορά των μυϊκών ινών βασισμένη στην θιξοτροπία, μπορεί να οδηγήσει συχνά σε σφάλματα όσον αφορά την κιναισθησία. Εξαρτάται από τον μηχανισμό μεταξύ της ακτίνης και της μυοσίνης στο εσωτερικό των σαρκομερίων, κατά την περίοδο της μυϊκής χαλάρωσης και περιορίζεται στις μυϊκές ατράκτους. Η μυϊκή θιξοτροπία είναι χρήσιμη όσον αφορά την έννοια της κιναισθησίας, διότι παρέχει πληροφορίες σχετικά με την παθητική κατάσταση των μυϊκών ατράκτων. Επιπλέον, συσχετίζεται με την μυϊκή συνσύσπαση, διότι αποτελεί μια στρατηγική αποφυγής χάλασης των μυϊκών ατράκτων, επομένως συμβάλλει στην διατήρηση της ευαισθησίας τους κατά την ενεργητική σύσπαση (Proske, 2006).

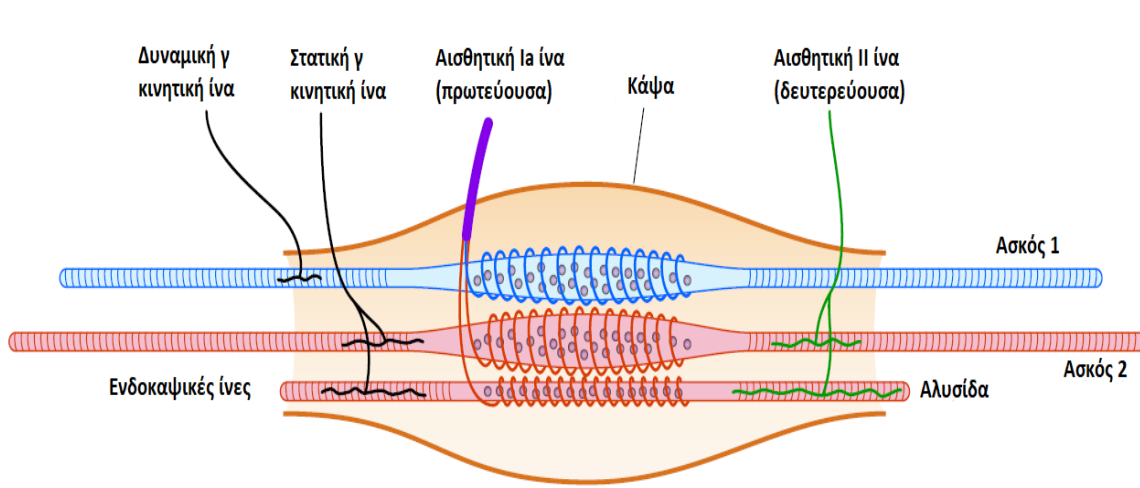
Η θιξοτροπική συμπεριφορά συναντάται στις εξωκαψικές ίνες και στις μυϊκές ατράκτους. Οι επιδράσεις της είναι περισσότερο εμφανείς σε μικρότερο και μέσο εύρος κίνησης (Range of Motion – ROM), ενώ εξασθενεί σε μεγαλύτερα εύρη κίνησης ως αποτέλεσμα της υψηλής παθητικής τάσης στην γέφυρα ακτίνης-μυοσίνης. Τα τενόντια όργανα έχουν υψηλό κατώφλι ερεθισμού στην παθητική διάταση και ως εκ τούτου ένας μυς πρέπει να διαταθεί σε μεγάλα εύρη για να διατηρηθεί η παραγόμενη δραστηριότητά του. Στα μεγαλύτερη εύρη κίνησης, η θιξοτροπία έχει μικρή ή καθόλου επίδραση (Proske and Gandevia, 2012).

2.3. ΜΥΪΚΕΣ ΑΤΡΑΚΤΟΙ

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην σωματοαισθητική πληροφόρηση διαδραματίζουν οι μυϊκές άτρακτοι. Παρά την σημαντική συνεισφορά των τενόντιων οργάνων Golgi, των αρθρικών και άλλων μηχανοϋποδοχέων στην ιδιοδεκτικότητα, οι μυϊκές άτρακτοι αποτελούν τον σημαντικότερο ιδιοδεκτικό μηχανοϋποδοχέα. Βρίσκονται σε κάθε σκελετικό μυ και είναι υπεύθυνες για την αναγνώριση του μήκους του μυός και του ρυθμού της μεταβολής του μήκους και της ταχύτητας. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι ενδοθυλακικοί αισθητικοί υποδοχείς και αποτελούνται από εξιδεικευμένες μυϊκές ίνες, οι οποίες καλούνται ενδοκαψικές ίνες και είναι πλούσια εννευρωμένες. Οι ενδοκαψικές ίνες είναι ευαίσθητες κυρίως στην μεταβολή του μήκους του μυός. Η διέγερση της μυϊκής ατράκτου συμβαίνει: 1) με διάταση ολόκληρου του μυός, όπου η επιμήκυνση αυτή καθαυτή προκαλεί αύξηση του μήκους των ενδοκαψικών

ινών με αποτέλεσμα την διάταση της ατράκτου και 2) με συστολή των ενδοκαψικών ινών, ενώ παράλληλα οι εξωκαψικές διατηρούν το φυσιολογικό τους μήκος (Proske and Gandevia, 2012, Rosker and Sarabon, 2010).

Η ενεργοποίηση των περιφερικών συσταλών στοιχείων των ενδοκαψικών μυϊκών ινών, διατείνει τις κεντρικές περιοχές που περιέχουν αισθητικές απολήξεις, δημιουργώντας έτσι μια αύξηση στο ρυθμό πυροδότησης των νευρικών απολήξεων και αυξημένη ευαισθησία της μυϊκής ατράκτου στην αλλαγή του μήκους. Επίσης, περιέχουν ελεύθερες νευρικές απολήξεις οι οποίες τυλίγονται γύρω από το κεντρικό τους τμήμα. Οι ενδοκαψικές ίνες περιλαμβάνουν τις ίνες με τον μεγάλο πυρηνικό ασκό 1 και ασκό 2 μαζί με τις μικρότερες ίνες της πυρηνικής αλυσίδας. Οι μεγάλες προσαγωγές αισθητικές απολήξεις (Ia) καταλήγουν σαν πρωτεύουσες σπειροειδείς απολήξεις γύρω από το κεντρικό/ πυρηνικό κομμάτι και των τριών ενδοκαψικών ινών. Μικρότερες προσαγωγές νευρικές απολήξεις (II) καταλήγουν σαν δευτερεύουσες απολήξεις στη μια πλευρά των ινών πυρηνικού ασκού 2 και στις ίνες πυρηνικής αλυσίδας. Οι δυναμικές γ κινητικές νευρικές ίνες νευρώνουν τις ίνες του πυρηνικού ασκού 1, ενώ οι στατικές γ κινητικές νευρικές ίνες νευρώνουν τις ίνες του πυρηνικού ασκού 2 και της πυρηνικής αλυσίδας (Εικόνα 2).



Εικόνα 2.2. Μυϊκή άτρακτος (τροποποιημένο από Proske and Gandevia, 2012)

Σημαντικό χαρακτηριστικό των μυϊκών ατράκτων είναι ότι δέχονται νευρικές ώσεις από το ΚΝΣ, άρα η ευαισθησία τους υπόκειται στον έλεγχο ανώτερων κέντρων με αποτέλεσμα να διεγείρεται το μυοτατικό αντανακλαστικό. Μέσω της κινητικής μάθησης και της ιδιοδεκτικής εξάσκησης είναι δυνατό να ρυθμιστεί η ευαισθησία της ατράκτου έως ένα βαθμό. Νευροφυσιολογικά η μυϊκή άτρακτος στέλνει ώσεις στον νωτιαίο μυελό, στην

παρεγκεφαλίδα και στον κινητικό φλοιό. Συνεπώς, η δράση της δεν περιορίζεται μόνο στην αίσθηση της θέσης και ταχύτητας των μελών, αλλά και στην ρύθμιση του μυϊκού τόνου, τον συντονισμό και τον έλεγχο της κίνησης (Proske, 2005, Proske and Gandevia, 2012).

Οι μυϊκές άτρακτοι λειτουργικά ανιχνεύουν την παθητική επιμήκυνση του μυός και καθορίζουν τόσο την ποσότητα όσο και την ταχύτητα σύσπασης ή χαλάρωσης. Η κατεύθυνση της κίνησης μπορεί να γίνει αντιληπτή σε σχέση με το ποιος μυς βραχύνεται και επιμηκώνεται, συγκρίνοντας την δραστηριότητα της μυϊκής ατράκτου μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Επιπλέον, ο ρόλος της μυϊκής θιξοτροπίας σχετίζεται με την ευαισθησία της μυϊκής ατράκτου, φαινόμενο κατά το οποίο παρατηρείται σχέση μεταξύ των μυϊκών ιδιοτήτων και του πρόσφατου ιστορικού σύσπασης/ χάλασης του μυός. Η μυϊκή θιξοτροπία αποτελεί ιδιότητα του μυός και κατ' επέκταση και της μυϊκής ατράκτου που επηρεάζει την ιδιοδεκτικότητα. Έχει την ιδιότητα να μεταβάλλει την ευαισθησία της μυϊκής ατράκτου και εξαρτάται από το αν ο μυς ήταν πρόσφατα σε σύσπαση ή όχι (Proske and Gandevia, 2012, Kröger and Watkins, 2021, Prochazka, 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδιοδεκτικότητα σαν ιδέα χρονολογείται από τον 17^ο αιώνα, όχι όμως με τον όρο που είναι γνωστή σήμερα. Προέρχεται από την λατινική λέξη «proprio» που σημαίνει «το δικό μου» και υποδηλώνει την αίσθηση της θέσης και της κίνησης των άκρων σε σχέση με το σώμα αλλά και μεταξύ τους. Για τουλάχιστον 400 χρόνια υπήρχε η αβεβαιότητα για το πως είμαστε ικανοί να αντιλαμβανόμαστε την θέση και την κίνηση των μελών μας χωρίς οπτική επαφή με αυτά (Proske, 2006).

Το 1821 ο Charles Bell ήταν ο πρώτος που αναφέρθηκε στην ιδιοδεκτικότητα χαρακτηρίζοντάς την σαν «έκτη αίσθηση». Πρότεινε πως στους μύες πραγματοποιούνται αισθητικές διεργασίες, οι οποίες συμβάλλουν τόσο στην συνειδητή αίσθηση («μυϊκή αίσθηση»), όσο και υποσυνείδητα με τις αντανακλαστικές αντιδράσεις. Ο Bastian το 1888 έδωσε τον όρο «κιναισθησία» για να περιγράψει τις αισθήσεις που δημιουργούν οι κινήσεις του σώματος και των άκρων. Ο πρώτος που εισήγαγε την αίσθηση αυτή σαν «ιδιοδεκτικότητα», ήταν ο Sherrington το 1906 ορίζοντάς την ως «η αίσθηση της κίνησης των αρθρώσεων και του σώματος, καθώς και η θέση του σώματος και τμημάτων του σώματος στον χώρο». Ο Sherrington έδωσε έμφαση στους υποδοχείς, διαχωρίζοντάς τους σε «εξωδοκετικούς» και «ενδοδοκετικούς». Στην κατηγορία των εξωδοκετικών συγκαταλέγονται οι δερματικοί και οπτικοί υποδοχείς, οι οποίοι λαμβάνουν εξωτερικά ερεθίσματα από το περιβάλλον. Οι ενδοδοκετικοί υποδοχείς αφορούν τους εσωτερικούς υποδοχείς, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τις κινήσεις του σώματος καθαυτές (Proske and Gandevia, 2012, Prochazka, 2021, Macefield, 2021).

Ο όρος της ιδιοδεκτικότητας αναφέρεται συχνά σαν συνειδητή αίσθηση, η οποία σχετίζεται με την αλληλεπίδραση ατόμου και περιβάλλοντος. Παράγεται σε μεγάλο βαθμό από τις δραστηριότητές μας παρά από τον περιβάλλον, με ιδιαίτερο ρόλο να έχουν οι αισθήσεις της όρασης, της ακοής και της αφής. Οι ιδιοδεκτικές αισθήσεις δεν αναφέρονται αποκλειστικά στις κινήσεις, αλλά συμβάλλουν και στην αντίληψη της εικόνας του σώματος. Σε πιθανές περιπτώσεις κάποιας ιδιοδεκτικής έλλειψης/ διαταραχής, το κύριο σύμπτωμα είναι η δυσκολία κατανόησης της εικόνας του ίδιου του εαυτού. Κάθε κίνηση πρέπει να μαθευτεί εκ νέου κάτω από συνεχή οπτική ανατροφοδότηση και η επαναφορά αποτελεί μια

μακροχρόνια διαδικασία. Επομένως, φαίνεται πως η ιδιοδεκτικότητα έχει σημαντικό ρόλο στην αυτοεπίγνωση (Proske, 2019).

Η ιδιοδεκτικότητα έχει περιγραφεί και ως η ικανότητα ενός ατόμου να μετουσιώνει τα αισθητικά ερεθίσματα των μηχανοϋποδοχέων σε κίνηση, καθορίζοντας την θέση και την κίνηση του σώματος και των άκρων στον χώρο. Αναφέρεται σαν αντίληψη της θέσης του σώματος και των κινήσεων σε τρισδιάστατο επίπεδο και ότι τα βέλτιστα αποτελέσματα της ποιότητας της κίνησης, καθορίζονται από δύο παράγοντες: την ποιότητα της κεντρομόλας ιδιοδεκτικής πληροφόρησης και την ιδιοδεκτική ικανότητα του ίδιου του ατόμου. Από την μια, οι μηχανοϋποδοχείς προσδίδουν την ιδιοδεκτική πληροφόρηση στο ΚΝΣ και από την άλλη, η ιδιοδεκτική ικανότητα του ατόμου είναι υπεύθυνη για την επεξεργασία και τελική απόκριση (Gandevia et al., 2002, Goble, 2010).

Η ιδιοδεκτικότητα θεωρείται κομμάτι του σωματοαισθητικού συστήματος (μαζί με την αίσθηση του πόνου, της αφής και της θερμότητας) και αφορά τις αισθητικές πληροφορίες που αντλούνται από αλλαγές στις εσωτερικές δομές του οργανισμού, σε αντίθεση με την εξωδεκτικότητα (exteroception) που αφορά τις προσαγωγές πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον. Ο ορισμός της ιδιοδεκτικότητας είναι ασαφής στην αρθρογραφία και η χρήση διάφορων όρων για να την περιγράψουν, υπογραμμίζει την μειωμένη κατανόηση της φύσης του πως αισθανόμαστε το ίδιο μας το σώμα. Εναλλακτικοί όροι που έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν την ιδιοδεκτικότητα περιλαμβάνουν «την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης», «την κιναισθησία ή την αίσθηση της κίνησης», «την θέση του σώματος στο χώρο», «την αίσθηση της προσπάθειας» ή «την αίσθηση της δύναμης». Συχνά θεωρείται πως αυτές οι αισθήσεις περιλαμβάνονται στον όρο ιδιοδεκτικότητα (Proske and Gandevia, 2012).

Η ιδιοδεκτικότητα έχει σημαντικό ρόλο στον κινητικό έλεγχο και σε συνδυασμό με άλλες αισθήσεις, προάγουν την ανατροφοδότηση και την προετοιμασία την κίνησης. Κλινικές περιπτώσεις αναφέρουν πως η μειωμένη ιδιοδεκτική πληροφόρηση μπορεί να οδηγήσει στην έκπτωση του κινητικού ελέγχου, όπου το άτομο θα πρέπει να βασιστεί περισσότερο στην οπτική πληροφόρηση για την ανατροφοδότηση από τα εξωτερικά ερεθίσματα (Hillier et al., 2015).

Η έκπτωση στην ιδιοδεκτική πληροφόρηση, μπορεί να οδηγήσει εκτός από διαταραχές στην κινητική μάθηση, σε αδυναμία βελτίωσης ή και διατήρησης της ποιότητας της κίνησης. Σαν αποτέλεσμα δεν είναι μόνο η έκπτωση στοχοκατευθυνόμενων εντολών, αλλά επηρεάζονται

η ισορροπία και η μετακίνηση από μια θέση σε μια άλλη. Συνεπώς, η ιδιοδεκτικότητα εμπεριέχει και την ικανότητα ενσωμάτωσης αισθητικών πληροφοριών από τους μηχανοϋποδοχείς, ώστε να καθορίζεται η θέση και η κίνηση των μελών του σώματος στο χώρο (Han et al., 2016).

Ο ρόλος της ιδιοδεκτικότητας στον αισθητικοκινητικό έλεγχο είναι πολύπλευρος. Η συμβολή της ιδιοδεκτικότητας είναι απαραίτητη, ούτως ώστε να προσαρμόζεται ευκολότερα ο αισθητικοκινητικός έλεγχος. Κατά τον σχεδιασμό κατάλληλων κινητικών εντολών, το ΚΝΣ χρειάζεται ένα προσεγμένο «κινητικό σχήμα» των εμβιομηχανικών χαρακτηριστικών και των χωρικών ιδιοτήτων των μελών του σώματος, οι οποίοι τροφοδοτούνται από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Η ιδιοδεκτικότητα είναι επίσης σημαντική μετά το πέρας μιας κίνησης, χρησιμεύοντας στην σύγκριση μεταξύ της πραγματικής και μιας προβλεπόμενης κίνησης. Οι προβλεπόμενες κινήσεις προέρχονται από απαγωγές οδούς και συμβάλλουν στην αποφυγή σφάλματος κατά την πραγματική κίνηση. Κατά την διάρκεια κινήσεων, η ιδιοδεκτικότητα εκπληρώνει τον ρόλο της στην ανατροφοδότηση του αισθητικοκινητικού ελέγχου (αντίδραση), την προετοιμασία της κίνησης (προπαρασκευαστικός έλεγχος) και την ρύθμιση του μυϊκού τόνου (ακρίβεια της κίνησης, αρθρική σταθερότητα, συντονισμός και ισορροπία) (Röijezon et al., 2015a).

Η ιδιοδεκτικότητα αναφέρεται στην αίσθηση του ίδιου του σώματος ως προς την κίνηση και την θέση, ενώ παράλληλα αποτελεί υποσύστημα του σωματοαισθητικού συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει τον πόνο, την αφή και την θερμοκρασία. Οι νευροφυσιολογικές συνιστώσες της ιδιοδεκτικότητας είναι: η αίσθηση της θέσης και της κίνησης (κιναισθησία), η αίσθηση της ισορροπίας, η αίσθηση της τάσης ή της δύναμης και η αίσθηση της προσπάθειας ή του βάρους (Πίνακας 3.1), (Ogard, 2011, Proske, 2005).

Πίνακας 3.1. Είδη και υποσυστήματα της ιδιοδεκτικότητας (Proske, 2005)

Είδη ιδιοδεκτικότητας	Υποσυστήματα και υποδοχείς
Κιναισθησία	<i>Παρέχεται κυρίως από την μυϊκή άτρακτο και δευτερευόντως από τους υποδοχείς των αρθρώσεων και δέρματος</i>
Αίσθηση της ισορροπίας	<i>Αιθουσαίο σύστημα</i>
Αίσθηση της τάσης ή δύναμης	<i>Τενόντια όργανα του Golgi</i>
Αίσθηση της προσπάθειας ή του βάρους	<i>Θεωρείται κεντρικό φαινόμενο στον κινητικό φλοιό</i>

Οι Tuthill και Azim (2018) περιέγραψαν τον ιδιαίτερο ρόλο της ιδιοδεκτικής ανατροφοδότησης στην παραγωγή σύνθετων κινητικών αλληλουχιών. Σύνθετες δραστηριότητες όπως το περπάτημα, το τρέξιμο και η κολύμβηση, ανέφεραν ότι καθοδηγούνται από συγκεκριμένα κινητικά πρότυπα, τις «Γενήτριες Κεντρικών Προτύπων – CPG (Central Pattern Generators)». Η θεωρία τους έγκειται στην ιδέα του κεντρικού κινητικού προτύπου, το οποίο μπορεί να ενεργοποιηθεί τόσο από αισθητικά ερεθίσματα όσο και από κεντρικές διεργασίες. Το αισθητικό ερέθισμα αν και δεν είναι σε θέση να παράγει κίνηση, έχει σημαντικό ρόλο στην τροποποίηση της δράσης. Οι CPG μπορούν να θεωρηθούν ως προβλεπτικές αντιδράσεις, οι οποίες επεξεργάζονται από αισθητικά ερεθίσματα μέσω της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης. Ειδικότερα, κάτω από προβλέψιμες συνθήκες, οι τροποποιήσεις στα πρότυπα μπορεί να μην είναι εμφανείς. Ωστόσο, στις περισσότερες καταστάσεις, ο κάθε οργανισμός θα πρέπει να προσαρμόσει τις κινήσεις του ώστε να εγκλιματιστεί στο περιβάλλον (Tuthill and Azim, 2018, Prochazka, 2021).

Οι συνέπειες της διαταραγμένης ιδιοδεκτικής αίσθησης μπορεί να επιφέρει από μυοσκελετικές έως και νευρικής φύσεως δυσπροσαρμογές. Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο, οι πιθανότερες αλλαγές που προκαλεί η μειωμένη ιδιοδεκτική αίσθηση, αφορούν την

ανατροφοδότηση και τον κινητικό έλεγχο και κατ' επέκταση αλλαγές στον ομαλή μυϊκή λειτουργία. Αυτό μπορεί να εξηγήσει κλινικά συμπτώματα όπως είναι οι διαταραχές της ισορροπίας και η αδεξιότητα σε διάφορες μυοσκελετικές παθήσεις (Treleaven, 2011). Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, η διαταραγμένη ιδιοδεκτική αίσθηση έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει διαταραχές κεντρικού τύπου στην κινητική απόκριση από το ΚΝΣ και επακόλουθα ελλείμματα στην μυϊκή λειτουργία. Συχνό παράδειγμα αποτελούν οι τραυματισμοί στον αθλητικό χώρο, οι οποίοι είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με την διαταραγμένη ιδιοδεκτική αίσθηση (Zazulak et al., 2007).

3.1. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΗΛΙΚΙΑ

Ο συντονισμός των κινήσεων και η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας είναι ιδιότητες οι οποίες παρουσιάζουν εκπτώσεις με την πάροδο του χρόνου, επηρεάζοντας αναπόφευκτα και την ιδιοδεκτικότητα. Κατά συνέπεια η ιδιοδεκτικότητα αποκλίνει με το πέρασμα των χρόνων και αυτό είναι περισσότερο εμφανές σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα (ΟΑ) περισσότερο του γόνατος, αλλά και άλλων αρθρώσεων. Η φτωχή ιδιοδεκτική πληροφόρηση σε αυτούς τους ασθενείς μπορεί να οδηγήσει σε εκτενέστερα λειτουργικά ελλείμματα. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι ενήλικες βασίζονται περισσότερο στο σωματοαισθητικό σύστημα για την διατήρηση της ισορροπίας, ενώ τα μικρότερα σε ηλικία άτομα βασίζονται περισσότερο στην οπτική πληροφόρηση. Ως εκ τούτου, μια πιθανή έκπτωση στο σωματοαισθητικό σύστημα, θα οδηγήσει σε στασικά και όχι μόνο ελλείμματα. Αναφέρονται επίσης μεταβολές στην εμβιομηχανική των αρθρώσεων, όπως για παράδειγμα η σταδιακή εκφύλιση των αρθρώσεων, κατά την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων (π.χ. βάρδια, τρέξιμο) (Ribeiro and Oliveira, 2007, Ferlinc et al., 2019).

Η ηλικία σχετίζεται με πολυάριθμες αλλαγές στο νευρομυϊκό σύστημα, οι οποίες συνοδεύονται από γενικότερη έκπτωση στην κινητική απόδοση, μειωμένη μυϊκή δύναμη και μειωμένη ακρίβεια του ελέγχου της δύναμης. Από κλινικής άποψης, το σημαντικότερο στοιχείο είναι η άμεση συσχέτιση του μειωμένου στασικού ελέγχου με το αυξημένο ρίσκο μιας πιθανής πτώσης. Οποιοσδήποτε αλλαγές στους μηχανοϋποδοχείς σε συνδυασμό με την διαφορετική ολοκλήρωση του σήματος στο παρασπονδυλικό επίπεδο, έχει αποδειχθεί πως μπορεί να επηρεάσει την ιδιοδεκτική αντίληψη και τον έλεγχο του σώματος σε μεγαλύτερης ηλικίας άτομα (Henry and Baudry, 2019).

Ένας παράγοντας που μπορεί να επιδράσει την ιδιοδεκτικότητα σε μεγαλύτερες ηλικίες είναι η αυξημένη συνσύσπαση των μυών των κάτω άκρων. Σε αντίθεση με νεότερα άτομα, τα άτομα μεγαλύτερων ηλικιών διατηρούν την στάση του σώματος με μεγαλύτερη συνσύσπαση μυών, κυρίως των πελματιαίων και ραχιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ κατά την όρθια στάση ή σε κάποια επικείμενη αλλαγή αισθητικών ερεθισμάτων στο πέλμα. Σε κλινικές μελέτες τονίζεται πως η μυϊκή συνσύσπαση ήταν σημαντικά υψηλότερη στα μεγαλύτερα σε ηλικία άτομα, παρουσιάζοντας φτωχότερο στατικό έλεγχο (Nagai et al., 2011, Baudry and Duchateau, 2012).

Οι αλλαγές που συμβαίνουν στην περιφερική αισθητικότητα με την πάροδο του χρόνου (π.χ. διαταραχές ερεθισμάτων στους μηχανοϋποδοχείς), οδηγούν σε διαταραχές της αίσθησης της θέσης και κίνησης των μελών. Έκπτωση επίσης παρατηρείται στο οπτικό σύστημα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της οπτικής οξύτητας και μείωση του οπτικού πεδίου των ατόμων. Όσον αφορά την αιθουσαία λειτουργία, μείωση παρατηρείται στα νωτιαιοθαλαμικά αντανακλαστικά με συμπτωματολογία όπως η ζάλη και ο ίλιγγος και με συχνό επακόλουθο τις πτώσεις. Συχνή στις μεγαλύτερες ηλικίες είναι η έκπτωση της μυϊκής απόδοσης και η μειωμένη επεξεργασία των ερεθισμάτων από το ΚΝΣ. Ως εκ τούτου, παρατηρείται μειωμένη μυϊκή δύναμη και αντοχή, φτωχότερη ενσωμάτωση κεντρομόλων ερεθισμάτων, μειωμένος κινητικός σχεδιασμός και δυσκολίες στις λήψεις αποφάσεων (Lord et al., 2018).

Οι Xingda Qu et al (2022) εξέτασαν την επίδραση της ιδιοδεκτικότητας των αρθρώσεων του ισχίου, του γόνατος και της ΠΔΚ στον έλεγχο του κορμού κατά την βάδιση. Σε δύο ομάδες 36 νεότερων (18-30 έτη) και 36 μεγαλύτερων σε ηλικία ατόμων (50-60 έτη), αξιολόγησαν την ιδιοδεκτικότητα με την δοκιμασία της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (Joint Position Sense, JPS), σύμφωνα με το πρωτόκολλο της παθητικής-ενεργητικής κίνησης (Passive-Active - PA) (Djupsjöbacka and Domkin, 2005). Οι ασθενείς ήταν ξαπλωμένοι με δεμένα τα μάτια, σε ειδικό δυναμόμετρο με τις αρχικές θέσεις των αρθρώσεων να αποτελούν οι: 0° πελματιαίας κάμψης, 0° κάμψης γόνατος και 0° κάμψης ισχίου. Την διαδικασία ξεκινούσε η παθητική κίνηση από το μηχάνημα σε μια θέση στόχο. Οι θέσεις στόχοι που επιλέχθηκαν ήταν: 10°, 15° και 20° πελματιαίας κάμψης της ΠΔΚ, 25°, 30° και 35° κάμψης του γόνατος και 15°, 20° και 25° κάμψης του ισχίου. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να θυμούνται την θέση και να σταματούν τον βραχίονα εκεί που πίστευαν μέσω κουμπιού παύσης. Στην συνέχεια, έγινε αξιολόγηση της βάδισης με ένα σύστημα 8 καμερών για την ανάλυση των κινηματικών χαρακτηριστικών. Από τα αποτελέσματα φάνηκαν διαφοροποιήσεις στο JPS μεταξύ των δύο ομάδων και στην ανάλυση της βάδισης εκτός από το πλάτος του βήματος. Πρώτο

εύρημα της μελέτης ήταν η αυξημένη χρήση της άρθρωσης του ισχίου για την ιδιοδεκτική πληροφόρηση σε σχέση με τις άλλες αρθρώσεις και δεύτερο εύρημα ήταν η διαφορά των μηχανισμών της ιδιοδεκτικότητας του ισχίου μεταξύ των ομάδων σε συσχέτιση με την ηλικία (Qu et al., 2022).

Σε άλλη μελέτη, οι ερευνητές αξιολόγησαν την δύναμη και την σταθερότητα της ροπής (Torque Consistency) των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος και του ισχίου. Στην έρευνα συμμετείχε μια ομάδα μεγαλύτερων σε ηλικία εθελοντών (65 και άνω) και μια ομάδα νεότερων ατόμων (20 – 30 έτη), οι οποίοι αξιολογήθηκαν στην δύναμη των παραπάνω μυϊκών ομάδων. Στην άρθρωση του γόνατος οι γωνιακές ταχύτητες για την αξιολόγηση της δύναμης ήταν οι 60°/s και οι 180°/s, ενώ στην άρθρωση του ισχίου οι 60°/s και οι 120°/s. Πριν την διαδικασία, οι εθελοντές υποβλήθηκαν σε δοκιμαστικές μετρήσεις εξοικείωσης. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν φυσιολογικά ελλείμματα σχετιζόμενα με την ηλικία, με αυτά της δύναμης και ροπής των μυών του ισχίου να είναι συγκριτικά χαμηλότερα από αυτά των μυών του γόνατος, κατά ποσοστό της τάξεως του 10%. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός πως το ποσοστό διατήρησης της δύναμης των γυναικών ήταν υψηλότερο από αυτό των ανδρών (Borges et al., 2015).

3.2. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΟΠΩΣΗ

Τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα μπορούν να τροποποιηθούν κατά την άσκηση, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της κόπωσης μετά από υπέρμετρη προσπάθεια. Έχει αποδειχθεί ότι η αίσθηση της θέσης ενός άκρου μπορεί να μεταβληθεί λόγω της κόπωσης, οδηγώντας σε λάθη κατά τις δοκιμασίες μέτρησης. Αυτό είναι χρήσιμο κλινικά, καθώς η μη σωστή τοποθέτηση των άκρων και του σώματος σε συνδυασμό με τις επιδράσεις της επικείμενης κόπωσης κατά την διάρκεια άσκησης ή σπορ, μπορεί να αυξήσει το ρίσκο για κάποιον τραυματισμό (Proske, 2019, Givoni et al., 2007).

Η επακόλουθη κόπωση μετά την άσκηση αυξάνει την χαλαρότητα των συνδέσμων στην άρθρωση του γόνατος. Αυτή η χαλαρότητα μπορεί να οδηγήσει σε φτωχότερη ιδιοδεκτικότητα, μεταβάλλοντας τα ερεθίσματα που λαμβάνουν οι κιναισθητικοί μηχανοϋποδοχείς. Το αποτέλεσμα είναι η μειωμένη λειτουργικότητα των υποδοχέων και ο επακόλουθος τραυματισμός της εκάστοτε δομής (Hiemstra et al., 2001).

Η κόπωση είναι ένας σημαντικός παράγοντας έκπτωσης της ιδιοδεκτικότητας, οδηγώντας σε εμβιομηχανικές αλλαγές με πιθανό αρθρικό τραυματισμό. Στην μελέτη του Gear (2011) χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο, για να εκτιμηθεί η επίδραση της κόπωσης στο JPS του γόνατος. Επιλέχθηκαν οι οπίσθιοι μηριαίοι λόγω του προστατευτικού τους ρόλου κατά την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης στο μηριαίο οστό, που αποτελεί συχνό μηχανισμό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ). Η αρχική γωνία τοποθέτησης ήταν οι 60° κάμψης του γόνατος και οι γωνίες μέτρησης της ενεργητικής αναπαραγωγής ήταν οι 45°, 30° και 15° κάμψης του γόνατος. Από τα αποτελέσματα φάνηκε η επίδραση της κόπωσης στην ενεργητική επανατοποθέτηση του άκρου, όμως δεν υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ των γωνιών στόχων (Gear, 2011).

Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση από τους μύες των κάτω άκρων και του κορμού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της στατικής σταθερότητας. Τόσο σε ασθενείς με οσφυαλγία, όσο και σε μεγαλύτερα ηλικιακά άτομα παρατηρούνται ελλείμματα στην στατική σταθερότητα του σώματος. Οι ασθενείς με οσφυαλγία παρουσιάζουν χαμηλή ιδιοδεκτική πληροφόρηση στην οσφυοϊερά περιοχή, κάτι που πιθανόν να οφείλεται στην μειωμένη στατική σταθερότητα. Οι Brumagne et al (2004) επιχείρησαν να εξηγήσουν το στατικό έλλειμμα αυτών των ασθενών. Σε 40 εθελοντές, 20 νεότερους (10 υγιείς και 10 πάσχοντες από οσφυαλγία) με μέσο όρο ηλικίας τα 25 έτη και 20 μεγαλύτερους (10 υγιείς και 10 πάσχοντες από οσφυαλγία) με μέσο όρο ηλικίας τα 63 έτη, εφαρμόστηκε εξωτερική δόνηση στους τένοντες των εξής μυών σε χαλαρή όρθια θέση: γαστροκνήμιο και υποκνημίδιο, πρόσθιο κνημιαίο και οσφυϊκούς παρασπονδυλικούς μύες. Η εφαρμογή της δόνησης πραγματοποιήθηκε κατά την χαλαρή όρθια θέση, προκειμένου να καθοριστεί ο βαθμός ταλάντωσης, που υπό συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να προκαλέσει μέχρι και πτώση σε μεγαλύτερης ηλικίας άτομα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τα μεγαλύτερα σε ηλικία άτομα και οι ασθενείς με οσφυαλγία ανεξαρτήτου ηλικίας, παρουσίασαν αλλοιωμένη ιδιοδεκτική πληροφόρηση (Brumagne et al., 2004).

3.3. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΟΝΟ ΚΑΙ ΟΙΔΗΜΑ

Η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να διαταραχθεί σε περίπτωση οξέος και χρόνιου μυοσκελετικού πόνου στην αυχενική (ΑΜΣΣ), στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης (ΟΜΣΣ), αλλά και σε ΟΑ (Treleaven et al., 2003, Lee et al., 2010, Williamson and Marshall, 2014). Στην

ύπαρξη πόνου μειώνεται η αντανακλαστική δράση των μυϊκών ατράκτων με αποτέλεσμα την μεταβολή της κινητικής απόκρισης (Röijezon et al., 2015b).

Ο όρος «αρθρική διάχυση» αναφέρεται στο οίδημα που παρουσιάζεται στον αρθρικό θύλακα, το οποίο είναι συχνό μετά από κάποιον οξύ αρθρικό τραυματισμό και μπορεί να επιμείνει για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Η «αρθρική διάχυση» μπορεί να προκαλέσει σημαντική αναχαίτηση στην λειτουργία των σκελετικών μυών, αλλά και σημαντικό έλλειμμα στην ιδιοδεκτική λειτουργία (Röijezon et al., 2015b).

Οι Saad El-Deen et al (2019) στην μελέτη τους αξιολόγησαν το JPS σε άντρες και γυναίκες με επιγονατιδομηριαίο πόνο (ΕΠΠ). Ειδικότερα, μέτρησαν την διαφορά μεταξύ 20° και 60° στην έκταση του γόνατος σε 39 ασθενείς με ΕΠΠ με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro. Η διαδικασία περιελάμβανε τον αποκλεισμό της οπτικής ανατροφοδότησης με γωνιακή ταχύτητα καθορισμένη στις 2°/s. Το γόνατο των ασθενών από την αρχική θέση κατευθυνόταν παθητικά στο καθορισμένο εύρος της διαδικασίας (20° και 60°), με την επαναφορά στην αρχική θέση (90°) να γίνεται επίσης παθητικά. Από τους ασθενείς ζητήθηκε να θυμούνται την γωνία της κίνησης του γόνατος και να πατάνε το κουμπί παύσης, όταν νόμιζαν πως πέτυχαν τον στόχο. Οι επαναλήψεις ήταν 3 για κάθε θέση και το ισομετρικό κράτημα του ποδιού στην εξεταζόμενη θέση διαρκούσε 5 δευτερόλεπτα. Στο τέλος καταγράφονταν οι μέσες τιμές του απόλυτου λάθους των ασθενών. Υπήρχε συμφωνία με άλλες μελέτες, που έδειχναν ότι όσο περισσότερο εκτείνεται το γόνατο τόσο μεγαλύτερη ροπή απαιτείται. Τα ευρήματα έδειξαν ότι στις 60° έκτασης το JPS παρουσίασε μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τις 20° έκτασης. Αυτό πιθανόν να οφειλόταν στην αυξημένη μυϊκή ενεργοποίηση λόγω της μεγαλύτερης ροπής της θέσης των 60° (Ph.D and Hassan, 2019).

Στην μελέτη των Sjolander et al (2008) αξιολογήθηκαν ασθενείς με πόνο στην ΑΜΣΣ με σκοπό να βρεθεί η επίδραση του πόνου σε συνιστώσες της ιδιοδεκτικότητας μέσα από την αξιολόγηση των εξής παραμέτρων: του ROM, της ταχύτητας της κίνησης, της επιτάχυνσης και της αιφνίδιας κίνησης. Στην μελέτη έλαβαν μέρος 16 ασθενείς με χρόνιο πόνο στην ΑΜΣΣ και 16 εθελοντές ως ομάδα ελέγχου. Η κίνηση που αξιολογήθηκε με τις παραπάνω παραμέτρους ήταν η στροφή της κεφαλής. Οι ασθενείς φάνηκε πως είχαν μικρότερο ROM και ταχύτητα κίνησης από την ομάδα ελέγχου, αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αντιθέτως, η επιτάχυνση και η αιφνίδιες αλλαγές της κατεύθυνσης της κεφαλής, είχαν μεγαλύτερες αποκλίσεις με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι ασθενείς με χρόνιο αυχενικό πόνο παρουσίασαν αποκλίσεις σε σχέση με τους υγιείς στις ιδιοδεκτικές παραμέτρους, με αυτές της επιτάχυνσης και των αιφνίδιων κινήσεων να είναι στατιστικά

σημαντικές. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί αν οι ίδιες οι αποκλίσεις οφείλονται στον πόνο ή αν ήδη προϋπήρχαν και οδήγησαν σε χρόνια δυσλειτουργία των ασθενών (Sjölander et al., 2008).

Η διαταραχή της ιδιοδεκτικότητας εξετάζεται και στην έρευνα των Akseki et al (2008), όπου αναφέρουν την αρνητική επίδραση του πόνου στο JPS του γόνατος. Συνολικά 55 εθελοντές έλαβαν μέρος στην μελέτη (28 ασθενείς με ΕΠΠ και 27 εθελοντές χωρίς πόνο) με κύρια δοκιμασία την ενεργητική αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (Active Joint Position Sense). Οι γωνίες που αξιολογήθηκαν ήταν τέσσερις: 15°, 30°, 45° και 60° μετρώντας τις με την χρήση ψηφιακού γωνιομέτρου. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικά ελλείμματα σε όλες τις θέσεις στην ομάδα των ασθενών ($p < 0,05$) και από τους συγγραφείς προτάθηκε η αναγκαιότητα της ενσωμάτωσης της ιδιοδεκτικής αποκατάστασης στην αντιμετώπιση του ΕΠΠ (Akseki et al., 2008).

3.4. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ

Ιδιοδεκτικά ελλείμματα μπορεί να προκληθούν και από την υπερβολική προπόνηση οδηγώντας σε μυοσκελετικό τραυματισμό. Τα ελλείμματα αυτά είναι στενά συνδεδεμένα με επακόλουθες εκπτώσεις στον κινητικό έλεγχο, αυξημένη συννοσηρότητα και δυσλειτουργία. Η εστιασμένη προπόνηση στην ιδιοδεκτικότητα εφαρμόζεται συχνότερα τα τελευταία χρόνια στην αποκατάσταση, διότι θεωρείται πως η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να βελτιωθεί μέσω της προπόνησης παράλληλα με τον αισθητικοκινητικό έλεγχο (Prochazka, 2021).

Διαφορετικά είδη προπόνησης έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να επηρεάσουν την ιδιοδεκτικότητα και ειδικότερα την κιναισθησία. Οι πιο συχνές επιδράσεις της προπόνησης σε αισθητικοκινητικό επίπεδο συμβαίνουν με εξάσκηση σε δραστηριότητες που απαιτούν ισορροπία και λειτουργική αρθρική σταθερότητα. Οι κεντρικές προσαρμογές που συμβαίνουν, είναι επακόλουθο της ισορροπίας και της απόκτησης κινητικών δεξιοτήτων. Έρευνες δείχνουν πως περιοχές του φλοιού γίνονται λιγότερο ενεργές σε ήδη αποκτημένες κινήσεις, υποδηλώνοντας την αυξημένη εμπλοκή υποφλοιωδών κέντρων. Προτείνονται συχνά προσαρμογές σε διαφορετικά είδη προπόνησης, προκειμένου να επιτευχθεί ορθότερη αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας. Έτσι, προάγεται η ανάπτυξη πρωτοκόλλων πρόληψης στα πλαίσια της αποκατάστασης (Rosker and Sarabon, 2010).

Στην ανασκόπηση των Aman et al (2014) τονίζεται η χρησιμότητα της ιδιοδεκτικής προπόνησης με στόχο την βελτίωση της κινητικής λειτουργίας, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης μετά από έναν τραυματισμό. Ο όρος της ιδιοδεκτικής προπόνησης συναντά πολλές φορές εμπόδια, λόγω της ποικιλόμορφης έννοιας του ίδιου του ορισμού της ιδιοδεκτικότητας. Στην κλινική πράξη, η συχνότερη μέθοδος μέτρησης της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης εκτιμάται από το ποσοστό του λάθους κατά τον καθορισμό του JPS των υπό εξέταση αρθρώσεων. Για να καθοριστεί η ιδιοδεκτική πληροφόρηση σε σχέση με τον έλεγχο της ισορροπίας, απαιτούνται εμβιομηχανικές μετρήσεις (π.χ. μέτρηση σήματος στο Ηλεκτρομυογράφημα), κινηματικά ή κινητικά χαρακτηριστικά των αρθρώσεων με συστήματα καταγραφής μέσω ειδικών καμερών και μέτρηση του μεγέθους ταλάντωσης του σώματος εκτός του κέντρου μάζας (Aman et al., 2014).

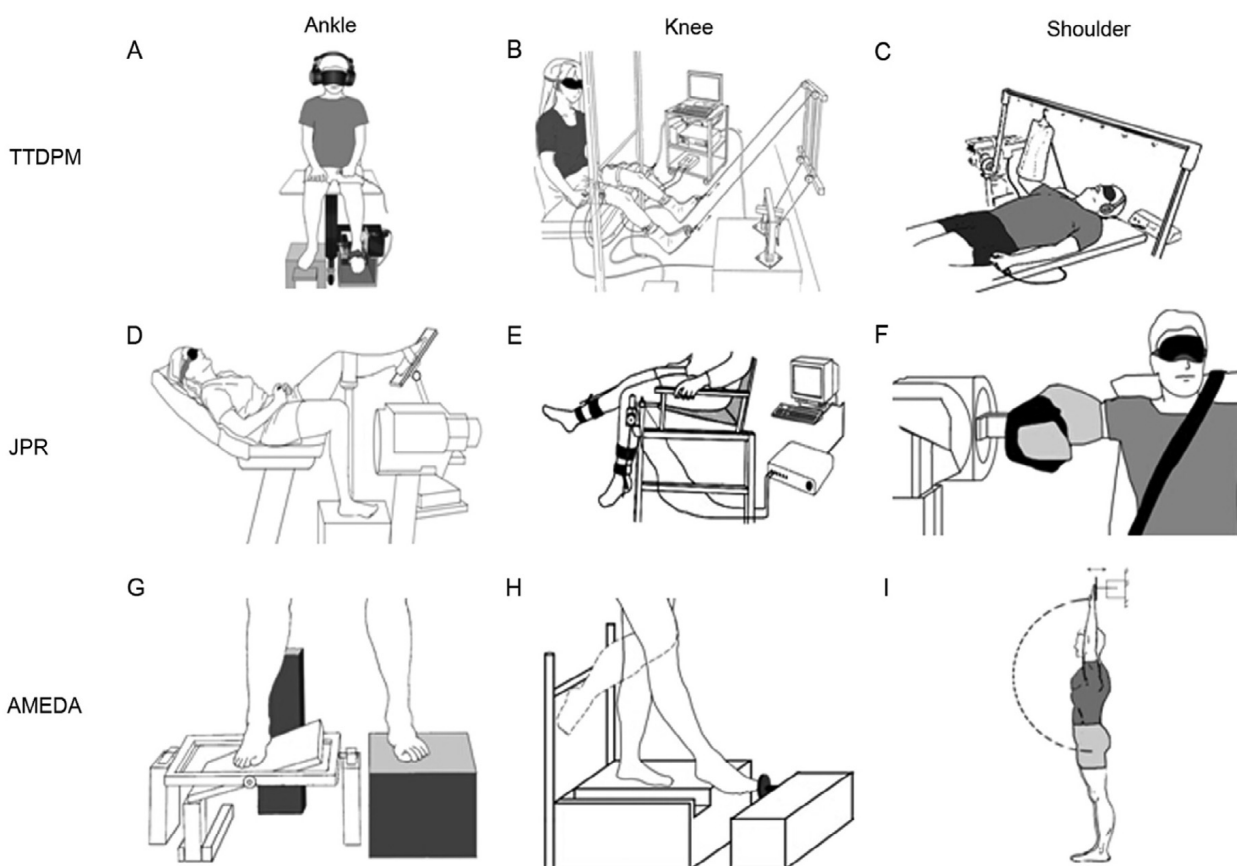
Η ιδιοδεκτικότητα είναι στενά συνδεδεμένη και αλληλεξαρτώμενη με την κίνηση. Κατά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης για την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας, σημαντικό στοιχείο αποτελεί η απομόνωση της αισθητικής πτυχής της προπόνησης από αυτήν της κινητικής. Η ιδιοδεκτική προπόνηση διαθέτει πολλές συνιστώσες εξάσκησης όπως: η ενεργητική και η παθητική κίνηση, η ισορροπία, η σωματοαισθητική εξάσκηση και ο συνδυασμός των ειδών προπόνησης. Πολλές μελέτες έχουν αναφέρει ποσοστό 20% βελτίωσης της ιδιοδεκτικής λειτουργίας μέσω της στοχευμένης προπόνησης. Συμπερασματικά, τα είδη προπόνησης που ενσωματώνουν όχι μόνο την ενεργητική, αλλά και την παθητική κίνηση, με ή χωρίς οπτική ανατροφοδότηση, τείνουν να είναι οι περισσότερο ευεργετικές για την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας. Τέλος, υπάρχει τεκμηρίωση φλοιϊκής αναδιοργάνωσης κατά την ιδιοδεκτική προπόνηση και μπορεί να θεωρηθεί ως μια κατάλληλη μέθοδος για την βελτίωση της κινητικής λειτουργίας (Aman et al., 2014, Ju et al., 2010, Dietz, 2002, Ashton-Miller et al., 2001).

3.5. ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η ιδιοδεκτικότητα δεν είναι εύκολο να αξιολογηθεί λόγω της πολυπλοκότητας των νευροφυσιολογικών διεργασιών της, με αποτέλεσμα να υπάρχει ποικιλομορφία στον τρόπο αξιολόγησής της. Οι δοκιμασίες αξιολόγησής της χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: την αναγνώριση της στατικής θέσης και την αναγνώριση της κίνησης. Η αναγνώριση της θέσης πραγματοποιείται μέσω δοκιμασιών επανατοποθέτησης/ αντιγραφής είτε ενεργητικά είτε

παθητικά. Η αναγνώριση της κίνησης περιλαμβάνει το κατώφλι αναγνώρισης της κίνησης (εύρος της κίνησης μέχρι αυτή να γίνει αντιληπτή) και την αναγνώριση της κατεύθυνσης της κίνησης (π.χ. κάμψη ή έκταση) που αποτελεί δοκιμασία διάκρισης και συνηθώς εκτελούνται παθητικά. Σημαντικό στοιχείο της αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας, αποτελεί η ελάττωση των οπτικοακουστικών ερεθισμάτων (Hillier et al., 2015). Στην αρθρογραφία υπάρχουν διάφορες μέθοδοι μέτρησης με τις πιο διαδεδομένες να είναι: α) η ανίχνευση του κατωφλιού αναγνώρισης της παθητικής κίνησης (Threshold to Detection of Passive Motion - TTDPM), β) η αναπαραγωγή της αρθρικής θέσης (Joint Position Reproduction - JPR) και γ) η διάκριση του εύρους της ενεργητικής κίνησης (Active Movement Extent Discrimination Assessment - AMEDA) (Han et al., 2016).

Οι αρθρώσεις της ΠΔΚ, του γόνατος και του ώμου αποτελούν τις περισσότερο μελετημένες αρθρώσεις. Οι παραπάνω μέθοδοι μέτρησης και ο εξοπλισμός που έχει χρησιμοποιηθεί απεικονίζονται στην Εικόνα 3.1. και τα πρωτόκολλα των μετρήσεων στον πίνακα 3.2.



Εικόνα 3.1. Διάφορες τεχνικές και εξοπλισμός αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας (από Han et al., 2016)

Πίνακας 3.2. Πρωτόκολλα των μετρήσεων TTDP, JPR και AMEDA; AUC = area under curve (τροποποιημένο από Han et al., 2016)

Μεταβλητή	TTDP	JPR	AMEDA
Τύπος κίνησης	Παθητική	Παθητική/ ενεργητική	Ενεργητική
Ταχύτητα κίνησης	Πολύ αργή	Αργή/ κανονική	Κανονική
Αριθμός δοκιμαστικών επαναλήψεων	Δεν είναι συγκεκριμένο	Δεν είναι συγκεκριμένο	15 επαναλήψεις
Αριθμός επαναλήψεων δοκιμασίας	3-5 επαναλήψεις	Συνήθως 3-5 μέχρι 10 επαναλήψεις	50 επαναλήψεις
Διαφορά μεταξύ δοκιμαστικών και δοκιμασιών	Δεν μετράται	Εξαρτάται από την δοκιμασία	Δεν μετράται
Ιδιοδεκτική πληροφόρηση	Μεγάλη πληροφόρηση για την κίνηση	Εξαρτάται από το είδος της κίνησης στον στόχο θέσης	Πληροφόρηση θέσης και κίνησης
Οπτική ανατροφοδότηση	Μπλοκαρισμένη	Μπλοκαρισμένη	Ναι
Ακουστική ανατροφοδότηση	Μπλοκαρισμένη	Ναι	Ναι
Θέση εθελοντή	Συνήθως ξαπλωμένος ή καθιστός	Συνήθως ξαπλωμένος ή καθιστός	Όρθιος
Σταθερότητα θέσης	Δεμένος	Δεμένος	Όχι
Υποστήριξη βάρους/ φόρτιση	Όχι ή μερικώς	Όχι, μερικώς ή με βάρος	Κανονικό βάρος
Επίπεδο συγκέντρωσης	Πολύ υψηλό	Υψηλό	Μέτριο/ υψηλό

Απαιτήσεις απομνημόνευσης	Χαμηλές	Υψηλές	Χαμηλές
Μέτρηση	Διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης	Απόκλιση μεταξύ θέσης στόχου και θέσης εθελοντή	AUC σκορ
Μονάδα μέτρησης	Μοίρες	Μοίρες	AUC σκορ
Διάρκεια δοκιμασίας	Πάνω από 6 ώρες	Εξαρτάται από τον αριθμό των δοκιμαστικών	10 λεπτά

3.5.1. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS)

Η αίσθηση της θέσης αποτελεί μια συνιστώσα της ιδιοδεκτικότητας, η οποία έχει μελετηθεί για ερευνητικούς σκοπούς. Συνήθως η αξιολόγηση της αρθρικής θέσης συνιστά την απομόνωση της γωνίας από την αίσθηση της κίνησης, μετακινώντας παθητικά την άρθρωση σε διαφορετικές τυχαίες γωνίες αλλά και κατεύθυνση. Αντιθέτως, κλινικά (π.χ. αποκατάσταση) δεν είναι εύκολο να γίνει απομόνωση της αίσθησης της κίνησης χωρίς τον απαραίτητο εξειδικευμένο εξοπλισμό και εξειδικευμένο περιβάλλον (π.χ. ισοκινητικό δυναμόμετρο σε εργαστήριο) (Stillman, 2002).

Για την μέτρηση της αίσθησης της θέσης συνήθως ακολουθείται μια καθιερωμένη διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει τον έλεγχο της θέσης σε διάφορες γωνίες του ROM. Η όραση των εθελοντών είναι περιορισμένη είτε με κλειστά μάτια είτε με μια μάσκα προσώπου και η εκάστοτε άρθρωση κινείται παθητικά από τον εξεταστή ή/ και από το μηχάνημα της μέτρησης (π.χ. ισοκινητικό δυναμόμετρο ή άλλη κατασκευή), σε μια γωνία στόχο της δοκιμασίας. Η κατεύθυνση της κίνησης και της θέσης καθορίζεται από τον ερευνητή της κάθε μέτρησης και μπορεί να αναφέρεται σε μια ή σε πολλές θέσεις στόχους, αλλά και ROM. Οι γωνιακές ταχύτητες των δοκιμασιών ποικίλουν και στην αρθρογραφία συναντάται από 2°/s μέχρι όσο έχει καθορίσει ο εκάστοτε ερευνητής. Η διαδικασία του JPS έχει συγκεκριμένη σειρά, η οποία ακολουθείται σε όλες τις μελέτες. Η κύρια δοκιμασία περιλαμβάνει την παθητική κίνηση του μέλους σε μια θέση στόχο, το ισομετρικό κράτημα

σε αυτή την θέση και στην συνέχεια την ενεργητική ή παθητική αναπαραγωγή από τον εθελοντή ή τον ερευνητή/ μηχανήμα αντίστοιχα. Ο εθελοντής έχει σαν στόχο να σταματήσει το μέλος στην θέση που του υποδείχθηκε παθητικά, συνήθως με ένα κουμπί παύσης του βραχίονα κίνησης του μηχανήματος (Smith et al., 2013).

Στην κλινική μελέτη των Olsson et al (2004) αξιολογήθηκε το JPS στην άρθρωση του γόνατος, με σκοπό την αξιοπιστία της μέτρησης σε διαφορετικές θέσεις. Η διαδικασία έγινε με ένα ηλεκτρογωνιόμετρο συνδεδεμένο σε ένα μετατροπέα σήματος με καταγραφή σε εξωτερική οθόνη. Συμμετείχαν 39 υγιή άτομα (ηλικιών 18 - 50 έτη) με σκοπό να καταγραφεί η απόκλιση των γωνιών στόχου μεταξύ των εθελοντών. Οι θέσεις αξιολόγησης ήταν δύο: η καθιστή θέση όπου η δοκιμασία ξεκινούσε από τις 85° κάμψης γόνατος και η πρηνή θέση όπου η αρχική γωνία ήταν οι 15° κάμψης γόνατος. Οι θέσεις στόχοι για την καθιστή θέση ήταν οι 30°, 50° και 70° κάμψης γόνατος, ενώ στην πρηνή θέση οι γωνίες στόχοι ήταν οι 40°, 70° και 100° κάμψης γόνατος. Οι μετρήσεις επαναλήφθηκαν τρεις φορές στις τρεις αυτές γωνίες. Ο μέσος όρος του σφάλματος στην καθιστή θέση ήταν 4.16° και 5.06° για την πρηνή θέση. Ο δείκτης αξιοπιστίας ήταν (ICC = 0.31-0.82) για την καθιστή και (ICC = 0.17-0.75) για την πρηνή θέση αντίστοιχα. Με βάση τους δείκτες αξιοπιστίας, οι ερευνητές κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα: 1) το JPS προτείνεται για τον υπολογισμό του σφάλματος μεταξύ της θέσης στόχου και της θέσης των εθελοντών, 2) η καθιστή θέση υπερέχει της πρηνούς θέσης, 3) η σύστοιχη μέτρηση υπερέχει της αντίπλευρης και 4) οι γωνίες αξιολόγησης προτείνεται να είναι στο μέσο εύρος της τροχιάς της άρθρωσης του γόνατος (40° με 80° κάμψης του γόνατος) (Olsson et al., 2004).

Οι Reider et al (2003) στην μελέτη τους, χρησιμοποίησαν δύο διαδικασίες αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας, σε ασθενείς πριν και μετά το χειρουργείο ανακατασκευής ΠΧΣ: α) την διαδικασία JPS μέσω ενεργητικής αναπαραγωγής της παθητικής τοποθέτησης και β) την διαδικασία TTDPM για την αξιολόγηση της κιναισθησίας. Τα ευρήματα έδειξαν την παρουσία ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων τόσο στο τραυματισμένο όσο και στο υγιές γόνατο μετά από ρήξη ΠΧΣ. Πιο συγκεκριμένα οι μέσες τιμές του σφάλματος του TTDPM ήταν σημαντικά υψηλότερα στην προεγχειρητική αξιολόγηση των ασθενών ($p = 0.008, 0.016$). Στην μετεγχειρητική αξιολόγηση 6 μήνες μετά, τα ευρήματα έδειξαν βελτίωση στην παράμετρο του TTDPM ($p = 0.68, 0.72, 0.30$). Σημαντικό στοιχείο ήταν η αναφορά αμφίπλευρων ελλειμμάτων στην ιδιοδεκτική λειτουργία του γόνατος μετά από μονόπλευρο τραυματισμό ΠΧΣ. Η ανακατασκευή του ΠΧΣ φάνηκε να βελτιώνει σταδιακά και προοδευτικά την ιδιοδεκτική αίσθηση των ασθενών. Συμπερασματικά, η μέθοδος TTDPM

αποδείχθηκε περισσότερο αξιόπιστη μέθοδος από την μέθοδο JPS για τον έλεγχο της ιδιοδεκτικότητας πριν και μετά από ανακατασκευή ΠΧΣ (Reider et al., 2003).

Οι Cossich et al (2014) αξιολόγησαν ασθενείς με ρήξη ΠΧΣ με την μέθοδο του JPS στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Οι ασθενείς με τραυματισμένο ΠΧΣ εμφανίζουν ιδιοδεκτικά ελλείμματα, τα οποία έχουν βρεθεί πως είναι υπεύθυνα για την αίσθηση της λειτουργικής αστάθειας σε αυτούς τους ασθενείς. Οι εθελοντές υποβλήθηκαν σε μέτρηση της αίσθησης της κίνησης του γόνατος πριν από την συνδεσμοπλαστική του ΠΧΣ, σε σύγκριση με το υγιές κάτω άκρο. Από τους εθελοντές ζητήθηκε να αναπαράξουν ενεργητική μειομετρική σύσπαση κάμψης και έκτασης του γόνατος, μετά από εφαρμογή παθητικής κίνησης για την εκμάθηση της διαδικασίας. Το ROM που επιλέχθηκε ισοδυναμούσε με το 20% και 50% του πλήρους ROM (0% = πλήρης έκταση). Τα αποτελέσματα έδειξαν ποσοστά λάθους $4.3^\circ \pm 2.0^\circ$ για το 20% και $4.2^\circ \pm 2.1^\circ$ για το 50% του ROM. Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης, το άκρο με παθολογία του ΠΧΣ παρουσιάζει χαμηλότερη ακρίβεια αναπαραγωγής της αρθρικής θέσης. Επίσης, φαίνεται πως το ιδιοδεκτικό έλλειμμα είναι συνυφασμένο με τους τερόντιους και μυϊκούς υποδοχείς (Cossich et al., 2014).

Η μελέτη των Djupsjöbacka και Domkin (2005) μελέτησε την συσχέτιση του JPS στην οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή του ώμου με αυτοσχέδια αυτοματοποιημένη κατασκευή. Οι ερευνητές είχαν στο πρωτόκολλο τις αρχικές γωνίες των 0 , 40 και 80° με γωνίες στόχους τις 16 , 32 , 48 και 64° με ταχύτητες από 9 και $19^\circ/s$ αναλόγως την δοκιμασία (ενεργητική, παθητική). Ο δείκτης αξιοπιστίας στο intra-rater ήταν υψηλός (ICC = 0.85) για τις δοκιμασίες που αφορούσαν την ενεργητική αναπαραγωγή (Djupsjöbacka and Domkin, 2005).

Στην μελέτη των Hurkmans et al (2007) αξιολογήθηκε το TTDPM σε ασθενείς με ΟΑ γόνατος και υγιείς εθελοντές, μέσω αυτοσχέδιου αυτοματοποιημένου συστήματος. Οι ερευνητές ήταν δύο για τον σκοπό της αξιολόγησης intra και inter-rater. Η αρχική θέση ήταν οι 90° κάμψης γόνατος, το σκέλος πήγαινε παθητικά στις 30° , με παύση στην θέση αυτή για μερικά δευτερόλεπτα και έπειτα εκτεινόταν περαιτέρω με ταχύτητα $0.3^\circ/s$. Οι εθελοντές έπρεπε να πατήσουν το κουμπί παύσης όταν θα αισθάνονταν κίνηση. Συνολικά έγιναν 6 επαναλήψεις και από τους δύο εξεταστές. Σε 14 μέρες έγινε ξανά η δοκιμασία, ο πρώτος εξεταστής την διεξήγαγε αυτούσια, όμως ο δεύτερος είχε διαφοροποιήσεις στο πρωτόκολλο. Η πρώτη διαφορά ήταν η αλλαγή της ταχύτητας από $0.3^\circ/s$ σε $0.1^\circ/s$ και η δεύτερη ήταν η προσθήκη μουσικής στους εθελοντές προκειμένου να μειωθούν τα εξωτερικά ερεθίσματα. Τα ευρήματα έδειξαν δείκτες: (ICC intra-rater = 0.91 και ICC inter-rater = 0.91) με τυπικό

σφάλμα μέτρησης ($SEM = 2.26$ και 2.31) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($MDD = 6.26$ και 5.90) αντίστοιχα. Όσον αφορά τους υγιείς συμμετέχοντες, οι δείκτες ήταν: (ICC intra-rater = 0.86 , ICC inter-rater = 0.89) με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 0.39$ και 0.43) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($MDD = 1.08$ και 1.19) αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερους δείκτες αξιοπιστίας στους ασθενείς με ΟΑ, όμως κλινικά το τυπικό σφάλμα μέτρησης και η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ήταν πολύ χαμηλότερα στα άτομα χωρίς παθολογία (Hurkmans et al., 2007).

Οι Nagai et al (2016) αξιολόγησαν το JPS σε 20 υγιείς ασθενείς με το ισοκινητικό δυναμόμετρο στην άρθρωση του γόνατος. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε την αρχική θέση των 90° και την θέση στόχο στις 15° κάμψης γόνατος. Ο εθελοντής έκανε ενεργητική έκταση από την αρχική θέση προς την θέση στόχο και έμενε για 10 δευτερόλεπτα. Το άκρο επέστρεφε παθητικά στην αρχική θέση, από τον εθελοντή ζητήθηκε να θυμάται την γωνία και να αναπαράξει ενεργητικά την κίνηση 5 φορές, πατώντας το κουμπί παύσης στην θέση που πίστευε πως ήταν οι 15° . Οι ερευνητές για την ανάλυση των δεδομένων πήραν τις αποκλίσεις των γωνιών των εθελοντών σε απόλυτες τιμές. Τα αποτελέσματα έδειξαν δείκτη αξιοπιστίας ($ICC = 0.87$) και τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 0.69^\circ$) (Nagai et al., 2016).

3.5.2. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (VELOCITY REPLICATION – VR)

Η ταχύτητα σαν μέρος της ιδιοδεκτικότητας είναι δύσκολο να ελεγχθεί όσον αφορά την κατάσταση των ασθενών, ούτε έχει μελετηθεί η συσχέτισή της με την διαταραχή αίσθησης της θέσης. Επιπλέον, δεν έχει διερευνηθεί σε ποιες παθολογίες διαταράσσεται η αίσθηση της ταχύτητας και εάν τελικά διαταράσσεται, αν μπορεί να αποκατασταθεί με κατάλληλα πρωτόκολλα ταχύτητας.

Η μεταβλητή της ταχύτητας είναι μια συνιστώσα της ιδιοδεκτικότητας, η οποία δεν έχει μετρηθεί αρθρογραφικά όπως η αίσθηση της θέσης. Παρόλο που δεν είναι ξεκάθαρη η αντιπροσώπευση της θέσης και της ταχύτητας μέσω των ιδιοϋποδοχέων/ μηχανοϋποδοχέων, οι μεταβλητές αυτές είναι διαθέσιμες και αξιοποιούνται από το νευρικό σύστημα για τον έλεγχο της κίνησης. Η αξιόπιστη γνώση της ταχύτητας του μέλους είναι απαραίτητη για την ακριβή απόδοση συγκεκριμένων κινήσεων (Kerr and Worringham, 2002).

Προκειμένου να καθοριστεί η αίσθηση της ταχύτητας, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η αίσθηση κάθε κίνησης βασίζεται σε έναν συνδυασμό διαφορετικών κινήσεων στα πλαίσια της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης. Ο συνδυασμός αυτός περιλαμβάνει μεταβλητές όπως: η χρονική διάρκεια, η τοποθεσία, η απόσταση και η ίδια η πληροφόρηση σχετικά με την ταχύτητα. Επομένως, είναι δύσκολο να καθοριστεί η ικανότητα του νευρικού συστήματος να διαχωρίζει συνειδητά καταστάσεις μεταξύ διαφορετικών ταχυτήτων, λόγω της αλληλεπίδρασης της ταχύτητας με τις παραπάνω συνιστώσες. Για παράδειγμα, μια αύξηση στην ταχύτητα μπορεί να συμβεί μέσω της ταυτόχρονης μείωσης της χρονικής διάρκειας της κίνησης, μέσω αύξησης της απόστασης ή μέσω και των δύο παραγόντων (Gandevia et al., 2002).

Περιορισμένος είναι ο αριθμός των ερευνών που έχουν αξιολογήσει την αίσθηση της ταχύτητας στο άνω άκρο και ακόμη μικρότερος στο κάτω άκρο, με διαφορετικές μεθοδολογίες και εξοπλισμό αξιολόγησης (Drouin et al., 2003, Westlake et al., 2007, Lönn et al., 2001, Djupsjöbacka and Domkin, 2005, Deshpande et al., 2003, Nagai et al., 2016, Verschueren et al., 2002) (Πίνακας 3.3, Σελίδα 35). Η αξιολόγηση της αίσθησης της ταχύτητας έχει μετρηθεί μέσω των εξής δοκιμασιών: της αναπαραγωγής μιας ταχύτητας στόχου (Velocity Replication - VR), μέσω της διάκρισης της ταχύτερης μεταξύ δύο διαφορετικών ταχυτήτων (Velocity Discrimination - VD) και μέσω αναπαραγωγής της θέσης της άρθρωσης κατά τη κίνηση σε διαφορετικές ταχύτητες (Dynamic Position Sense - DPS) (Westlake et al., 2007).

Οι Lönn et al (2001) μελέτησαν την αναπαραγωγή της ταχύτητας VR και VD στην οριζόντια απαγωγή ώμου σε υγιή πληθυσμό με αυτοσχέδιο εξοπλισμό. Η μέτρηση VR περιελάμβανε την ενεργητική και παθητική αναπαραγωγή συγκεκριμένων γωνιακών ταχυτήτων (10, 25, 40, 55, 70°/s) μέχρι ενός προκαθορισμένου σημείου (60°). Η μέτρηση VD περιελάμβανε παθητική και μερικώς παθητική κίνηση, κατά την οποία υπήρχε μια ροπή 5Nm. Κατά την μέτρηση αυτή οι εθελοντές έπρεπε να διακρίνουν, αν η ταχύτητα της κίνησης του βραχίονα ήταν ταχύτερη ή πιο αργή από τις ταχύτητες της μέτρησης (30, 50°/s). Η σειρά των μετρήσεων ήταν τυχαία. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιωμένη ακρίβεια αναπαραγωγής: 1) μετά από ενεργητική κίνηση σε σχέση με την παθητική και 2) σε χαμηλότερες ταχύτητες σε σχέση με υψηλότερες. Η εγκυρότητα διάκρισης της ταχύτητας υποστηρίζεται από τα δεδομένα της μελέτης και από το γεγονός πως οι συμμετέχοντες βασίζονταν στην κρίση τους για την εύρεση της διαφοράς της ταχύτητας, μεταξύ της παθητικής και ενεργητικής

κίνησης και όχι μετρώντας τον χρόνο που παρέρχεται κατά την δοκιμασία (Lönn et al., 2001).

Η μελέτη των Drouin et al (2003) ήταν η πρώτη που αξιολόγησε το VR στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με την μέθοδο της μέτρησης/ επαναμέτρησης. Το δείγμα τους ήταν υγιής πληθυσμός και το πρωτόκολλο αποτελούταν από δύο ROM, 0° - 30° και 60° - 90° κάμψης γόνατος με αναπαραγωγή σε τέσσερις ταχύτητες, 5, 10, 15 και 30°/s. Η μεθοδολογία της μελέτης περιλάμβανε την παθητική αναπαραγωγή στο δεξί γόνατο από το δυναμόμετρο, με επακόλουθη ενεργητική αναπαραγωγή στο αριστερό γόνατο. Οι επαναλήψεις ήταν τρεις για κάθε ταχύτητα και κάθε κίνηση κάμψης και έκτασης, με 5 δευτερόλεπτα παύσης μεταξύ των επαναλήψεων. Η επαναμέτρηση καθορίστηκε μια βδομάδα αργότερα από την πρώτη μέτρηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η γωνιακή ταχύτητα των 5°/s ήταν περισσότερο σταθερή από τις υπόλοιπες ταχύτητες και στα δύο ROM που εξετάστηκαν. Επίσης, τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με την έρευνα των Lönn et al., (2001) που αφορούν την άρθρωση του ώμου, οι οποίοι βρήκαν πως οι υγιείς μπορούν να αναπαράγουν ενεργητικά τις χαμηλότερες ταχύτητες κίνησης (στη μέση και τελική τροχιά) και στις δύο κατευθύνσεις με αποδεκτά ποσοστά σταθερότητας και ακρίβειας (ICC = 0.44 - 0.88). Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση της αναπαραγωγής της ταχύτητας υποστηρίζεται από τα δεδομένα για μελλοντική διερεύνηση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας (Drouin et al., 2003).

Η μελέτη των Westlake et al (2007) μέτρησε την αξιοπιστία intra-rater και test-retest του JPS και VD της ΠΔΚ άρθρωσης σε μεγαλύτερους σε ηλικία συμμετέχοντες, με αυτοσχέδια αυτοματοποιημένη κατασκευή ειδικά για την διαδικασία. Στο JPS η δοκιμασία ήταν παθητική με ταχύτητα 5°/s, ξεκινώντας από την ουδέτερη θέση με γωνίες στόχους τις 10°, 12° και 15° πελματιαίας κάμψης. Η άρθρωση μετά από 5 δευτερόλεπτα παύσης στις παραπάνω γωνίες, επέστρεφε παθητικά σε θέση 5° ραχιαίας κάμψης και κινούταν παθητικά σε κάθε γωνία στόχο. Οι εθελοντές πατούσαν το κουμπί παύσης όταν πίστευαν ότι το εξάρτημα περνούσε από την θέση στόχο. Ο δείκτης αξιοπιστίας ήταν υψηλός (ICC = 0.99) μετά από διάστημα δύο εβδομάδων. Στην δοκιμασία VD οι εθελοντές αξιολογήθηκαν στην επιλογή της ταχύτερης μεταξύ δύο παθητικών κινήσεων. Οι γωνίες στόχοι ήταν: από 0° έως 20° πελματιαίας κάμψης και 20° πελματιαίας κάμψης έως 5° ραχιαία κάμψης ΠΔΚ και η ταχύτητα ήταν σταθερή στις 5°/s. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν πολύ καλή αξιοπιστία test-retest (ICC = 0.86) μετά από διάστημα δύο εβδομάδων (Westlake et al., 2007).

Η μελέτη των Nagai et al (2016) αξιολόγησε την αναπαραγωγή της ταχύτητας (Velocity Replication) σε 20 υγιείς ασθενείς με το ισοκινητικό δυναμόμετρο στην άρθρωση του γόνατος. Αρχικά, το δυναμόμετρο έκανε 5 επαναλήψεις παθητικά έκταση και κάμψη γόνατος σε ROM 90°- 0° και με ταχύτητα 20°/s. Οι ερευνητές πήραν προς ανάλυση των δεδομένων τις αποκλίσεις των ταχυτήτων του ROM 15° - 75° για την αποφυγή ακραίων τιμών. Τα αποτελέσματα έδειξαν δείκτη αξιοπιστίας (ICC = 0.68-0.81) και τυπικό σφάλμα μέτρησης (SEM = 1.08°-0.80°) (Nagai et al., 2016).

3.5.3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)

Η αίσθηση της δυναμικής θέσης είναι πολύπλοκη και η ορθή αξιολόγησή της έγκειται στην εξειδίκευση του αξιολογητή καθώς και στις αντιληπτικές ικανότητες του εξεταζόμενου. Η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί συγκέντρωση από τον εξεταζόμενο, διότι το ΚΝΣ έχει δύο μεταβλητές να διαχωρίσει: την κατάλληλη θέση και την κατάλληλη ταχύτητα της κίνησης. Προσφέροντας περισσότερες ταχύτητες κατά την δοκιμασία, το ΚΝΣ δέχεται περισσότερα κεντρομόλα ερεθίσματα, καθιστώντας την δοκιμασία δυσκολότερη για τον εξεταζόμενο. Επιπλέον, κατά την διαδικασία την δυναμικής θέσης μιας άρθρωσης, η ταυτόχρονη εύρεση της γωνιακής θέσης και ταχύτητας, προκαλεί μεγαλύτερη διέγερση των σωματοαισθητικών υποδοχέων των υπό εξέταση αρθρώσεων (Littmann et al., 2012, Shields et al., 2005).

Στην μελέτη των Verschueren et al (2002), ερευνήθηκε η επίδραση του ηλικιακού παράγοντα στην αίσθηση της θέσης και της ταχύτητας της ΠΔΚ άρθρωσης. Εξετάστηκαν δύο συνιστώσες, το DPS και η αίσθηση της ταχύτητας (Velocity Sense – VS) σε διάφορες ταχύτητες (15, 20, 25, 30 °/s). Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την υπόθεση της επίδρασης της ηλικίας, όπως φάνηκε από την αυξημένη γωνιακή απόκλιση των μεγαλύτερων σε ηλικία ατόμων. Τα άτομα αυτά παρουσίασαν μειωμένη ικανότητα διαχωρισμού των γωνιών της αρθρικής κίνησης και μεγαλύτερη μεταβλητότητα στις μετρήσεις, ωστόσο στην παράμετρο της ταχύτητας δεν υπήρξαν ελλείμματα (Verschueren et al., 2002).

Το DPS της άρθρωσης της ΠΔΚ αξιολογήθηκε στην έρευνα των Madhavan και Shields (2005). Ο σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογηθούν οι αλλαγές που οφείλονται στην ηλικία, με διαφορές στο DPS των εθελοντών και να συσχετιστούν με την ισορροπία και την λειτουργικότητα. Δύο ομάδες εθελοντών (νεότεροι < 30 έτη και μεγαλύτερης ηλικίας > 60 έτη) κλήθηκαν να εντοπίσουν διαφορές σε κινήσεις της άρθρωσης της ΠΔΚ σε δέκα τυχαίες

ταχύτητες από 10 έως 90°/s. Το εργαλείο μέτρησης ήταν το ισοκινητικό δυναμόμετρο και η διαδικασία περιελάμβανε την παθητική κίνηση της ΠΔΚ ξεκινώντας από 10° ραχιαίας κάμψης σε 30° πελματιαίας κάμψης με στόχο την επίτευξη των 10° πελματιαίας κάμψης (μέσο εύρος των γωνιών της δοκιμασίας). Οι μετρήσεις αφορούσαν την αριστερή ΠΔΚ και οι εθελοντές έπρεπε να εκτείνουν τον αριστερό δείκτη του χεριού, όταν πίστευαν η κίνηση της ΠΔΚ περνούσε από την θέση στόχο των 10°. Αναλύθηκαν 20 επαναλήψεις με σκοπό να βρεθούν οι αποκλίσεις των γωνιών. Και οι δύο ομάδες κατά μέσο όρο δεν πέτυχαν την θέση στόχο στις περισσότερες ταχύτητες. Ειδικότερα, η ομάδα των μεγαλύτερων ατόμων είχε υψηλότερο σφάλμα σε όλες τις ταχύτητες σε σύγκριση με την νεότερη ομάδα. Η υπόθεση των ερευνητών για έκπτωση του DPS αναλογικά με την ηλικία, επιβεβαιώθηκε από τα ευρήματα της μελέτης και βρέθηκε ότι το σφάλμα στο DPS συσχετίζεται με τον αυξημένο χρόνο αντίδρασης των μεγαλύτερων σε ηλικία ατόμων (Madhavan and Shields, 2005).

Παρόμοια μεθοδολογία με την παραπάνω μελέτη ακολούθησαν οι Shields et al (2005) για το DPS της άρθρωσης της ΠΔΚ. Οι ερευνητές αξιολόγησαν με παρόμοιο τρόπο τις αποκλίσεις των γωνιών στις προσπάθειες των εθελοντών. Οι εθελοντές ήταν 19 υγιείς, οι οποίοι με το ισοκινητικό δυναμόμετρο αξιολογήθηκαν στο DPS της ΠΔΚ. Οι γωνίες ορίστηκαν στις 10° ραχιαίας κάμψης έως 30° πελματιαίας κάμψης με θέση στόχο τις 10° πελματιαίας κάμψης (μέσο εύρος των γωνιών της δοκιμασίας) και με ταχύτητες από 10 έως 90°/s. Οι εθελοντές έκαναν 20 επαναλήψεις με δέκα ταχύτητες σε τυχαία σειρά και έπρεπε να εκτείνουν τον δείκτη του αριστερού χεριού όταν πίστευαν πως περνούν από την γωνία στόχο. Μετά το πέρας των επαναλήψεων, οι εθελοντές έκαναν μια μέγιστη ισομετρική σύσπαση και έπρεπε να διατηρήσουν το 50% της μέγιστης ροπής της για 3 δευτερόλεπτα. Σκοπός ήταν να βρεθούν οι αποκλίσεις στο DPS μετά από μυϊκή κόπωση. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η κόπωση στην προκειμένη περίπτωση, επηρεάζει ελάχιστα το DPS και απαιτούνται περαιτέρω έρευνες ώστε να μελετηθεί η χρησιμότητα της ενσωμάτωσης της ιδιοδεκτικής παραμέτρου στην αποκατάσταση (Shields et al., 2005).

Η εκτενής μελέτη των Littmann et al (2012) συμπεριέλαβε και τις δύο συνιστώσες του DPS, την θέση και την ταχύτητα, με ενεργητική και παθητική διαδικασία στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Το δείγμα αναφερόταν σε υγιή πληθυσμό και σε άτομα μετά από ανακατασκευή ΠΧΣ. Η γωνία στόχος ήταν οι 50° κάμψης γόνατος για όλες τις δοκιμασίες. Οι συμμετέχοντες έκαναν δοκιμαστικές μετρήσεις στις εξής ταχύτητες: 40, 60, 80, 90 και 100 °/s για την προσαρμογή στις δοκιμασίες. Το πρωτόκολλο ήταν η παθητική κάμψη ή έκταση του σκέλους από τον εξεταστή στις 50° για 5 δευτερόλεπτα και έπειτα η παθητική

μετακίνηση στις 10° για όλες τις παραπάνω ταχύτητες. Ο εξεταζόμενος πατούσε τον αισθητήρα όταν έφτανε την θέση στόχο. Το πρωτόκολλο της θέσης χωρίστηκε σε παθητική και ενεργητική αναπαραγωγή, με το ίδιο πρωτόκολλο της θέσης στόχου στις 50° , ισομετρική παύση στην θέση για 5 δευτερόλεπτα και με θέσεις εκκίνησης τις: 20, 30, 40, 60, 70, 80 και 90° . Στην παθητική δοκιμασία όλες οι κινήσεις ήταν παθητικές από τον εξεταστή με σταθερή ταχύτητα $3^\circ/s$, ενώ στην ενεργητική δοκιμασία οι εθελοντές έκαναν ενεργητική κάμψη ή έκταση προς την θέση στόχο και με όποια ταχύτητα επέλεξαν οι ίδιοι, πατώντας τον αισθητήρα και στις δύο περιπτώσεις. Στις ταχύτητες μεταξύ 40 και $80^\circ/s$ σημείωσαν καλό χρόνο αντίδρασης, ενώ στις 90 και $100^\circ/s$ δεν πρόλαβαν να πατήσουν τον αισθητήρα παύσης. Σχετικά με την ενεργητική αναπαραγωγή οι δύο ομάδες δεν διέφεραν ($p=0.09$), όπως και στην παθητική αναπαραγωγή ($p=0.21$) (Littmann et al., 2012).

Ερευνητές	Δείγμα	Άρθρωση	Test	Εξοπλισμός	Διαδικασία
(Lönn et al., 2001)	16 υγιείς	Ωμος (οριζόντια απαγωγή)	-Velocity Replication (VR) -Velocity Discrimination (VD)	Πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα (H/Y, σταθερή καρέκλα, μηχανοκίνητη πλατφόρμα για το χέρι, σερβοκινητήρας, σύστημα ανίχνευσης γωνιακής μετατόπισης)	Με δεμένα μάτια, ακουστικά Velocity replication 1) Active Active (AA): ενεργητική κίνηση και ενεργητική αναπαραγωγή της σε 5 διαφορετικές ταχύτητες: 10 ± 7.5 , 25 ± 7.5 , 40 ± 7.5 , 55 ± 7.5 , $70 \pm 7.5^\circ/s$ με λεκτική παρότρυνση για ταχύτητα ταχύτητα και ROM καθορίζει ο δοκιμαζόμενος 2) Passive Active (PA): παθ. κίνηση (10° , 25° , 40° , 55° , $70^\circ/s$) ROM 60° , $a=110^\circ/s^2$, 6 φορές κάθε ταχύτητα με τυχαία σειρά και ενεργ. αναπαραγωγή Velocity discrimination 3) Passive Passive (PP): παθητική κίνηση $30^\circ/s$ και $50^\circ/s$, και διάκριση μεταξύ άλλης ταχύτητας παθητικής κίνησης (πιο αργό ή πιο γρήγορο) 4) Semi-Passive Semi-Passive (SS): ίδιο με PP αλλά με μικρή αντίσταση (5 Nm)
(Djupsjöbacka and Domkin, 2005)	16 υγιείς	Ωμος (οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή)	-Position- Matching -Velocity- Discrimination	Αυτοματοποιημένο σύστημα (H/Y, σταθερή καρέκλα, κινητή πλατφόρμα για το χέρι, ηλεκτρομαγνητικό σύστημα καταγραφής κίνησης)	Με δεμένα μάτια, ακουστικά 1) Ωμος σε κάμψη 45° , αντιβράχιο σε κάμψη $20^\circ-30^\circ$ και έσω στροφή ώμου 2) Οι συμμετέχοντες κρατούσαν διακόπτη στο αριστερό χέρι, για να αναγνωρίζουν την θέση του άκρου 3) Position-matching: αρχικές θέσεις 0° , 40° , 80° / θέσεις στόχοι 16° , 32° , 48° , 64° (οβελιαίο επίπεδο) 4) AA: ενεργητική κίνηση από αρχική προς προκαθορισμένη θέση (κλείδωμα στην θέση από το μηχάνημα)/ ο συμμετέχων να θυμάται την θέση/ επιστροφή άκρου στην αρχική θέση/ ενεργητική κίνηση

					<p>προς την προκαθορισμένη θέση/ πατάει τον διακόπτη στο σημείο που νομίζει</p> <p>5) PA: όπως την AA/ παθητική κίνηση του άκρου προς τον στόχο με ταχύτητα 19°/s</p> <p>6) PP: όπως AA/ παθητικά το άκρο προς τον στόχο με ταχύτητα 19°/s (target presentation) και 9°/s (matching)/ πάτημα διακόπτη στην σωστή θέση</p> <p>7) SS: όπως PP/ με ροπή 5 Nm (7.6±1.4 Nm)</p> <p>8) Velocity-discrimination: στήσιμο όμοιο με position-matching/ διάκριση της ταχύτητας κίνησης μεταξύ των δύο μελών/ οριζόντια απαγωγή δεξί</p> <p>9) PP/SS: σύγκριση ταχύτητας μεταξύ κινήσεων</p> <p>10) Παθ. κίνηση άκρου από το μηχάνημα/ στο SS μικρή ροπή</p> <p>11) Λεκτική παρότρυνση για ταχύτητα/ διάκριση με άλλη κίνηση 30°/s και 50°/s</p>
(Drouin et al., 2003)	14 υγιείς	Γόνατο	Velocity Replication	Ισοκινητικό δυναμόμετρο (δεξί πόδι), ηλεκτρογωνιόμετρο προσαρμοσμένο σε βραχίονα (αριστερό πόδι)	<p>Με δεμένα μάτια, ακουστικά.</p> <p>1) Παθητική κίνηση στο δεξί πόδι και ενεργητική αναπαραγωγή στο αριστερό</p> <p>2) Δύο ROM (0°-30° και 60°-90°) Μειομετρική και πλειομετρική (έκταση και κάμψη) Σε 4 ταχύτητες (5°, 10°, 15°, 30 °/s) και σύνολο 16 συνδυασμοί Μέσος όρος τριών δοκιμαστικών για κάθε συνδυασμό (5sec διάλειμμα ανάμεσα)</p> <p>3) Εξοικείωση πριν το τεστ στις 20°/s (κάμψη και έκταση)</p>
(Westlake et al., 2007)	70 υγιείς (46 μεγαλύτεροι και 24 νεαροί)	Ποδοκνημική	Velocity Discrimination	Μηχάνημα ροπής (πλάκα ΠΔΚ, ποτενσιόμετρο για μέτρηση γωνιακής μετατόπισης, δεξί ποδοκνημική)	<p>Με δεμένα μάτια, ακουστικά</p> <p>1) Δεξί πόδι με κάμψη γόνατος 5°, ΠΔΚ ουδέτερη θέση</p> <p>2) Threshold to perception of passive movement (TPM): παθητική στροφή ΠΔΚ με ταχύτητα 0.25°/s (εφαρμογή τεστ 6 φορές με τυχαία σειρά, πάτημα κουμπιού στην κατάλληλη θέση)</p>

					<p>3) Passive JPS: παθητική πελματιαία κάμψη με ταχύτητα 5°/s, από ουδέτερη θέση προς 3 θέσεις: 10°, 12°, 15° κάμψης (εφαρμογή 6 επαναλήψεων από 2 φορές)</p> <p>4) Μετά από κράτημα 5 δευτερολέπτων, η ΠΔΚ κινούταν σε ξανά στην αρχική θέση 5° πελματιαίας κάμψης και πήγαινε παθητικά προς την θέση της δοκιμασίας, πάτημα διακόπτη από εξεταζόμενο)</p> <p>5) Velocity discrimination (10°/s): επιλογή ταχύτερης κίνησης μεταξύ δύο παθητικών κινήσεων (0° έως 20° πελματιαίας κάμψης (1^η) και 20° πελματιαία κάμψη έως 5° ραχιαίας κάμψης (2^η))</p>
(Nagai et al., 2016)	20 υγιείς	Γόνατο	<p>-JPS</p> <p>-TTDPM</p> <p>-Force-Sense (FS)</p> <p>-Velocity Sense (VS)</p>	<p>Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex), 3D Motion Analysis System, air compression sleeve (μόνο για TTDPM)</p>	<p>Με δεμένα μάτια, ακουστικά, μόνο επικρατές άκρο</p> <p>1) JPS: αρχική θέση γόνατος 90° , ενεργητική έκταση γόνατος μέχρι 15° (προκαθορισμένο εύρος από Biodex, 10 sec κράτημα), παθητική επιστροφή στην αρχική θέση, ενεργ. αναπαραγωγή θέσης και πάτημα κομβίου όταν πίστευε ο δοκιμαζόμενος ότι ήταν στις 15° (5 επαναλήψεις).</p> <p>2) TTDPM: αρχική θέση 15° , έναρξη παθητικής κίνησης από Biodex (είτε κάμψη είτε έκταση) με 0,25° /s, πάτημα κομβίου όταν γίνει αντιληπτή η κίνηση και η κατεύθυνση. FS: Αρχικά μέγιστη ισομετρική για καθορισμό MVIC (Maximum Voluntary Isometric Contraction) (3 μετρήσεις και μέσος όρος) προς κάμψη και προς έκταση. Μέτρηση: αρχική θέση 45° και δύναμη προς έκταση, αναπαραγωγή 30% μέσο MVIC με οπτική ανατροφοδότηση, διάλειμμα για 5 sec, αναπαραγωγή 30% μέσω MVIC <u>χωρίς</u> ανατροφοδότηση (5 επαναλήψεις). Αντίστοιχα και για κάμψη.</p> <p>1) VS: Αρχικά παθητική κίνηση προς κάμψη και έκταση με 20°/s (5 επαναλήψεις) ROM 0° - 90° . Μετά, ενεργητική αναπαραγωγή (έκταση και κάμψη) για 10 επαναλήψεις και καταγραφή της κίνησης με 3D Motion Analysis System (15° - 75° για καταγραφή ταχύτητας).</p>

(Deshpande et al., 2003)	24 υγιείς 3 γκρουπ (20-39, 40-59, ≥ 60 χρ.)	Ποδοκνημική	-TTDPM -Ενεργητικό JPR -Velocity Replication -Αναπαραγωγή Ροπής (Torque Reproduction)	Πλατφόρμα με προσαρμοσμένη επιφάνεια (για ΠΔΚ) συνδεδεμένη με κινητήρα και ποτενσιόμετρο	Με δεμένα μάτια, ασθενής όρθιος στην πλατφόρμα 1) TTDPM: κίνηση ΠΔΚ με 0,25°/s 3 φορές προς ραχιαία και πελματιαία κάμψη τυχαία, πάτημα κομβίου όταν γίνει αντιληπτή η κίνηση και η κατεύθυνση, καταγραφή της γωνίας 2) JPR: ενεργητική κίνηση κριτηρίου και αναπαραγωγής στις 5°, 10° πελματιαίας κάμψης και 5° ραχιαίας και πάτημα κομβίου 3) Velocity replication: σε προκαθορισμένο εύρος μεταξύ 20° ραχιαίας και 22° πελματιαίας κάμψης, κίνηση σε ταχύτητα επιλογής από τον δοκιμαζόμενο και αναπαραγωγή της μετά από 5 δευτερόλεπτα. 4) Αναπαραγωγή ροπής: από καθιστή θέση (γόνατο 60° κάμψης, πλάτη καθίσματος 100°) με χρήση προγράμματος από ισοκινητικό δυναμόμετρο, αναπαραγωγή του 50% της μέγιστης εκούσιας ισομετρικής ροπής για 10 sec και 5 sec διάλειμμα
(Ph.D and Hassan, 2019)	39 ασθενείς με ΕΠΠ	Γόνατο	-JPS	Ισοκινητικό Δυναμόμετρο (Biodex 3)	Με δεμένα μάτια, ασθενής καθιστός στην καρέκλα του ισοκινητικού 1) JPS: γωνίες μέτρησης οι 20° και 60° στο γόνατο με γωνιακή ταχύτητα 2°/s 2) Ο εθελοντής κινεί ενεργητικά το γόνατο στην θέση στόχο και ζητείται να θυμάται την συγκεκριμένη θέση 3) Στην συνέχεια ο εθελοντής κινεί ενεργητικά το γόνατο στην θέση στόχο και πατάει το κουμπί διακοπής, μένοντας το γόνατο για 5 sec στην θέση

Πίνακας 3.3. Περιγραφική ανασκόπηση μελετών των παραμέτρων της ιδιοδεκτικότητας στην αρθρογραφία

3.5.4. ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΩΝ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Μέσα από την βιβλιογραφία υπάρχει σαφής συσχέτιση ιδιοδεκτικότητας και τραυματισμού, διότι σημαντικό ποσοστό της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης μπορεί να τροποποιηθεί λόγω ενός τραυματισμού. Η σωματοαισθητική σε συνδυασμό με την οπτικοακουστική πληροφόρηση, παρέχουν ασφαλή διατήρηση της ισορροπίας κατά την διάρκεια κινητικών δραστηριοτήτων. Οποιαδήποτε αλλαγή ή μείωση της πληροφόρησης σε αυτά τα συστήματα, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές της φυσιολογικής κίνησης και αστάθεια στην στάση του σώματος, οδηγώντας σε πιθανό τραυματισμό. Το ερώτημα που εγείρεται είναι σε τι βαθμό μπορεί να επηρεάσει ένας αρθρικός ή ένας μυϊκός τραυματισμός την ιδιοδεκτική λειτουργία, παρά αν απλά μπορεί να την επηρεάσει (Ogard, 2011).

Το αισθητικοκινητικό σύστημα είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού του κινητικού και του αισθητηριακού συστήματος και δρα σφαιρικά ρυθμίζοντας την λειτουργία ολόκληρου του σώματος. Οι διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας περιλαμβάνουν δυσλειτουργίες όπως: μειωμένη ιδιοδεκτική ακρίβεια, μειωμένη ικανότητα επανατοποθέτησης και μειωμένη βαρύτητα των ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων (Brumagne et al., 2004).

Διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας μπορούν να συμβούν σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις του μυοσκελετικού συστήματος λόγω πόνου, οιδήματος, τραύματος και κόπωσης. Η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να παράξει μηχανισμούς ανατροφοδότησης και προπαρασκευής, συμβάλλοντας στον κινητικό έλεγχο, την ακρίβεια της κίνησης και την στατική σταθεροποίηση (Röijezon et al., 2015b).

Ο κύριος σκοπός της ιδιοδεκτικής αποκατάστασης είναι η επανεκπαίδευση προσαγωγών ιδιοδεκτικών οδών, οι οποίοι έχουν τροποποιηθεί λόγω ενός τραυματισμού. Για τον νευρομυϊκό έλεγχο, η αποκατάσταση μπορεί να χωριστεί σε τρία επίπεδα κινητικού ελέγχου. Πρώτο επίπεδο αποτελούν τα αντανακλαστικά, τα οποία ανήκουν στο σπονδυλικό επίπεδο. Σκοπός της αποκατάστασης στο σπονδυλικό επίπεδο είναι η σταθεροποίηση των αρθρικών αντανακλαστικών σε καταστάσεις φορτίσεων πέρα από το φυσιολογικό. Η χρήση των ασκήσεων που διευκολύνουν την δυναμική αρθρική σταθεροποίηση, έχουν σαν αποτέλεσμα καλύτερο νευρομυϊκό έλεγχο. Το δεύτερο επίπεδο βρίσκεται στο εγκεφαλικό στέλεχος και λαμβάνει πληροφορίες από τους αρθρικούς μηχανοϋποδοχείς, το αιθουσαίο και το οπτικό σύστημα με σκοπό την διατήρηση της σωστής στάσης του σώματος και της ισορροπίας. Το

ανώτερο επίπεδο στην λειτουργία του ΚΝΣ αποτελείται από τον κινητικό φλοιό, τα βασικά γάγγλια και την παρεγκεφαλίδα και συμβάλλει στην συνειδητή επίγνωση της θέσης και κίνησης του σώματος. Εξάσκηση της κιναισθησίας και ιδιοδεκτικότητας σε αυτό το επίπεδο είναι απαραίτητες για βελτίωση της νευρομυϊκής λειτουργίας. Η ενσωμάτωση αυτών των τριών επιπέδων νευρομυϊκού ελέγχου θα πρέπει να γίνεται νωρίς στην αποκατάσταση για βέλτιστα αποτελέσματα. Κάποια παραδείγματα εξάσκησης σε σπονδυλικό επίπεδο αποτελούν οι δραστηριότητες με γρήγορες εναλλαγές και γρήγορες κινήσεις της άρθρωσης. Σχετικά με το δεύτερο επίπεδο, η εξάσκηση αφορά δραστηριότητες ισορροπίας και στάσης του σώματος, με ή χωρίς οπτική ανατροφοδότηση. Δραστηριότητες που αφορούν την αλλαγή από συνειδητό σε ασυνείδητο κινητικό προγραμματισμό, αποτελούν οι δραστηριότητες αρθρικής θέσης σε τελικά εύρη τροχιάς (Lephart et al., 1997, Riemann and Lephart, 2002, Tsay et al., 2016).

Παθητικές και ενεργητικές παρεμβάσεις χρησιμοποιούνται κλινικά για την αντιμετώπιση της ιδιοδεκτικής δυσλειτουργίας. Παθητικές παρεμβάσεις όπως οι ειδικές τεχνικές κινητοποίησης (Manual Therapy) και η περίδεση (Taping), εφαρμόζονται για την μείωση του πόνου και του οιδήματος και την βελτίωση της ποιότητας της κίνησης. Οι ενεργητικές ασκήσεις επανατοποθέτησης, οι τεχνικές ενδυνάμωσης, οι ασκήσεις συντονισμού και ισορροπίας σε διάφορες επιφάνειες και οι ασκήσεις με χρήση πλατφόρμας δόνησης αφορούν τις ενεργητικές παρεμβάσεις της αποκατάστασης (Clark et al., 2015).

Η έρευνα σχετικά με την αξιολόγηση της αίσθησης της ταχύτητας είναι αρκετά περιορισμένη. Η ποικιλία των μεθοδολογιών και του εξοπλισμού αξιολόγησης της αίσθησης της ταχύτητας σε συνδυασμό με τον μικρό αριθμό ερευνών αξιολόγησής της στο κάτω άκρο, αφορά περιορισμένο αριθμό υγιών δοκιμαζόμενων. Επομένως, υπογραμμίζεται η ανάγκη περαιτέρω έρευνας με σύγχρονο, αξιόπιστο και ερευνητικά διαθέσιμο εξοπλισμό ώστε να διερευνηθεί αυτή η πτυχή της ιδιοδεκτικότητας.

Παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω παρεμβάσεις φαίνεται να βελτιώνουν την ιδιοδεκτική λειτουργία, είναι φανερό πως στην πλειοψηφία τους δεν περιλαμβάνουν ασκήσεις που να εστιάζουν συγκεκριμένα στην αίσθηση της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας. Ειδικότερα, στο κομμάτι της ταχύτητας δεν υπάρχουν αναφορές ούτε για πρωτόκολλα αξιολόγησης, αλλά ούτε και για πρωτόκολλα αποκατάστασης και παρεμβάσεων που να συμβάλλουν στην αποκατάστασή της.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η δημιουργία ενός κατάλληλου πρωτοκόλλου με την χρήση του ισοκινητικού δυναμομέτρου, ώστε να διερευνηθεί: α) η αντίληψη της αίσθησης της θέσης και β) η αντίληψη της αίσθησης της ταχύτητας, το οποίο θα χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία και θα μπορεί με ευκολία να αναπαραχθεί για διάφορες θέσεις και διάφορες ταχύτητες. Η δημιουργία του πρωτοκόλλου θα μπορούσε να συμβάλλει στην κατανόηση της αίσθησης της ταχύτητας και να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τη μελλοντική μελέτη των παθολογιών στις οποίες αυτή διαταράσσεται, με ποια πρωτόκολλα θα μπορούσε να αποκατασταθεί και να συμβάλλει στην διερεύνηση της συσχέτισης των διαταραχών της αίσθησης της θέσης με την αίσθηση της ταχύτητας στην άρθρωση του γόνατος.

Για τους παραπάνω λόγους κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή (intra-rater) και μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) του προτεινόμενου πρωτοκόλλου, το οποίο περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο.

3.6. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

Μέσα από την ανασκόπηση της αρθρογραφίας προκύπτουν οι παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις που αφορούν την αξιοπιστία ενδοεξεταστή (intra - rater):

Μηδενική υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει αξιοπιστία ενδοεξεταστή (intra - rater) για την αξιολόγηση της αίσθησης της αρθρικής θέσης και ταχύτητας του γόνατος στις τρεις δοκιμασίες.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Υπάρχει αξιοπιστία ενδο-εξεταστή (intra - rater) για την αξιολόγηση της αίσθησης της αρθρικής θέσης και ταχύτητας του γόνατος στις τρεις δοκιμασίες.

Και οι παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις που αφορούν την αξιοπιστία μέτρησης/ επαναμέτρησης (test - retest):

Μηδενική υπόθεση (H_0): Δεν υπάρχει αξιοπιστία μέτρησης/ επαναμέτρησης (test - retest) για την αξιολόγηση της αίσθησης της αρθρικής θέσης και ταχύτητας του γόνατος στις τρεις δοκιμασίες.

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Υπάρχει αξιοπιστία μέτρησης/ επαναμέτρησης (test - retest) για την αξιολόγηση της αίσθησης της αρθρικής θέσης και ταχύτητας του γόνατος στις τρεις δοκιμασίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την μελέτη του ερευνητικού ερωτήματος και των ερευνητικών υποθέσεων πραγματοποιήθηκε μια μελέτη αξιοπιστίας σχετικά με: τον έλεγχο της αξιοπιστίας μεταξύ των επαναλήψεων κάθε δοκιμασίας, την πρώτη ημέρα από τον ίδιο εξεταστή (έλεγχος επαναληψιμότητας των μετρήσεων: Intra-Rater Reliability) και τον έλεγχο μέτρησης/ επαναμέτρησης (Test - Retest) μεταξύ των δοκιμασιών της πρώτης και της δεύτερης ημέρας από τον ίδιο εξεταστή. Η μέθοδος του ενδοεξεταστή αξιολογεί την επαναληψιμότητα των μετρήσεων από τον ίδιο εξεταστή και η μέθοδος της μέτρησης/ επαναμέτρησης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα της ίδιας διαδικασίας από τον ίδιο εξεταστή. Η αξιοπιστία εξαρτάται από το λάθος της μέτρησης στην έρευνα και το μικρό τυχαίο σφάλμα που μπορεί να υπάρχει σε μια έρευνα, σχετίζεται με υψηλή αξιοπιστία (Koo and Li, 2016, Harvey, 2021, Perinetti, 2018).

4.1. ΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο συνολικός αριθμός των εθελοντών που συμμετείχαν στην μελέτη ήταν 43 υγιή άτομα (19 άνδρες και 24 γυναίκες) ηλικιών μεταξύ 18 και 35 έτη. Για την παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε δείγμα ευκολίας από το Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Λαμία και ειδικότερα με την μέθοδο της χιονοστιβάδας, καθώς πολλοί από τους συμμετέχοντες εισήγαγαν άλλους εθελοντές στην έρευνα. Οι εθελοντές που συμμετείχαν ήταν άτομα υγιή, πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης και αποτελούσαν φοιτητές του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ο χώρος που πραγματοποιήθηκε η έρευνα ήταν το εργαστήριο «Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Λαμία.

4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Στα κριτήρια ένταξης δεν υπήρχε κάποιος περιορισμός και στην έρευνα μπορούσε να συμμετέχει οποιοσδήποτε υγής εθελοντής άνω των 18 ετών. Τα κριτήρια αποκλεισμού αφορούσαν καταστάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να περιορίσουν την λειτουργικότητα των εθελοντών όπως: ιστορικό χειρουργείου στην άρθρωση του γόνατος, ενέσιμες θεραπείες στο γόνατο τους τελευταίους 3 μήνες, κάποιος οξύς τραυματισμός στο γόνατο, πιθανές νευρολογικές διαταραχές/ παθήσεις, φλεγμονώδεις παθήσεις των αρθρώσεων των κάτω άκρων, ψυχιατρικές διαταραχές ή γνωστικά ελλείμματα, διαταραχές μνήμης, εγκυμοσύνη ή θηλασμός και χρόνια χρήση κορτικοστεροειδών.

4.3. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ

Στην αποκατάσταση είναι σημαντικό να υπάρχουν όσο το δυνατόν έγκυρα και αξιόπιστα μέσα για την μέτρηση της μυϊκής δύναμης, προκειμένου να μπορεί να καθοριστεί το ποσοστό αποτελεσματικότητας της θεραπευτικής παρέμβασης. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο αποτελεί την συνηθέστερη μέθοδο αξιολόγησης της μυϊκής επίδοσης τόσο σε κλινικό όσο και σε ερευνητικό περιβάλλον. Σχετικά με την ακρίβεια και την αξιοπιστία του ισοκινητικού δυναμομέτρου, είναι σημαντικό να επιτυγχάνεται επαρκής αναπαραγωγιμότητα της συσκευής πριν χρησιμοποιηθεί για κλινικούς σκοπούς.

Όλες οι μετρήσεις της μελέτης πραγματοποιήθηκαν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro (Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, New York, USA) (Εικόνα 4.1) στο εργαστήριο «Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Λαμία. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την μέτρηση της γωνιακής θέσης, της ροπής και της ταχύτητας με δείκτη αξιοπιστίας (ICC=0.99). Επιπλέον, προσφέρει αξιόπιστες επαναλαμβανόμενες μετρήσεις την ίδια ή διαφορετικές ημέρες (Drouin et al., 2004).

Ο όρος της ισοκίνησης ερμηνεύεται ως μια δυναμική μυϊκή συστολή, διότι η ταχύτητα της κίνησης είναι ελεγχόμενη και διατηρείται σταθερή από το δυναμόμετρο. Η αντίσταση της συσκευής είναι ισοδύναμη με την μυϊκή ροπή που εφαρμόζεται σε όλο το ROM. Για να επιτευχθεί βέβαια η ισοκίνηση, απαιτείται η χρήση μιας μηχανικής συσκευής ικανής να διατηρήσει σταθερή την ταχύτητα της κίνησης. Αυτός ο μηχανισμός ελέγχου της ταχύτητας

είναι συνήθως ένα ηλεκτρικό μοτέρ ή μια υδραυλική βαλβίδα. Η γωνιακή ταχύτητα της κίνησης του μηχανήματος είναι προκαθορισμένη και δεν μπορεί να μεταβληθεί, ανεξαρτήτως της δύναμης που εφαρμόζεται. Κάθε αύξηση της εξωτερικής ροπής έχει σαν αποτέλεσμα μια ισόποση αντίσταση από τον μηχανισμό ελέγχου του μηχανήματος (Baltzopoulos and Brodie, 1989, Dvir and Müller, 2020).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro, το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο αξιόπιστα μέσα αξιολόγησης και αποκατάστασης στον χώρο της φυσικοθεραπείας και του αθλητισμού. Παρέχει πολλές δυνατότητες σχετικά με το είδος της κίνησης (π.χ. ενεργητική, παθητική) και όλες τις συστολές των μυών (π.χ. σύγκεντρα, έκκεντρα και ισομετρική). Στα πλεονεκτήματα της συσκευής ανήκουν: η δυνατότητα για μέγιστη εξάσκηση σε όλο το ROM των αρθρώσεων, η εξάσκηση σε διάφορες γωνίες και ταχύτητες και η προσομοίωση λειτουργικών δραστηριοτήτων για επιστροφή σε αθλητικό και όχι μόνο περιβάλλον. Από την ισοκίνηση μπορούν να εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες με ποσοτικό τρόπο, σχετικά με την ροπή, το έργο, την ισχύ, την ταχύτητα και την θέση των εξεταζόμενων μυϊκών ομάδων και αρθρώσεων. Χαρακτηριστικό της ισοκίνησης είναι πως η αξιοπιστία και εγκυρότητα που προσφέρει η χρήση του, δεν περιορίζεται μόνο σε διαγνωστικό/ προγνωστικό σκοπό, αλλά και στα πλαίσια της αποκατάστασης (Baltzopoulos and Brodie, 1989, Dvir and Müller, 2020).

Οι γωνιακές ταχύτητες που χρησιμοποιούνται στις μετρήσεις με το ισοκινητικό δυναμόμετρο ποικίλουν. Το μηχάνημα έχει την δυνατότητα εφαρμογής από πολύ χαμηλές έως πολύ υψηλές ταχύτητες (από 2°/s έως 500°/s). Συνήθως στην αποκατάσταση χρησιμοποιούνται μεσαίες ταχύτητες (π.χ. 60, 90, 120, 150, 180 °/s) αναλόγως τον σκοπό και την περίπτωση. Σε μελέτες αξιολόγησης δύναμης και μυϊκής απόδοσης εφαρμόζονται μεσαίες και υψηλές ταχύτητες, ενώ σε μελέτες επικεντρωμένες στην ιδιοδεκτικότητα εφαρμόζονται χαμηλότερες ταχύτητες (Dvir and Müller, 2020, Baltzopoulos and Brodie, 1989).



Εικόνα 4.1. Ισοκινητικό Δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro

4.3.1. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο θεωρείται μια αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης για όλες τις μετρήσιμες αρθρώσεις και ειδικότερα στην άρθρωση του γόνατος παρουσιάζει υψηλή ευαισθησία. Η μελέτη των Feiring et al (1990), έδειξε υψηλή αξιοπιστία μεταξύ επαναλαμβανόμενων μετρήσεων της άρθρωσης του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex. Αξιολογήθηκε η μειομετρική κάμψη και έκταση του γόνατος στις γωνιακές ταχύτητες 60°/s, 180°/s, 240°/s και 300°/s. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μηχάνημα παράγει υψηλή και στατιστικά σημαντική αξιοπιστία, τόσο κατά την έκταση όσο και κατά την κάμψη του γόνατος στην μέγιστη ροπή. Ειδικότερα, η μέγιστη ροπή στην έκταση του γόνατος παρουσίαζε δείκτες $r = 0.95$ στις 60°/s, $r = 0.96$ στις 180°/s, $r = 0.95$ στις 240°/s και $r = 0.97$ στις 300°/s. Το έργο των εκτεινόντων είχε δείκτες $r = 0.96$ στις 60°/s, $r = 0.97$ στις 180°/s, $r = 0.96$ στις 240°/s και $r = 0.95$ στις 300°/s. Επομένως, η ισοκινητική μειομετρική

λειτουργία του μηχανήματος σύμφωνα με την μελέτη, ήταν αξιόπιστη για αξιολόγηση μέτρησης/ επαναμέτρησης της μέγιστης μυϊκής απόδοσης (Feiring et al., 1990).

Οι Drouin et al (2004) αξιολόγησαν την αξιοπιστία και εγκυρότητα τριών μεταβλητών, της θέσης, της ροπής και της γωνιακής ταχύτητας στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3. Για την αξιολόγηση της εγκυρότητας του μηχανήματος υιοθετήθηκε μια μέθοδος κριτηρίου για κάθε μια από τις παραπάνω μεταβλητές. Η θέση αξιολογήθηκε με ένα ινκλινόμετρο χειρός σαν εργαλείο κριτηρίου, το οποίο μετρούσε την κίνηση του βραχίονα κάθε 5° σε όλο το διαθέσιμο εύρος (0° έως 305°) σε ισομετρικά πρωτόκολλα αξιολόγησης. Η ροπή αξιολογήθηκε με ισομετρικό πρωτόκολλο σε έξι διαφορετικές ροπές με καθορισμένα βάρη για την κάθε μια (2.7 kg, 6.82 kg, 11.36 kg, 15.91 kg, 22.73 kg, 29.55 kg) με το ινκλινόμετρο τοποθετημένο κάθετα (90°) στον βραχίονα του μηχανήματος. Για την γωνιακή ταχύτητα τοποθετήθηκε ένα βάρος 4.55 kg στο άκρο του βραχίονα, ο οποίος επιταχυνόταν χειροκίνητα στις ταχύτητες της δοκιμής (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 400, 450, 500 °/s) σε ένα συγκεκριμένο τόξο 70°. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το Biodex System 3 αποτελεί ένα αξιόπιστο όργανο μέτρησης της θέσης, της ισομετρικής ροπής και σε χαμηλές με μεσαίες ταχύτητες (<300°/s). Συμπερασματικά, αναφέρουν πως το εργαλείο διαθέτει αξιοπιστία σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις την ίδια μέρα αλλά και σε διαφορετικές μέρες, με την ροπή και την θέση να διαθέτουν εγκυρότητα σε κλινικό και ερευνητικό επίπεδο (Drouin et al., 2004).

Στην μελέτη των Nugent et al (2015) αξιολογήθηκε η αναπαραγωγιμότητα μέσω της διαδικασίας test-retest σε διαφορετικές ταχύτητες και η εξοικείωση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο όσον αφορά το μέγεθος της μυϊκής δύναμης. Το πρωτόκολλο αποτελούταν από 4 μετρήσεις, την ίδια μέρα και ώρα κάθε εβδομάδα από τον ίδιο εξεταστή και αφορούσε την άρθρωση του γόνατος στην κάμψη και έκταση. Οι ταχύτητες μέτρησης ήταν οι: 60°/s, 120°/s, 180°/s και 240°/s για 5 επαναλήψεις σύγκεντρης κάμψης και έκτασης. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν πολύ υψηλά και οι συγγραφείς πρότειναν μετρήσεις εξοικείωσης για την καλύτερη αφομοίωση της διαδικασίας (Nugent et al., 2015).

Στην έρευνα των Driessche et al (2018) μετρήθηκε ο βαθμός αξιοπιστίας test-retest της ταχύτητας και δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε μεγαλύτερα σε ηλικία άτομα. Η αξιολόγηση έγινε με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 και αφορούσε όχι μόνο την ισομετρική αλλά και την ισοτονική μέτρηση. Στην πρώτη μέτρηση καταγράφηκε μόνο η μέγιστη ροπή, ενώ στην δεύτερη μέτρηση καταγράφηκε και η ταχύτητα. Στην ισομετρική μέτρηση δεν παρατηρήθηκαν δυσκολίες, ωστόσο στην ισοτονική μέτρηση οι

εθελοντές εμφάνισαν αδυναμία επίτευξης στο 75% της αντίστασης. Ως εκ τούτου το συγκεκριμένο ποσοστό θεωρήθηκε ως αναξιόπιστο και η μέτρηση επικεντρώθηκε στα υπόλοιπα ποσοστά (0%, 25% και 50% φόρτισης). Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία μέτρησης-επαναμέτρησης (ICC: 0.87 – 0.98) για όλες τις ισοτονικές μετρήσεις σε σχετικά χαμηλή φόρτιση (0%, 25% και 50%) σε μεγαλύτερους πληθυσμούς (Van Driessche et al., 2018).

Οι Sole et al (2007) μελέτησαν την αξιοπιστία της διαδικασίας test-retest στις κινήσεις της κάμψης και έκτασης του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Σκοπός τους ήταν να καθορίσουν την αξιοπιστία της μέγιστης ροπής και του έργου της σύγκεντρης και έκκεντρης κάμψης και έκτασης γόνατος σε υγιείς εθελοντές. Η διαδικασία διεξήχθη σε δύο ξεχωριστές μέρες με 7 μέρες διαφορά μεταξύ τους. Εξετάστηκε το επικρατές κάτω άκρο, ενώ το κάθισμα του ισοκινητικού ρυθμίστηκε στις 100° κλίση και το ROM ήταν μεταξύ 0° και 85° κάμψης γόνατος. Οι εθελοντές εκτέλεσαν 10 υπομέγιστες και 2 μέγιστες μειομετρικές και πλειομετρικές συστολές για προθέρμανση και εξοικείωση με την διαδικασία. Η κυρίως διαδικασία περιελάμβανε 3 μέγιστες σύγκεντρες και 3 μέγιστες έκκεντρες εκτάσεις του γόνατος με ταχύτητα 60°/s, με 15 δευτερόλεπτα παύσης ανάμεσα στις συστολές. Στην αρχή οι εθελοντές καλούνταν να εκτελέσουν 3 μειομετρικές εκτάσεις ενάντια στην αντίσταση του βραχίονα και να ελέγξουν την πλειομετρική έκταση του βραχίονα από το μηχάνημα. Το αντίστροφο ίσχυε για την κίνηση της κάμψης. Από τα αποτελέσματα της μελέτης σημειώθηκε υψηλή αξιοπιστία της διαδικασίας στις 60°/s κάμψης και έκτασης της άρθρωσης του γόνατος (Sole et al., 2007).

Μια άλλη μελέτη που αφορούσε την αξιοπιστία του ισοκινητικού δυναμομέτρου πραγματοποιήθηκε στην άρθρωση του ώμου από τους Meeteren et al (2002). Σκοπός ήταν να διερευνηθεί η αξιοπιστία test-retest της ροπής του ώμου σε υγιείς εθελοντές. Το πρωτόκολλο περιείχε δύο συνεδρίες με μεσοδιάστημα δύο εβδομάδων μεταξύ τους. Οι ταχύτητες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι 60°/s για την απαγωγή και οι 120°/s για την προσαγωγή του ώμου. Επίσης, 60°/s για την έξω στροφή και 180°/s για την έσω στροφή αντίστοιχα. Στις χαμηλότερες γωνιακές ταχύτητες εκτελέστηκαν 5 επαναλήψεις, ενώ στις υψηλότερες εκτελέστηκαν 10 επαναλήψεις. Βασική μεταβλητή ανάλυσης ήταν η μέγιστη ροπή λόγω της χρησιμότητάς της στην ισοκινητική λειτουργία. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν δείκτες αξιοπιστίας μεταξύ ICC = 0.69 και 0.92, οι οποίοι υποδεικνύουν καλή έως άριστη αξιοπιστία, ενώ η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά υπολογίστηκε μεταξύ 21% και 43% (van Meeteren et al., 2002).

4.3.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Πριν την τοποθέτηση του κάθε συμμετέχοντα και την προετοιμασία του δυναμομέτρου μετρήθηκαν τα σωματομετρικά στοιχεία των συμμετεχόντων, ύψος και βάρος, με τη χρήση αναστημόμετρου (Εικόνα 4.2) και ζυγαριάς (Εικόνα 4.3) αντίστοιχα στον εργαστηριακό χώρο των μετρήσεων. Στη συνέχεια, καταγράφονταν τα στοιχεία του κάθε συμμετέχοντα (ονοματεπώνυμο, ημερομηνία γέννησης, βάρος, ύψος) σε αρχείο καταγραφής στον Η/Υ. Στην συνέχεια, οι ερευνητές σημείωναν τα οδηγιά σημεία στο δεξί γόνατο των ατόμων μέσω γωνιομέτρησης, τα οποία θα χρησιμοποιευσαν στον μετέπειτα καθορισμό των παραμέτρων κατά την διαδικασία των μετρήσεων.



Εικόνα 4.2. Αναστημόμετρο εργαστηρίου



Εικόνα 4.3. Ζυγαριά εργαστηρίου

4.3.3. ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΘΙΣΜΑΤΟΣ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ



Εικόνα 4.4. Κάθισμα Biodex System 3 Pro

Ο κάθε δοκιμαζόμενος τοποθετήθηκε στην καρέκλα (Εικόνα 4.4) του ισοκινητικού δυναμομέτρου με σταθεροποιημένο τον μηρό και την πλάτη, με τον τρόπο που περιγράφεται και ορίζεται από τον κατασκευαστή. Η πλάτη του καθίσματος σε όλες τις μετρήσεις ρυθμίστηκε στις 110° (ένδειξη 70 στο κάθισμα του ισοκινητικού) προκειμένου να αποφευχθεί η μυϊκή τάση των οπίσθιων μηριαίων κατά την έκταση του γόνατος. Η πρόσθια/ οπίσθια μετατόπιση της πλάτης και το ύψος του βραχίονα στην κνήμη, ρυθμίζονταν ανάλογα με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε ατόμου.

Το σημείο πρόσδεσης του βραχίονα κίνησης δενόταν στο κάτω τριτημόριο της κνήμης και ο άξονας περιστροφής του δυναμομέτρου βρισκόταν στο ύψος του έξω μηριαίου κονδύλου του δεξιού γόνατος. Σε όλες τις δοκιμασίες οι εθελοντές φορούσαν μάσκα ματιών, για τον

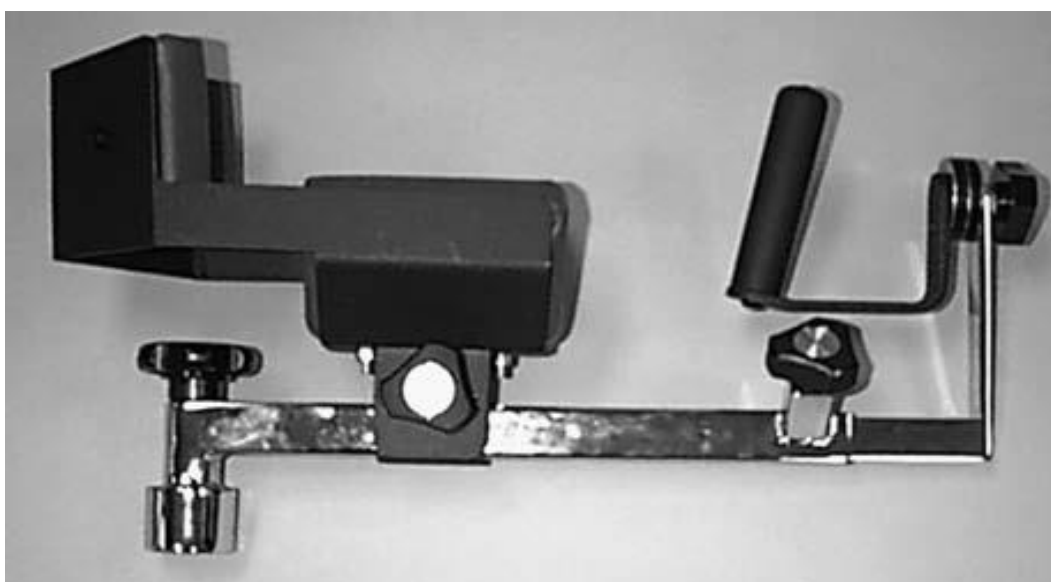
περιορισμό των οπτικών ερεθισμάτων. Η ένδυση ήταν άνετη (αθλητικά παπούτσια και σορτσάκι), τα οποία διευκόλυναν την κίνηση του γόνατος και τον καθορισμό των οδηγών σημείων. Για την ασφάλεια των ερευνητών και των εθελοντών, ήταν πάντα διαθέσιμο το κουμπί άμεσης διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος και το κάτω άκρο λυνόταν από τον βραχίονα κίνησης μετά το τέλος της κάθε μέτρησης. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο και όλος ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και οι μάσκες ματιών, απολυμαίνονταν με αντισηπτικά καθαριστικά μετά από κάθε δοκιμασία.

4.3.4. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ



Εικόνα 4.5.
Δυναμόμετρο

Η προετοιμασία του δυναμομέτρου ξεκινά με τη βαθμονόμηση (calibration) του ισοκινητικού δυναμόμετρου, μόλις ανοίγουν ο Η/Υ και το μηχάνημα. Η διαδικασία αυτή γίνεται πριν αρχίσει η δοκιμή και χωρίς τα εξαρτήματα ή κάποιο άκρο πάνω στον άξονα του μηχανήματος, για την αποφυγή τραυματισμού. Το δυναμόμετρο (Εικόνα 4.5) ρυθμίστηκε στις 90°, ενώ η κλίση του ήταν στις 0° για όλους τους συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε ο βραχίονας (Εικόνα 4.6) στον άξονα του δυναμομέτρου για το δεξί γόνατο.



Εικόνα 4.6. Βραχίονας γόνατος

4.3.5. ΓΩΝΙΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟ ΙΝΚΛΙΝΟΜΕΤΡΟ



Εικόνα 4.7. Γωνιόμετρο GIMA

Το γωνιόμετρο και το ψηφιακό ινκλινόμετρο αποτέλεσαν χρήσιμα εργαλεία για την διεξαγωγή της έρευνας, για τον υπολογισμό της ακριβούς γωνίας του γόνατος. Αρχικά, το γωνιόμετρο GIMA (Εικόνα 4.7) χρησιμοποιήθηκε από τους ερευνητές πριν την έναρξη των δοκιμασιών, για την καλύτερη καταγραφή των οδηγών σημείων των συμμετεχόντων. Για την γωνιομέτρηση, οι εθελοντές τοποθετούνταν σε πλάγια κατάκλιση με το γόνατο σε κάμψη, και την ΠΔΚ άρθρωση σε ουδέτερη θέση. Το οδηγό σημείο στο γόνατο σημειώθηκε στην έξω αρθρική σχισμή του γόνατος, ο σταθερός βραχίονας του γωνιομέτρου ήταν κατά μήκος της πλάγιας μέσης γραμμής του μηριαίου με οδηγό σημείο τον μείζονα τροχαντήρα, ενώ ο κινητός βραχίονας τοποθετούταν κατά μήκος του επιμήκους άξονα της περόνης με οδηγό σημείο το έξω σφυρό. Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του γωνιομέτρου έχει ερευνηθεί με υψηλούς δείκτες (ICC = 0.80) (Hancock et al., 2018) και με δείκτες ICC = 0.997 και 0.972 – 0.985 σε κάμψη και έκταση του γόνατος αντίστοιχα (Brosseau et al., 2001).



Εικόνα 4.8. Ψηφιακό ινκλινόμετρο CMT

Επιπρόσθετα, το ψηφιακό ινκλινόμετρο CMT (Εικόνα 4.8) ήταν χρήσιμο για τα μεσοδιαστήματα ανάμεσα στις δοκιμασίες. Χρησιμοποιήθηκε από τους ερευνητές κατά την εναλλαγή των πρωτοκόλλων στις δοκιμασίες 2 και 3, οι οποίες περιγράφονται παρακάτω στην ανάλυση της κύριας διαδικασίας. Κατά την μέτρηση της γωνίας του γόνατος με το γωνιόμετρο, το ινκλινόμετρο κολλούσε πάνω στον βραχίονα με τους μαγνήτες που διαθέτει στο κάτω μέρος του, ώστε να δείχνει τις μοίρες που βρισκόταν ο βραχίονας. Αυτή η διαδικασία γινόταν στο πρώτο σκέλος (παθητική κίνηση) των δοκιμασιών 2 και 3. Με αυτόν τον τρόπο μπορούσε να μετρηθεί με έγκυρο τρόπο η γωνία του

βραχίονα στο δεύτερο σκέλος (ενεργητική αναπαραγωγή) των δοκιμασιών 2 και 3. Επομένως, στο δεύτερο σκέλος των ενεργητικών δοκιμασιών, το εύρος τροχιάς του μηχανήματος ρυθμιζόταν μέσω της ένδειξης του ινκλινόμετρου και έτσι δεν απαιτούταν η εμπλοκή του εθελοντή στην διαδικασία της γωνιακής μέτρησης. Πριν από κάθε δοκιμασία γινόταν βαθμονόμηση (calibration) στο ινκλινόμετρο για την μέγιστη δυνατή εγκυρότητα των μετρήσεων (Romero-Franco et al., 2017, Romero-Franco et al., 2019).

Για την μελέτη των ερευνητικών υποθέσεων πραγματοποιήθηκε έρευνα αξιοπιστίας ενδοεξεταστή (intra-rater reliability) και αξιοπιστίας ελέγχου/επανελέγχου (test-retest reliability). Το υπό μελέτη πρωτόκολλο εφαρμόστηκε αρχικά από έναν αξιολογητή (Α) και στην συνέχεια από έναν δεύτερο αξιολογητή (Β). Επανάληψη του πρωτοκόλλου έγινε επίσης μια μέρα αργότερα, την ίδια ώρα με την πρώτη μέτρηση, από τον αξιολογητή (Α). Ο αξιολογητής (Α) ξεκινούσε την διαδικασία την πρώτη ημέρα και μετά το τέλος των δοκιμασιών, ο εθελοντής έκανε διάλειμμα 30 λεπτών μέχρι να ετοιμαστεί για την διαδικασία μετρήσεων του αξιολογητή (Β), ενώ την επόμενη μέρα (test-retest), μόνο ο εξεταστής (Α) επαναλάμβανε την ίδια διαδικασία. Οι εξεταστές ήταν τυφλοί ως προς τις καταγραφές των μετρήσεων. Ολόκληρη η διαδικασία και των τριών πρωτοκόλλων για τον κάθε εθελοντή διαρκούσε 30 λεπτά, ενώ ο χρόνος μετάβασης από την μέτρηση του πρώτου αξιολογητή στην επόμενη μέτρηση, ήταν επίσης 30 λεπτά. Συνολικά η μέτρηση του κάθε συμμετέχοντα διαρκούσε 1.30 ώρα. Ανάμεσα στις δοκιμασίες, ο εθελοντής έκανε διάλειμμα 5 λεπτών.

4.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.4.1. ΚΥΡΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Η κύρια διαδικασία των μετρήσεων απαρτίστηκε από τρεις δοκιμασίες με σκοπό την εξέταση της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης. Η πρώτη δοκιμασία εξέταζε την αίσθηση της θέσης, η δεύτερη δοκιμασία την αίσθηση της ταχύτητας και η τρίτη δοκιμασία τον συνδυασμό της θέσης και της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος. Πριν την έναρξη των δοκιμασιών, ο εκάστοτε ερευνητής έδινε λεκτικές οδηγίες στον κάθε εθελοντή για την καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας. Η λεκτική ενθάρρυνση κατά την αξιολόγηση με το ισοκινητικό δυναμόμετρο ενδέχεται να επηρεάσει την προσπάθεια του ατόμου και τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Ως εκ τούτου, δεν υπήρχε κάποιου είδους λεκτικής

ενθάρρυνσης. Σε παρόμοιες μελέτες, ορθότερη είναι η απόδοση οδηγιών πριν το ξεκίνημα των δοκιμασιών και όχι κατά την διάρκεια (Midgley et al., 2018, Dvir and Müller, 2020).

Η σειρά της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την καταγραφή των εθελοντών στον Η/Υ ήταν η ίδια για όλες τις μετρήσεις. Πρώτο βήμα καταγραφής ήταν η προσθήκη ασθενή, δεύτερο βήμα η ρύθμιση του πρωτοκόλλου της κάθε μέτρησης, τρίτο βήμα η γωνιομέτρηση της άρθρωσης και ο ορισμός των ορίων του ROM και τέλος ο ορισμός της ανατομικής γωνίας της άρθρωσης. Η κύρια διαδικασία των μετρήσεων περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

Για την αποφυγή απειλών εγκυρότητας οι ερευνητές πραγματοποιούσαν βαθμονόμηση (calibration) κάθε φορά κατά την έναρξη της λειτουργίας του μηχανήματος. Οι ερευνητές είχαν εξοικειωθεί με την λειτουργία του μηχανήματος και ειδικότερα στην άρθρωση του γόνατος. Τα πρωτόκολλα ήταν ίδια για όλους τους συμμετέχοντες, με την ίδια σειρά εκτέλεσης και τον ίδιο χρόνο ανάπαυσης. Δεν παρατηρήθηκαν πρακτικά προβλήματα κατά την χρήση του ισοκινητικού, εκτός από ελάχιστες φορές ανεπιτυχούς αλλαγής των πρωτοκόλλων, οι οποίες αφορούσαν μόνο τις πρώτες μετρήσεις και δεν υπολογίστηκαν στην τελική ανάλυση.

4.4.2. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS)

Στην μέτρηση JPS, το πρωτόκολλο ορίστηκε στην λειτουργία «Proprioception Mode» και το είδος της κίνησης ήταν το «Passive Movement». Το πρωτόκολλο αυτό περιελάμβανε σε αριθμό 5 επαναλήψεις με 5 δευτερόλεπτα κράτημα του γόνατος στην θέση στόχο. Ως αρχική θέση ορίστηκε η γωνία των 90° , η θέση στόχος ήταν οι 45° και η γωνιακή ταχύτητα $5^\circ/s$. Ο εξεταστής Α μετρούσε με το γωνιόμετρο την άρθρωση πάνω στον βραχίονα, ενώ παράλληλα ο εξεταστής Β έδενε τον βραχίονα κίνησης στην κνήμη. Στην συνέχεια όριζαν το εύρος της κίνησης, το οποίο ξεκινούσε από κάμψη γόνατος 90° και κατέληγε στην πλήρη έκταση 0° . Τελευταίο βήμα πριν ξεκινήσει η μέτρηση, ήταν η ρύθμιση της ανατομικής γωνίας στο δυναμόμετρο, η οποία ήταν πάντοτε σε όλες τις μετρήσεις οι 90° .

1^ο σκέλος: Την διαδικασία ξεκινούσε η παθητική κίνηση του άκρου προς έκταση (δεξί γόνατο), ξεκινώντας από τις 90° και φτάνοντας στις 45° . Η κίνηση γινόταν από τον ερευνητή, ο οποίος κινούσε τον βραχίονα μαζί με το άκρο στην θέση στόχο των 45°

(παθητική κίνηση για τον εθελοντή), έμνε ισομετρικά για 5 δευτερόλεπτα και επέστρεφε παθητικά στην αρχική θέση των 90°.

2° σκέλος: Η κίνηση ξεκινούσε ξανά παθητικά, αυτή την φορά από το ισοκινητικό δυναμόμετρο, με ρυθμισμένο ROM 90° - 0°, έτσι ώστε ο εθελοντής να έχει την ευχέρεια να σταματήσει εκεί που πιστεύει πως έχει πετύχει την γωνία στόχο των 45°. Όταν ο εθελοντής πίστευε πως έχει φτάσει στην γωνία στόχο, μπορούσε να σταματήσει την κίνηση πατώντας το κουμπί παύσης του βραχίονα (hold/ release), το οποίο κρατούσε σε όλη την διάρκεια της μέτρησης. Μετά την παύση στην θέση, το πόδι επέστρεφε παθητικά στις 90°. Οι επαναλήψεις γίνονταν εναλλάξ με τα πρωτόκολλα, ώστε να εξοικειωθεί ο εθελοντής με την θέση στόχο του γόνατος: στην πρώτη παθητική επανάληψη, ο ερευνητής κινούσε τον βραχίονα με το άκρο από τις 90° στις 45° ακολουθώντας τις οδηγίες του μηχανήματος. Αμέσως μετά ξεκινούσε η παθητική κίνηση από το μηχάνημα και ο εθελοντής πατούσε το κουμπί παύσης, όταν πίστευε ότι πέτυχε την θέση στόχο των 45°.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στις 5 επαναλήψεις της δοκιμασίας. Η πρώτη και η δεύτερη επανάληψη ήταν δοκιμαστικές για την εξοικείωση του εθελοντή και δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η πρώτη επανάληψη γινόταν με ανοιχτά τα μάτια, ώστε να υπάρχει ανατροφοδότηση της θέσης για τον εθελοντή και να καταλάβει την λειτουργία του διακόπτη παύσης του βραχίονα, ενώ η δεύτερη επανάληψη γινόταν με κλειστά μάτια, για να υπάρχει εξοικείωση με την διαδικασία της μέτρησης χωρίς οπτική ανατροφοδότηση. Οι υπόλοιπες τρεις επαναλήψεις γίνονταν κανονικά με κλειστά μάτια και ήταν αυτές που μεταφέρονταν στα προς ανάλυση δεδομένα.

Στο τέλος της δοκιμασίας, ο εθελοντής λυνόταν αμέσως μετά την τελευταία επανάληψη για να ξεκινήσει η προετοιμασία για την επόμενη δοκιμασία. Ο δεύτερος εξεταστής αποθήκευε το αρχείο καταγραφής των προσπαθειών. Μια αναφορά της μέτρησης JPS έχει παρατεθεί στο Παράρτημα Δ (Σελίδα 92).

4.4.3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΧΟΥ (VELOCITY REPLICATION - VR)

Η μέτρηση VR εξέταζε την αίσθηση της ταχύτητας με μια συγκεκριμένη γωνιακή ταχύτητα. Για αυτή την μέτρηση απαιτούνταν δύο πρωτόκολλα, για να γίνει η παθητική και η

ενεργητική μέτρηση, η οποία στην αρθρογραφία αναφέρεται ως «Passive-Active (PA)» (Lönn et al., 2001).

1^ο σκέλος: Ο εθελοντής παρέμενε στην θέση μέτρησης από την προηγούμενη δοκιμασία και το πρωτόκολλο για την παθητική μέτρηση ρυθμιζόταν στο «Passive Mode» του ισοκινητικού μηχανήματος. Για την μέτρηση αυτή επιλέχθηκε κάθε φορά η ρύθμιση «By Reps», δηλαδή το συγκεκριμένο πρωτόκολλο να σταματάει όταν ολοκληρωθούν οι επαναλήψεις που έχουν ρυθμιστεί. Οι επαναλήψεις που ορίστηκαν στο παθητικό πρωτόκολλο ήταν συνολικά 5, με ROM 90° - 0° και γωνιακή ταχύτητα 10°/s. Η μέτρηση της γωνίας γινόταν με το γωνιόμετρο και ταυτόχρονα το ψηφιακό ινκλινόμετρο βρισκόταν πάνω στον βραχίονα, ώστε να καταγράφεται η ένδειξη της γωνίας για να χρησιμοποιηθεί στο δεύτερο σκέλος της δοκιμασίας. Τέλος, ρυθμιζόταν η ανατομική γωνία της άρθρωσης στις 90°.

Ξεκινώντας το παθητικό μέρος, το ισοκινητικό δυναμόμετρο έκανε 5 παθητικές κινήσεις στο δεξί κάτω άκρο του εθελοντή με τις παραμέτρους που είχαν οριστεί. Ο εθελοντής είχε κλειστά μάτια και στις 5 επαναλήψεις και του ζητήθηκε να εστιάσει και να θυμάται την ταχύτητα της κίνησης, ώστε να την αναπαράγει ενεργητικά στην συνέχεια. Μετά το τέλος των 5 παθητικών επαναλήψεων ο εθελοντής λυνόταν και το κάθισμα γύριζε στο πλάι με τον εθελοντή καθισμένο, για να ρυθμιστεί το πρωτόκολλο της ενεργητικής αναπαραγωγής. Ο χρόνος μεσολάβησης επέτρεπε την ταχύτερη ρύθμιση του επόμενου πρωτοκόλλου και βοηθούσε τους εθελοντές, ώστε να μην αλλοιώνεται στην αντίληψή τους η αντιπροσώπευση της ταχύτητας της παθητικής κίνησης που προηγήθηκε. Αυτό το διάστημα αδράνειας διαρκούσε περίπου ένα λεπτό και ο εθελοντής επιτρεπόταν να έχει ανοιχτά τα μάτια κατά την διαδικασία αυτή. Παράλληλα ο δεύτερος ερευνητής αποθήκευε το αρχείο των παθητικών επαναλήψεων στον Η/Υ.

2^ο σκέλος: Το πρωτόκολλο του δεύτερου σκέλους της δοκιμασίας ήταν το «Isokinetic Mode», το οποίο ρυθμιζόταν αυτή την φορά σε χρονικό πλαίσιο (ένδειξη «By Time»). Ο χρόνος που ρυθμιζόταν ήταν τα 120 δευτερόλεπτα, για να διαθέτει ο εθελοντής αρκετό χρόνο να αναπαράγει ενεργητικά τις 5 επαναλήψεις της δοκιμασίας με την ταχύτητα που πίστευε. Η ταχύτητα ορίστηκε στις 500°/s, τόσο στην έκταση όσο και στην κάμψη, ώστε ο βραχίονας να είναι εντελώς ελεύθερος και ο εθελοντής να ελέγχει την κίνηση, με όποιον ρυθμό πίστευε ότι είναι οι 10°/s της δοκιμασίας. Η γωνιομέτρηση γινόταν μέσω της ένδειξης του ψηφιακού ινκλινόμετρου που είχε καταγραφεί στο παθητικό σκέλος και ρυθμιζόταν ο

βραχίονας χωρίς το κάτω άκρο του εθελοντή. Τελευταίο βήμα ήταν η ρύθμιση της ανατομικής γωνίας στις 90°.

Ο εθελοντής γυρνούσε από την θέση της περιστροφής και ετοιμαζόταν για την έναρξη της μέτρησης. Με λεκτική εντολή του ερευνητή, ο εθελοντής ξεκινούσε την ενεργητική αναπαραγωγή της ταχύτητας της κίνησης. Ο εθελοντής έκανε 5 ενεργητικές κινήσεις έκτασης και κάμψης του γόνατος, με την ταχύτητα που πίστευε πως αντικατοπτρίζει την επίδειξη της προηγούμενης παθητικής διαδικασίας. Η μέτρηση σταματούσε και ο εθελοντής λυνόταν παραμένοντας στο κάθισμα μέχρι να παρέλθει ο χρόνος των 120 δευτερολέπτων, ανεξαρτήτως πόσο χρόνο διήρκεσαν οι επαναλήψεις. Μόλις ο χρόνος τελείωνε τελευταίο βήμα ήταν η αποθήκευση των δεδομένων από τον δεύτερο ερευνητή. Ένα διάγραμμα της δοκιμασίας παρατέθηκε στο Παράρτημα Ε (Σελίδα 93).

4.4.4. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)

Η τελευταία μέτρηση DPS αφορούσε τον συνδυασμό της θέσης και της ταχύτητας της κίνησης. Αποτελούσε και την πιο περίπλοκη δοκιμασία, διότι συνδύαζε την εύρεση της γωνίας στόχου με μια συγκεκριμένη αναπαραγωγή ταχύτητας. Και αυτή η διαδικασία βασιζόταν στην μέτρηση «Passive-Active (PA)» με δύο σκέλη, την παθητική κίνηση από το μηχάνημα και την ενεργητική αναπαραγωγή από τον εθελοντή.

1^ο σκέλος: Για το πρώτο σκέλος (παθητικό) της μέτρησης επιλέχθηκε κάθε φορά η ρύθμιση «By Reps», δηλαδή το συγκεκριμένο πρωτόκολλο να σταματάει όταν ολοκληρωθούν οι επαναλήψεις που έχουν ρυθμιστεί. Οι επαναλήψεις που ορίστηκαν ήταν συνολικά 5, με ROM 90° - 45° και γωνιακή ταχύτητα 10°/s. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως επιλέχθηκε το «Isokinetic Mode» διότι το κάτω άκρο έπρεπε να παραμένει ισομετρικά στην θέση στόχο των 45° για 5 δευτερόλεπτα, προκειμένου ο εθελοντής να θυμάται την θέση στόχο, ομοίως με την πρώτη δοκιμασία της εξέτασης της θέσης. Την ισομετρική παύση στην θέση, με ταυτόχρονη εξαγωγή διαγραμμάτων, δεν επέτρεπε κάποιο από τα προηγούμενα πρωτόκολλα. Επομένως, για τις απαιτήσεις της δοκιμασίας τροποποιήθηκε το «Isokinetic Mode» από τους ερευνητές. Η μέτρηση της γωνίας γινόταν με το γωνιόμετρο και ταυτόχρονα το ψηφιακό ινκλινόμετρο βρισκόταν πάνω στον βραχίονα, ώστε να καταγράφεται η ένδειξη της γωνίας, για να χρησιμοποιηθεί στο δεύτερο σκέλος της δοκιμασίας. Τέλος, ρυθμιζόταν η ανατομική γωνία της άρθρωσης στις 90°.

Ξεκινώντας την μέτρηση ο εθελοντής έκλεινε τα μάτια, ο ερευνητής κινούσε τον βραχίονα μαζί με το άκρο στην προκαθορισμένη ταχύτητα των $10^\circ/s$ και έμενε ισομετρικά για 5 δευτερόλεπτα στην γωνία στόχο των 45° . Ο ερευνητής κινούσε ενεργητικά τον βραχίονα, όμως για τον εθελοντή αποτελούσε παθητική κίνηση. Η επαναφορά στις 90° γινόταν με την ίδια ταχύτητα των $10^\circ/s$ ξανά από τον ερευνητή. Αφού τελείωναν οι 5 παθητικές επαναλήψεις, ο εθελοντής λυνόταν και γυρνούσε περιστροφικά με το κάθισμα, παρομοίως με την προηγούμενη δοκιμασία. Όλη η διαδικασία από την καταγραφή των στοιχείων, μέχρι την ρύθμιση του πρωτοκόλλου, ήταν όμοια με την δοκιμασία 2 της ταχύτητας.

2^ο σκέλος: Το πρωτόκολλο του δυναμομέτρου ήταν και εδώ το «Isokinetic Mode» και ο χρόνος ρυθμιζόταν σε χρονικό πλαίσιο (ένδειξη «By Time»), αυτή την φορά στα 100 δευτερόλεπτα, διότι το εύρος της κίνησης ήταν μικρότερο από την προηγούμενη δοκιμασία. Η ταχύτητα ρυθμιζόταν στις $500^\circ/s$, ώστε ο βραχίονας να είναι εντελώς ελεύθερος και ο εθελοντής να ελέγχει την κίνηση. Το ROM καθοριζόταν στις $90^\circ - 0^\circ$, ώστε ο εθελοντής να πατάει το κουμπί όταν νιώθει ότι φτάνει στην θέση στόχο των 45° . Ο κάθε εξεταζόμενος έκανε 5 ενεργητικές συστολές έκτασης και κάμψης του γόνατος, με την ταχύτητα που πίστευε πως αντικατοπτρίζει την επίδειξη της προηγούμενης παθητικής διαδικασίας. Όταν πίστευε πως έφτανε στην γωνία στόχο, πατούσε το κουμπί διακοπής του βραχίονα (hold/release). Ο εθελοντής λυνόταν και παρέμενε στο κάθισμα, μέχρι να παρέλθει ο χρόνος των 100 δευτερολέπτων, ανεξαρτήτως πόσο χρόνο διήρκεσαν οι επαναλήψεις. Μόλις ο χρόνος τελείωνε, τελευταίο βήμα ήταν η αποθήκευση των δεδομένων από τον δεύτερο ερευνητή. Ένα αντιπροσωπευτικό διάγραμμα της δοκιμασίας παρατέθηκε στο Παράρτημα ΣΤ (Σελίδα 94). Ένα συνοπτικό περίγραμμα του συνολικού πρωτοκόλλου έχει παρατεθεί στο Παράρτημα Κ (Σελίδα 99-100).

4.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος IBM SPSS® version 26 (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp). Για τα δεδομένα των μετρήσεων, υπολογίστηκε το απόλυτο σφάλμα από τον στόχο δηλαδή η απόλυτη τιμή της διαφοράς από τις $10^\circ/sec$ για την ταχύτητα και από τις 45° για την θέση αντίστοιχα. Στην συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των μεταβλητών για το σύνολο των επαναλήψεων της κάθε δοκιμασίας για κάθε εξεταστή. Η περιγραφή του δείγματος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας περιγραφικούς

στατιστικούς δείκτες όπως μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις. Όλες οι μορφές αξιοπιστίας εξετάστηκαν με τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient - ICC, 2,k), το τυπικό σφάλμα μέτρησης (Standard Error of Measurement - SEM), το οποίο υπολογίστηκε και ως επί τοις εκατό ποσοστό (%) του Grand Mean (SEM%) και την ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (Smallest Detectable Difference - SDD). Τα διαστήματα εμπιστοσύνης (Confidence Intervals - CI) τέθηκαν στο 95% και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο 5% ($p < 0.05$). Ο δείκτης SEM υπολογίστηκε μέσω της τετραγωνικής ρίζας του δείκτη «Mean Square» του «Within People Residual» στον πίνακα ANOVA ($\sqrt{\text{Mean Square}}$) (Portney, 2020).

Ο δείκτης συσχέτισης ICC, βασίστηκε στο μοντέλο ανάλυσης της διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated Measures, Analysis Of Variance - ANOVA). Η μέθοδος intra-rater αναφέρεται στην επαναληψιμότητα του ίδιου εξεταστή, καταγράφοντας συνεχόμενες μετρήσεις, με το ίδιο μέσο μέτρησης και κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Η μέθοδος test-retest αναφέρεται στην επαναληψιμότητα μεταξύ των συνεχόμενων μετρήσεων σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με το ίδιο μέσο μέτρησης και κάτω από τις ίδιες συνθήκες (Harvey, 2021).

Το μοντέλο της μέτρησης αξιοπιστίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν το «Two-Way Random Effects, Absolute Agreement». Το «Absolute Agreement» αποτελεί την πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο του δείκτη ICC. Σημαντικό στοιχείο του συγκεκριμένου μοντέλου ανάλυσης, είναι ότι συμπεριλαμβάνει το συστηματικό λάθος και συστήνεται όταν υπάρχει σχετικότητα του λάθους μεταξύ των ερευνητών ή των μετρήσεων (Harvey, 2021, Koo and Li, 2016, Perinetti, 2018).

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων συμπεριλήφθηκαν 41 άτομα από το συνολικό δείγμα των 43 ατόμων. Δύο εθελοντές έμειναν εκτός στατιστικής ανάλυσης από όλες τις δοκιμασίες, λόγω ακραίων τιμών στις μετρήσεις τους, με διακυμάνσεις στο απόλυτο και σχετικό σφάλμα όσον αφορά την πρώτη (JPS) και την δεύτερη δοκιμασία (VR). Η αφαίρεση των ατόμων αυτών από την στατιστική διαδικασία, δεν επηρέασε τους δείκτες των υπόλοιπων αποτελεσμάτων. Για την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις τελευταίες επαναλήψεις για την πρώτη δοκιμασία (JPS) και οι τέσσερις τελευταίες επαναλήψεις για την δεύτερη (VR) και τρίτη δοκιμασία (DPS).

4.6. ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την διεξαγωγή της έρευνας αποτέλεσε η έγκρισή της από την επιτροπή ηθικής και δεοντολογίας του τμήματος φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Παράρτημα Α, Σελίδα 82). Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν πλήρως για το σκοπό της έρευνας προφορικά και γραπτώς με το Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή (Παράρτημα Β, Σελίδα 83) και περιγράφηκε πως ο σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για την αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης και της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος. Ο κάθε συμμετέχοντας έλαβε μέρος στην μελέτη μετά από έγγραφη συγκατάθεσή του και η συμμετοχή του ήταν εθελοντική (Παράρτημα Γ, Σελίδα 87). Ο δοκιμαζόμενος είχε το δικαίωμα να αποχωρήσει από την έρευνα ακόμη και μετά την υπογραφή του εντύπου συναίνεσης, χωρίς να δώσει καμία εξήγηση και χωρίς καμία συνέπεια. Τα προσωπικά δεδομένα που συλλέχθηκαν δεν αποκαλύφθηκαν σε τρίτη πηγή και παρέμειναν εμπιστευτικά τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά το τέλος της έρευνας. Ο χώρος που πραγματοποιήθηκε η μελέτη ήταν το εργαστήριο «Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην Λαμία και δεν υπήρχε θέμα κόστους της ερευνητικής διαδικασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το συνολικό δείγμα των συμμετεχόντων που συμπεριλήφθηκαν στην στατιστική ανάλυση ήταν 41 άτομα, με μέσο όρο ηλικίας 20.66 ± 2.89 έτη, ύψους 172.05 ± 9.00 εκατοστών, βάρους 70.02 ± 12.75 κιλών και ΔΜΣ 23.57 ± 3.24 (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συνολικού δείγματος (ΔΜΣ = Δείκτης μάζας σώματος)

Συνολικό δείγμα (N =41)	Εύρος (Range)	Ελάχιστη τιμή (Minimum)	Μέγιστη τιμή (Maximum)	Μέσος όρος (Mean)	Τυπική απόκλιση (Std. Deviation)
Ηλικία (έτη)	17.00	18.00	35.00	20.66	2.89
Ύψος (εκ)	36.00	155.00	191.00	172.05	9.00
Βάρος (κιλά)	68.00	44.00	112.00	70.02	12.75
BMI (ΔΜΣ)	15.30	17.40	32.70	23.57	3.24

Στους παρακάτω πίνακες απεικονίζονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δύο φύλων. Οι άνδρες ήταν 18 σε αριθμό με μέσο όρο ηλικίας 20.33 ± 2.14 έτη, ύψους 180.17 ± 5.82 εκατοστών, βάρους 78.00 ± 12.49 κιλών και ΔΜΣ 24.04 ± 3.64 . Από την άλλη οι γυναίκες αποτελούσαν το υπόλοιπο 23 σε αριθμό δείγμα με μέσο όρο ηλικίας 20.91 ± 3.38 έτη, ύψους 165.70 ± 5.02 εκατοστών, βάρους 63.78 ± 9.08 κιλών και ΔΜΣ 23.20 ± 2.93 (Πίνακες 5.2 και 5.3).

Πίνακας 5.2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ανδρών

Άντρες (N = 18)	Εύρος(Range)	Ελάχιστη τιμή (Minimum)	Μέγιστη τιμή (Maximum)	Μέσος όρος (Mean)	Τυπική απόκλιση (Std. Deviation)
Ηλικία (έτη)	10.00	18.00	28.00	20.33	2.14
Ύψος (εκ)	21.00	170.00	191.00	180.17	5.82
Βάρος (κιλά)	49.00	63.00	112.00	78.00	12.49
BMI (ΔΜΣ)	12.60	20.10	32.70	24.04	3.64

Πίνακας 5.3. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά γυναικών

Γυναίκες (N = 23)	Εύρος(Range)	Ελάχιστη τιμή (Minimum)	Μέγιστη τιμή (Maximum)	Μέσος όρος (Mean)	Τυπική απόκλιση (Std. Deviation)
Ηλικία (έτη)	17.00	18.00	35.00	20.91	3.38
Ύψος (εκ)	22.00	155.00	177.00	165.70	5.02
Βάρος (κιλά)	37.00	44.00	81.00	63.78	9.08
BMI (ΔΜΣ)	10.50	17.40	27.90	23.20	2.93

Η στατιστική ανάλυση συσχέτισης πραγματοποιήθηκε στο παραπάνω δείγμα στις τρεις δοκιμασίες της παρούσας μελέτης. Οι παρακάτω πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζουν τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης (ICC), τα διαστήματα εμπιστοσύνης (CI) 95%, το τυπικό σφάλμα μέτρησης (SEM), την ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD), τον δείκτη Grand Mean και το ποσοστό (%) του SEM για κάθε δοκιμασία ξεχωριστά. Ο δείκτης ICC αναφέρεται στην αρθρογραφία με συγκεκριμένα εύρη τιμών για τον καθορισμό της αξιοπιστίας των μετρήσεων. Γενικότερα ισχύουν τα εξής όρια: ένας δείκτης κάτω από 0.50 περιγράφει χαμηλή αξιοπιστία, μεταξύ 0.50 και 0.75 καλή αξιοπιστία, μεταξύ 0.75 και 0.90 πολύ καλή αξιοπιστία και πάνω από 0.90 περιγράφει εξαιρετική αξιοπιστία (Πίνακας 5.4), ενώ αναφέρονται και άλλοι δείκτες που ίσχυαν παλαιότερα (Koo and Li, 2016, Perinetti, 2018).

Πίνακας 5.4. Προτεινόμενοι δείκτες ICC (τροποποιημένο από Perinetti et al, 2018)

Επαναληψιμότητα	Ko and Li (2016)	Cicchetti and Sparrow (1981)
Χαμηλή	<0.50	<0.40
Μέτρια	0.50-0.75	0.40-0.60
Καλή	0.75-0.90	0.60-0.75
Εξαιρετική	0.90-1	0.75-1

5.2. JOINT POSITION SENSE (JPS)

Το JPS ήταν η πρώτη δοκιμασία της αίσθησης της θέσης, όπου οι εθελοντές προσπάθησαν να πετύχουν την γωνία που είχε καθοριστεί από τους ερευνητές. Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για τις μετρήσεις intra-rater (Πίνακας 5.5, σελίδα 65) και test-retest (Πίνακας 5.6, σελίδα 66). Οι αναλυτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για την δοκιμασία JPS παρατίθενται στο Παράρτημα Z (σελίδα 95).

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.21 μέσω του Single Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν μιας μέτρησης. Το SEM υπολογίστηκε στο 2.92 και το SDD στο 8.10, ενώ τα όρια CI βρίσκονται μεταξύ 0.20 και 0.42. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 4.1545, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 70.3% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.015$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται χαμηλή.

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.59 μέσω του Average Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν πολλαπλών μετρήσεων. Το SEM υπολογίστηκε στο 1.45 και το SDD στο 4.02, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.23 και 0.78. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 3.7033, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 39.2% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.001$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται μέτρια.

5.3. VELOCITY REPLICATION (VR)

Το VR ήταν η δεύτερη δοκιμασία της αναπαραγωγής της ταχύτητας, όπου οι εθελοντές κλήθηκαν να αναπαράξουν την προκαθορισμένη ταχύτητα του πρωτοκόλλου. Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για τις μετρήσεις intra-rater (Πίνακας 5.5, σελίδα 65) και test-retest (Πίνακας 5.6, σελίδα 66). Οι αναλυτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για την δοκιμασία VR παρατίθενται στο Παράρτημα Η (σελίδα 96).

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.81 μέσω του Single Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν μιας μέτρησης. Το SEM υπολογίστηκε στο 1.07 και το SDD στο 2.97, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.71 και 0.88. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 2.5976, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 41.2% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.000$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται καλή.

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.80 μέσω του Average Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν πολλαπλών μετρήσεων. Το SEM υπολογίστηκε στο 1.28 και το SDD στο 3.55, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.62 και 0.89. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 2.7067, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως το 47.3% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.000$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται καλή.

5.4. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS)

Το DPS ήταν η τρίτη δοκιμασία της αναπαραγωγής της προκαθορισμένης ταχύτητας με ταυτόχρονη εύρεση της προκαθορισμένης θέσης του πρωτοκόλλου. Η στατιστική ανάλυση στην διαδικασία του DPS χωρίστηκε σε δύο αναλύσεις ξεχωριστά, μια για την ταχύτητα και μια την θέση.

5.4.1. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS) - VELOCITY

Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για τις μετρήσεις intra-rater (Πίνακας 5.5, σελίδα 65) και test-retest (Πίνακας 5.6, σελίδα 66) όσον αφορά την συνιστώσα της ταχύτητας. Οι αναλυτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για την δοκιμασία DPS velocity παρατίθενται στο Παράρτημα Θ (σελίδα 97).

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.79 μέσω του Single Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν μιας μέτρησης. Το SEM υπολογίστηκε στο 0.70 και το SDD στο 1.94, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.69 και 0.87. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 3.1634, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 22.1% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.000$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται καλή.

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.62 μέσω του Average Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν πολλαπλών μετρήσεων. Το SEM υπολογίστηκε στο 1.04 και το SDD στο 2.88, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.28 και 0.80. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 3.1402, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 33.1% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.002$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται μέτρια.

5.4.2. DYNAMIC POSITION SENSE (DPS) - POSITION

Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για τις μετρήσεις intra-rater (Πίνακας 5.5, σελίδα 65) και test-retest (Πίνακας 5.6, σελίδα 66) όσον αφορά την συνιστώσα της θέσης. Οι αναλυτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων για την δοκιμασία DPS position παρατίθενται στο Παράρτημα Ι (σελίδα 98).

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.75 μέσω του Single Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν μιας μέτρησης. Το SEM υπολογίστηκε στο 2.44 και το SDD στο 6.76, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ 0.64 και 0.84. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 6.7622, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 36.1% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.000$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται καλή.

Στον πίνακα 5.6 παρουσιάζεται ο δείκτης συσχέτισης στο 0.04 μέσω του Average Measures, διότι οι μεταβλητές αποτελούν προϊόν πολλαπλών μετρήσεων. Το SEM υπολογίστηκε στο 3.67 και το SDD στο 10.17, ενώ τα όρια του CI βρίσκονται μεταξύ -0.60 και 0.46. Το Grand Mean υπολογίστηκε στο 5.6402, το οποίο ποσοστιαία ερμηνεύεται ως 65.1% του SEM. Η στατιστική σημαντικότητα παρατηρείται στο $p = 0.437$. Σε αυτή την μέτρηση η αξιοπιστία θεωρείται χαμηλή.

Intra rater reliability (single measures)

Πίνακας 5.5. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ενδοεξεταστή (intra-rater) των δοκιμασιών Joint Position Sense (JPS), Velocity Replication (VR) και Dynamic Position Sense (DPS)

	ICC	95% CI lower	95% CI upper	SEM	Grand mean	SDD	SEM % of grand mean	SDD % of grand mean	p-value (sig)
JPS	0.21	0.02	0.42	2.92	4.1545	8.10	70.3	195	0.015
Velocity Replication	0.81	0.71	0.88	1.07	2.5976	2.97	41.2	114.3	0.000
DPS velocity	0.79	0.69	0.87	0.70	3.1634	1.94	22.1	61.3	0.000
DPS position	0.75	0.64	0.84	2.44	6.7622	6.76	36.1	100	0.000

Test-Retest reliability (average measures)

Πίνακας 5.6. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) των δοκιμασιών Joint Position Sense (JPS), Velocity Replication (VR) και Dynamic Position Sense (DPS)

	ICC	95% CI lower	95% CI upper	SEM	Grand mean	SDD	SEM % of grand mean	SDD % of grand mean	p-value (sig)
JPS	0.59	0.23	0.78	1.45	3.7033	4.02	39.2	108.6	0.000
Velocity Replication	0.80	0.62	0.89	1.28	2.7067	3.55	47.3	131.2	0.000
DPS velocity	0.62	0.28	0.80	1.04	3.1402	2.88	33.1	91.7	0.002
DPS position	0.04	-0.60	0.46	3.67	5.6402	10.17	65.1	180.3	0.437

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της αξιοπιστίας συγκεκριμένων ιδιοδεκτικών παραμέτρων μέσω του ισοκινητικού δυναμομέτρου. Οι συνιστώσες που αξιολογήθηκαν ήταν η αίσθηση της αρθρικής θέσης και η αίσθηση της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος. Ενώ η αίσθηση της θέσης έχει μελετηθεί στην αρθρογραφία, οι μελέτες που αφορούν την ταχύτητα είναι λιγοστές. Ειδικότερα, όσον αφορά την αξιολόγηση με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, οι αναφορές στην αρθρογραφία δεν επαρκούν για να εξαχθούν σαφή συμπεράσματα.

Στην μελέτη αυτή έγινε μια προσπάθεια μέτρησης αυτών των παραμέτρων μέσω των δοκιμασιών της αίσθησης της θέσης (Joint Position Sense - JPS), της αναπαραγωγής της ταχύτητας (Velocity Replication - VR) και της δυναμικής αίσθησης της θέσης (Dynamic Position Sense - DPS), που ήταν ο συνδυασμός εύρεσης της προκαθορισμένης θέσης με την προκαθορισμένη ταχύτητα. Μέσα από αυτή την ερευνητική διαδικασία φαίνεται πως η θέση και η ταχύτητα αποτελούν δύο ξεχωριστές λειτουργίες της ιδιοδεκτικότητας. Ως εκ τούτου, δίνεται διαφορετική βαρύτητα σε κάθε μια εκ των δύο παραμέτρων, αναλόγως τις περιστάσεις και το περιβάλλον που βρίσκεται το σώμα. Από τα αποτελέσματα της μελέτης, αποδεικνύεται πως ο ανθρώπινος εγκέφαλος δίνει μεγάλη βάση στην επίτευξη της κίνησης με γνώμονα την ταχύτητα της μετάβασης στον στόχο, ενώ η ακριβής τοποθέτηση της θέσης έπεται για την εκτέλεση μιας κίνησης.

6.1. ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (JOINT POSITION SENSE - JPS)

Στην δοκιμασία JPS οι εθελοντές κατέγραψαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των μετρήσεων των δύο ημερών. Στην μέτρηση intra-rater, σημειώθηκε χαμηλή αξιοπιστία ($ICC = 0.21$), με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 2.92^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD = 8.10^\circ$), ενώ την επόμενη μέρα στο test-retest παρατηρήθηκε υψηλότερη αξιοπιστία ($ICC = 0.59$), με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 1.45^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD =$

4.02°). Οι δείκτες της πρώτης ημέρας αντικατοπτρίζουν την δυσκολία των συμμετεχόντων να επιτύχουν την αρθρική θέση με απόκλιση του στόχου, καθώς πολλοί πατούσαν το κουμπί παύσης πριν ή μετά την γωνία στόχο των 45°. Ωστόσο, την επόμενη ημέρα βελτίωσαν τις επιδόσεις τους έχοντας μεγαλύτερα ποσοστά ακρίβειας στον στόχο. Η ακρίβεια της δεύτερης ημέρας εγείρει το ερώτημα των δοκιμαστικών επαναλήψεων και της εξοικείωσης. Πιθανόν η προσθήκη περισσότερων δοκιμαστικών μετρήσεων, να φέρει και μεγαλύτερη ακρίβεια στον στόχο από την πρώτη ακόμα ημέρα.

Οι Springer et al. (2017) αξιολόγησαν το JPS υγιών εθελοντών στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με την μέθοδο intra-rater και test-retest. Η διαδικασία του πρωτοκόλλου διέφερε από της παρούσας μελέτης, με την γωνία στόχο να κυμαίνεται σε ένα εύρος 40° με 60° και την αρχική γωνία στις 90°. Επιπλέον και η αναπαραγωγή της κίνησης ήταν ενεργητική, σε αντίθεση με την παρούσα μελέτη. Η παύση του σκέλους στην θέση στόχο αφορούσε διάφορες χρονικές στιγμές των 3,6,9 και 12 δευτερολέπτων. Η δεύτερη μέτρηση της επαναμέτρησης έγινε μετά από 7 μέρες. Το ερώτημα των ερευνητών ήταν κατά πόσο ο χρόνος παύσης της θέσης στόχου επιδρά στην θέση αλλά και στην αξιοπιστία της διαδικασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν καλή αξιοπιστία σε τρεις χρόνους παύσης για τις μετρήσεις intra-rater (3,6,12 δευτερόλεπτα με ICC = 0.64, 0.64 και 0.69 αντίστοιχα) και για τις μετρήσεις test-retest (ICC = 0.6, 0.72 και 0.6 αντίστοιχα). Στην παύση των 9 δευτερολέπτων ο δείκτης αξιοπιστίας ήταν χαμηλότερος (intra-rater ICC = 0.26, test-retest ICC = 0.08) (Springer et al., 2017).

Σε αντιδιαστολή με την μελέτη των Springer et al. (2017) έρχονται τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όσον αφορά το JPS. Σημαντική διαφορά ήταν η βελτίωση του δείκτη στην διαδικασία test-retest (ICC = 0.59) σε αντίθεση με την διαδικασία intra-rater (ICC = 0.21). Η θέση στόχος ήταν σταθερά οι 45° και η κίνηση προς τον στόχο ήταν παθητική από το μηχάνημα, σε όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Σχετικά με την ενεργητική αναπαραγωγή προς τον στόχο, έχει αναφερθεί αρθρογραφικά πως οι εθελοντές μπορεί να έχουν την δυνατότητα να προσαρμόσουν το άκρο στην θέση στόχο πριν πατήσουν το κουμπί παύσης. Στην παθητική αναπαραγωγή δεν μπορεί να συμβεί αυτό, διότι οι εθελοντές πατούν το κουμπί κατά την διάρκεια της κίνησης (Lönn et al., 2000).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο για το JPS χρησιμοποιήθηκε και στην μελέτη της Marks (1995) σε ασθενείς με ΟΑ γόνατος. Με πρωτόκολλο τις 90° κάμψης γόνατος, γωνιακή ταχύτητα 10°/s και θέσεις στόχους ένα εύρος 75°- 45° κάμψης γόνατος, οι ασθενείς έκαναν ενεργητική αναπαραγωγή μέχρι το εύρος των στόχων με παύση για 4-5 δευτερόλεπτα, ενώ

η παθητική επιστροφή γινόταν από τον εξεταστή στην αρχική θέση των 90°. Στην συνέχεια οι ασθενείς έκαναν 5 ενεργητικές κινήσεις μέσα στο εύρος των γωνιών. Στην μελέτη αξιολογήθηκε η αξιοπιστία intra-rater σε δύο συνεδρίες με μεσοδιάστημα 5 λεπτών (ICC = 0.43, SEM = 1.14°) στην 1^η μέτρηση και (ICC = 0.57, SEM = 1.09°) στην 2^η συνεδρία αντίστοιχα. Οι δείκτες αξιοπιστίας intra-rater είναι υψηλότεροι από την παρούσα μελέτη (ICC = 0.21), ωστόσο οι δύο έρευνες διαφέρουν σε αριθμό, χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και σε παραμέτρους του πρωτοκόλλου, παράγοντες που καθορίζουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Σε αυτή την μελέτη παρατηρήθηκε ενεργητική αναπαραγωγή προς την γωνία στόχο, χωρίς όμως η γωνία να είναι συγκεκριμένη (Marks, 1995).

Οι Selfe et al. (2006) αξιολόγησαν το JPS σε 32 ασθενείς με ΕΠΠ στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Η μέτρηση έγινε στο σύστοιχο άκρο και τα πρωτόκολλα ήταν ένα παθητικής και ένα ενεργητικής αναπαραγωγής. Το πρωτόκολλο είχε αρχική θέση τις 90°, θέσεις στόχους τις 20° και 60° και ταχύτητα τις 2°/s και ο χρόνος παύσης στον στόχο διαρκούσε 10 δευτερόλεπτα. Και στα δύο πρωτόκολλα ο στόχος ήταν οι ασθενείς να πατήσουν το κουμπί παύσης στην γωνία στόχο. Στο παθητικό πρωτόκολλο η έκταση και η επαναφορά στην κάμψη γίνονταν παθητικά, ενώ στο ενεργητικό οι ασθενείς κινούσαν το άκρο προς τον στόχο. Συνολικά έκαναν 6 επαναλήψεις για κάθε δοκιμασία. Τα αποτελέσματα δεν υπέδειξαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των γωνιών στόχων ($p=0.559$), αλλά υπήρχαν διαφορές μεταξύ ενεργητικής και παθητικής αναπαραγωγής ($p=0.001$). Η μελέτη αυτή δεν ήταν μελέτη συσχέτισης με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η σύγκριση της αξιοπιστίας με την παρούσα μελέτη. Ωστόσο, τα αποτελέσματά της δείχνουν διαφοροποιήσεις των ερεθισμάτων μεταξύ ενεργητικής και παθητικής αντίληψης της κίνησης (Selfe et al., 2006).

Η μελέτη των Nagai et al. (2016) δεν διέφερε σε μεγάλο βαθμό μεθοδολογικά από την παρούσα μελέτη. Αξιολογήθηκε το JPS της άρθρωσης του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο, με αρχική θέση 90° κάμψης γόνατος, γωνία στόχο τις 15° κάμψης γόνατος και ισομετρική παύση στην θέση στόχο για 10 δευτερόλεπτα. Το πρωτόκολλο ήταν ίδιο με της παρούσας μελέτης με την διαφορά της ενεργητικής έκτασης από τον εθελοντή και την γωνία στόχο των 15°. Οι ερευνητές βρήκαν υψηλή αξιοπιστία και χαμηλό τυπικό σφάλμα απόκλισης από τον στόχο (ICC = 0.87) και (SEM = 0.69°) (Nagai et al., 2016).

6.2. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ (VELOCITY REPLICATION - VR)

Στην δοκιμασία της αίσθησης της ταχύτητας, οι συμμετέχοντες σημείωσαν υψηλούς δείκτες αξιοπιστίας intra-rater (ICC = 0.81), με τυπικό σφάλμα μέτρησης (SEM = 1.07°) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD = 2.97°), ενώ την επόμενη μέρα στο test-retest παρατηρήθηκε εξίσου υψηλή αξιοπιστία (ICC = 0.80), με τυπικό σφάλμα μέτρησης (SEM = 1.28°) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD = 3.55°). Το ποσοστό (SEM%) του τυπικού σφάλματος μέτρησης ήταν 41.2% και 47.3% αντίστοιχα, γεγονός που κλινικά παρουσιάζει ελάχιστες διαφοροποιήσεις στην γωνιακή ταχύτητα (10°/s). Σε σχέση με την πρώτη δοκιμασία (JPS), αποδείχθηκε πως στην ταχύτητα οι εθελοντές επέδειξαν μεγαλύτερη ακρίβεια στον στόχο. Κατά γενική ομολογία, οι εθελοντές ξεκινούσαν απότομα την κίνηση, λόγω της μετάβασης από κάμψη προς έκταση γόνατος, αλλά και της ορμής που παρατηρείται κατά την έναρξη της κίνησης. Ωστόσο, σταδιακά αποκτούσαν σταθερότερη ταχύτητα, κυρίως σε ένα μέσο εύρος (75°-25°) όπου και παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες ταχύτητες.

Η μελέτη των Drouin et al. (2003) αξιολόγησε την αναπαραγωγή της ταχύτητας στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με την μέθοδο test-retest. Το πρωτόκολλο αποτελούταν από δύο ROM, 0°- 30° και 60°- 90° κάμψης γόνατος με αναπαραγωγή σε τέσσερις ταχύτητες, 5,10,15 και 30°/s. Το αξιοσημείωτο της μελέτης ήταν ότι η αναπαραγωγή της ταχύτητας γινόταν με το άλλο άκρο, δηλαδή παθητική αναπαραγωγή δεξιού άκρου και ενεργητική αναπαραγωγή των εθελοντών με το αριστερό άκρο. Τα αποτελέσματα αξιοπιστίας αφορούσαν και την κάμψη και την έκταση του γόνατος και έδειξαν πως οι χαμηλές ταχύτητες ήταν περισσότερο σταθερές από τις υπόλοιπες ταχύτητες και στα δύο ROM. Πιο συγκεκριμένα, στην κάμψη του γόνατος για το ROM 0°- 30° οι δείκτες ήταν (ICC = 0.76, 0.73, 0.66, 0.61, SEM = 1.03, 2.25, 3.05, 4.30) για τις ταχύτητες 5,10,15 και 30°/s αντίστοιχα, ενώ για το ROM 60°- 90° ήταν (ICC = 0.70, 0.61, 0.70, -0.44, SEM = 1.18, 1.56, 1.99, 7.00) για τις ταχύτητες 5,10,15 και 30°/s αντίστοιχα. Για την έκταση του γόνατος για το ROM 0°- 30° οι δείκτες ήταν (ICC = 0.83, 0.73, 0.66, 0.52, SEM = 0.77, 1.44, 2.85, 3.53) για τις ταχύτητες 5,10,15 και 30°/s αντίστοιχα, ενώ για το ROM 60°- 90° ήταν (ICC = 0.88, 0.44, 0.61, 0.49, SEM = 0.72, 2.38, 3.28, 5.31) για τις ταχύτητες 5,10,15 και 30°/s αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στις χαμηλότερες ταχύτητες (5,10°/s) ο δείκτης αξιοπιστίας και το τυπικό σφάλμα μέτρησης,

ήταν καλύτεροι και στην κάμψη και στην έκταση και στα δύο ROM του πρωτοκόλλου (Drouin et al., 2003).

Παρόλο που η παρούσα μελέτη στερείται μέτρησης πολλαπλών ταχυτήτων και ROM, τα αποτελέσματά της συμφωνούν με την παραπάνω μελέτη, σε σχέση με την ακρίβεια και σταθερότητα της αργής ταχύτητας. Στην παραπάνω μελέτη οι αργές ταχύτητες σημείωσαν μέτρια έως καλή αξιοπιστία, όπως και η παρούσα μελέτη με μεγαλύτερους δείκτες (ICC = 0.80) για την ταχύτητα των 10°/s. Η έρευνα των Drouin et al. (2003) αποτελεί μια από τις ελάχιστες και πλήρεις μελέτες για το VR στην αρθρογραφία για πολλαπλές ταχύτητες και γωνίες.

Η έρευνα των Nagai et al. (2016) αξιολογεί την αναπαραγωγή της ταχύτητας στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με την μέθοδο intra-rater. Το πρωτόκολλο που εφαρμόστηκε ήταν περίπου ίδιο με της παρούσας μελέτης του VR, με την μοναδική διαφορά πως οι ερευνητές χρησιμοποίησαν γωνιακή ταχύτητα 20°/s. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια, δηλαδή η παθητική αναπαραγωγή 10 επαναλήψεων (5 έκτασης και 5 κάμψης) από το δυναμόμετρο σε ROM 0°- 90° με σταθερή ταχύτητα 20°/s και επακόλουθη ενεργητική αναπαραγωγή της κίνησης από τους εθελοντές. Οι ερευνητές στην στατιστική ανάλυση πήραν ένα μέσο ROM μεταξύ 15° και 75°, για την αποφυγή των ακραίων τιμών στην αρχή και στο τέλος των συσπάσεων. Η αξιοπιστία ήταν μέτρια έως καλή για τον μέσο όρο των μετρήσεων (ICC = 0.68-0.81) με χαμηλό τυπικό σφάλμα μέτρησης (SEM = 1.08-0.80°). Μέσα από τα αποτελέσματα της μελέτης, παρατηρείται πως οι εθελοντές μπορούν να αναπαράγουν ευκολότερα και πιο ελεγχόμενα μια σχετικά αργή ταχύτητα (Nagai et al., 2016).

Οι προαναφερθείσες έρευνες αποτελούν τις μόνες μελέτες αξιοπιστίας σχετικά με την αξιολόγηση της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Τα συμπεράσματα όλων των μελετών συμπεριλαμβανομένης και της παρούσης, είναι μια κοινή παρατήρηση που υπάρχει για την σταθερότητα των χαμηλότερων ταχυτήτων. Η ανάγκη για περισσότερες μελέτες για το VR είναι επιτακτικές, ώστε να προστεθούν και άλλοι παράμετροι σε αυτή την συνιστώσα της ιδιοδεκτικότητας. Άλλες σημαντικές μελέτες για το VR, αφορούν την διάκριση μεταξύ ταχυτήτων (Velocity Discrimination - VD), για την άρθρωση του ώμου και της ΠΔΚ αντίστοιχα (Djupsjöbacka and Domkin, 2005, Westlake et al., 2007).

6.3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ (DYNAMIC POSITION SENSE - DPS)

Η συγκεκριμένη δοκιμασία της ιδιοδεκτικότητας ήταν η περισσότερο περίπλοκη από τις δοκιμασίες της παρούσας μελέτης. Αυτό οφείλεται σε δύο συνιστώσες που απαιτούν επικέντρωση: η αίσθηση της θέσης και η αίσθηση της ταχύτητας. Οι εθελοντές έπρεπε να καταλάβουν την ταχύτητα με την οποία κινούταν το σκέλος παθητικά ($10^\circ/s$), να θυμούνται την γωνία στόχο (45°) και στην συνέχεια να αναπαράγουν ενεργητικά την διαδικασία.

Στην αρθρογραφία οι αναφορές για το DPS με το ισοκινητικό δυναμόμετρο και ειδικότερα στην άρθρωση του γόνατος είναι ανεπαρκείς. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποτυπώνουν την δυσκολία που αντιμετώπισαν οι συμμετέχοντες, κυρίως στην μεταβλητή της θέσης. Όσον αφορά το DPS *velocity* τα αποτελέσματα έδειξαν καλή αξιοπιστία ($ICC = 0.79$) intra-rater, με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 0.70^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD = 1.94^\circ$), ενώ την επόμενη μέρα στο test-retest παρατηρήθηκε μέτρια αξιοπιστία ($ICC = 0.62$), με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 1.04^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD = 2.88^\circ$). Το ποσοστό ($SEM\%$) του τυπικού σφάλματος μέτρησης ήταν 22.1% και 33.1% αντίστοιχα, γεγονός που κλινικά παρουσιάζει μικρές διαφοροποιήσεις στην γωνιακή ταχύτητα ($10^\circ/s$). Όσον αφορά το DPS *position* τα αποτελέσματα έδειξαν καλή αξιοπιστία ($ICC = 0.75$) στο intra-rater, με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 2.44^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD = 6.76^\circ$) ανάμεσα στις επαναλήψεις των εθελοντών, ενώ την επόμενη μέρα στο test-retest παρατηρήθηκε χαμηλή αξιοπιστία ($ICC = 0.04$), με τυπικό σφάλμα μέτρησης ($SEM = 3.67^\circ$) και ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά ($SDD = 10.17^\circ$). Το ποσοστό ($SEM\%$) του τυπικού σφάλματος μέτρησης ήταν 36.1% και 65.1% αντίστοιχα, γεγονός που κλινικά παρουσιάζει αποδεκτές διαφοροποιήσεις στην γωνία στόχο της μέτρησης (45°).

Η εκτενής μελέτη των Littmann et al. (2012) συμπεριέλαβε και τις δύο συνιστώσες του DPS, την θέση και την ταχύτητα, με ενεργητική και παθητική διαδικασία στο ισοκινητικό δυναμόμετρο. Για το DPS *velocity* εξετάστηκαν οι εξής ταχύτητες: 40, 60, 80, 90 και $100^\circ/s$ για την προσαρμογή των εθελοντών. Αρχική θέση δοκιμασίας ήταν οι 10° με γωνία στόχο τις 50° και ισομετρική παύση του σκέλους για 5 δευτερόλεπτα. Για το DPS *position* το πρωτόκολλο χωρίστηκε σε παθητική και ενεργητική αναπαραγωγή, με αρχικές θέσεις: 20, 30, 40, 60, 70, 80 και 90° , γωνία στόχο τις 50° και ισομετρική παύση του σκέλους για 5 δευτερόλεπτα. Στην παθητική δοκιμασία όλες οι κινήσεις ήταν παθητικές από τον εξεταστή

με σταθερή ταχύτητα 3°/s, ενώ στην ενεργητική δοκιμασία η ταχύτητα ήταν στην ευχέρεια των εθελοντών. Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων και για τις δύο δοκιμασίες. Ειδικότερα, για την δοκιμασία της ταχύτητας βρέθηκε ($p=0.79$) όσον αφορά το σφάλμα και ($p=0.52$) για τις ταχύτητες, ενώ για την θέση βρέθηκε ($p=0.09$) για την ενεργητική και ($p=0.21$) για την παθητική μέτρηση. Εκτός από τα πρωτόκολλα των δοκιμασιών, παρατηρούνται διαφορές και στην στατιστική ανάλυση σε σχέση με την παρούσα μελέτη. Οι Littmann et al. (2012) ανέλυσαν την κάμψη του γόνατος, ενώ η παρούσα έρευνα, αξιολόγησε την κίνηση της έκτασης. Επιπλέον, δεν μπορεί να γίνει σύγκριση αξιοπιστίας, διότι δεν αποτελεί μελέτη συσχέτισης. Παρόλα αυτά, αποτελεί ίσως την μοναδική μελέτη που αφορά την δοκιμασία DPS για την άρθρωση του γόνατος στο ισοκινητικό δυναμόμετρο (Littmann et al., 2012).

Άλλες μελέτες σχετικά με το DPS αναφέρονται κυρίως στην άρθρωση της ΠΔΚ. Δύο μελέτες με ίδια πρωτόκολλα αξιολόγησαν το DPS της θέσης της ΠΔΚ σε διάφορες ταχύτητες με το ισοκινητικό δυναμόμετρο. Το ROM και στις δύο μελέτες ήταν οι 10° ραχιαίας έως τις 30° πελματιαίας κάμψης, με θέση στόχο τις 10° πελματιαίας κάμψης (μέσο ROM). Η ταχύτητα ήταν στις 10°/s έως 90°/s με παθητικό πρωτόκολλο. Η μια μελέτη αναφέρεται στην πιθανή επίδραση της κόπωσης ($p=0.07$) (Shields et al., 2005), ενώ η δεύτερη μελέτη, αναφέρεται στην επίδραση της ηλικίας ως φθίνοντος παράγοντα ($p=0.17$), ωστόσο και άλλοι παράγοντες επέφεραν διαφοροποιήσεις στην θέση (π.χ. χρόνος αντίδρασης, φυσική κατάσταση, ισορροπία) (Madhavan and Shields, 2005).

6.4. ΠΙΘΑΝΟΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Κάθε μελέτη ενέχει κινδύνους, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την εγκυρότητά της. Η εγκυρότητα μιας ποσοτικής έρευνας μπορεί να σχετίζεται με εσωτερικούς παράγοντες (π.χ. δείγμα, σχεδιασμός έρευνας, εργαλείο μέτρησης) και εξωγενείς παράγοντες που αφορούν την γενίκευση των αποτελεσμάτων της μελέτης και την ενσωμάτωση στην κλινική πράξη.

Το μελετώμενο δείγμα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό μιας μελέτης και από αυτό εξαρτάται η εξαγωγή των αποτελεσμάτων και η εγκυρότητα μιας μελέτης. Ο συνολικός αριθμός του δείγματος της παρούσας μελέτης ήταν επαρκής ($N=43$) και απαρτίστηκε από φοιτητές του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η ιδιότητα των συμμετεχόντων ως φοιτητές του Τμήματος Φυσικοθεραπείας έκρυβε την πιθανότητα

οικειότητας με κάποιους ορισμούς, τους οποίους κατά πάσα πιθανότητα δεν θα γνώριζε ένα άλλο ετερογενές δείγμα. Με το δείγμα σχετίζονται κάποιοι περιορισμοί, οι οποίοι όμως δεν ήταν εύκολο να ελεγχθούν. Από τους εθελοντές είχε ζητηθεί να μην μεσολαβεί άσκηση ή έντονη δραστηριότητα μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης ημέρας, παράμετρο που δεν μπορούσαν να ελέγξουν οι ερευνητές. Παράδειγμα αποτελούν οι δύο εθελοντές που δεν συμπεριλήφθηκαν στην τελική ανάλυση των αποτελεσμάτων, οι οποίοι κατέγραψαν έντονες δραστηριότητες σε σχέση με τους υπόλοιπους εθελοντές.

Επίσης, δεν ήταν ξεκάθαρο αν κάποιοι συμμετέχοντες μετρούσαν τον χρόνο μετάβασης από την αρχική προς την τελική θέση. Αυτό αφορούσε κυρίως την διαδικασία VR στο ROM της δοκιμασίας ($90^\circ - 0^\circ$), όπου ο χρόνος της κίνησης στην αναπαραγωγή ήταν καθορισμένος, καθώς ήταν παθητική κίνηση. Στις δοκιμασίες της θέσης δεν ήταν εφικτό αυτό από τους εθελοντές, διότι δεν γνώριζαν εκ των προτέρων την ακριβή θέση στόχο που είχε καθοριστεί (45°). Αυτός ο περιορισμός είχε αναφερθεί και στην μελέτη των Lönn et al (2001), όπου είχε αντιμετωπιστεί με την προσθήκη επιπλέον ταχυτήτων ή/ και την τυχαιοποίηση της σειράς της αναπαραγωγής των ταχυτήτων.

Επιπλέον, συμπεριλήφθηκαν λίγες δοκιμαστικές επαναλήψεις, δύο για το JPS και μια για το VR και DPS, σε αντίθεση με άλλες παρόμοιες μελέτες που χρησιμοποίησαν περισσότερες δοκιμαστικές. Άλλοι ερευνητές προτείνουν 5 ή 6 δοκιμαστικές (Selfe et al., 2006), ενώ άλλοι προτείνουν 3 έως 5 δοκιμαστικές (Han et al., 2016), ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο στην αρθρογραφία.

Τέλος, σε αυτή την μελέτη εφαρμόστηκε περιορισμός μόνο της οπτικής ανατροφοδότησης, σε σχέση με άλλες έρευνες όπου απουσίαζε και η ακουστική πληροφόρηση. Ωστόσο, το περιβάλλον της πειραματικής διαδικασίας ήταν απόλυτα ελεγχόμενο ώστε να μην επηρεάσει ο θόρυβος τους συμμετέχοντες, προκειμένου να διασφαλιστεί η εξωτερική εγκυρότητα της μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ιδιοδεκτικότητα διαδραματίζει έναν καθοριστικό ρόλο στον κινητικό έλεγχο, ο οποίος είναι θεμελιώδης για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων και την αποφυγή τραυματισμών. Η σπουδαιότητα της λειτουργίας του ΚΝΣ στην ιδιοδεκτική πληροφόρηση, σε σχέση με περιφερικούς μηχανισμούς δεν είναι ακόμη ξεκάθαρη. Τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα για τους μηχανισμούς αυτούς, είναι κυρίως η δράση των μηχανοϋποδοχέων σε εξωτερικούς παράγοντες και υπάρχουν μέθοδοι που έχουν επιχειρήσει να τους αξιολογήσουν, όπως οι JPR, AMEDA και TTDPM. Στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια αντικειμενικής αξιολόγησης σε δύο πτυχές της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης, οι οποίες δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς στην αρθρογραφία, της θέσης και της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος.

Σύμφωνα με τους δείκτες των αποτελεσμάτων, φαίνεται μια μεγαλύτερη βαρύτητα της συνιστώσας της ταχύτητας έναντι της θέσης, με υψηλότερες τιμές αξιοπιστίας στην αίσθηση της ταχύτητας. Οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναπαράγουν την ταχύτητα με μεγαλύτερη συνέπεια και συνέχεια σε σχέση με την θέση. Αυτό καταδεικνύει την χρησιμότητα της ταχύτητας στις καθημερινές δραστηριότητες, κατά πόσο βασιζόμαστε σε αυτή την αίσθηση για τις απλές κινήσεις και τον διαχωρισμό του ΚΝΣ μεταξύ θέσης και ταχύτητας. Σχετικά με το εργαλείο μέτρησης, μέσα από την παρούσα ερευνητική διαδικασία αποδεικνύεται επίσης η αξιοπιστία της χρήσης του ισοκινητικού δυναμομέτρου για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας της άρθρωσης του γόνατος. Ο μεγάλος αριθμός του δείγματος ενισχύει τον βαθμό της αξιοπιστίας της παρούσας μελέτης. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά σχετικά με την αξιοπιστία του παρόντος πρωτοκόλλου, ωστόσο απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την δημιουργία άλλων πρωτοκόλλων, αλλά και την ενδεχόμενη εισαγωγή του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου στα πλαίσια της κλινικής αποκατάστασης.

7.1. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Ένας παράγοντας που μπορεί να μελετηθεί εκτενέστερα μελλοντικά είναι το ηλικιακό εύρος, καθώς στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν μικρές ηλικιακά μονάδες (18-35 έτη). Ένα μεγαλύτερο φάσμα ηλικιών θα μπορούσε να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση του χρόνου στις ιδιοδεκτικές παραμέτρους της θέσης και της ταχύτητας (Westlake et al., 2007, Marks, 1995, Hurkmans et al., 2007). Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να διαχωρίσουν τους συμμετέχοντες ανά φύλο, για να εξαχθούν αποτελέσματα που θα αφορούν διαφοροποιήσεις με βάση το φύλο. Επιπρόσθετα, θα μπορούσαν να αξιολογηθούν όχι μόνο υγιή, αλλά και άτομα με διάφορες παθολογίες, όπως άλλες μελέτες που αφορούν τραυματισμό ΠΧΣ ή ΕΠΠ. Επιπλέον, το πρωτόκολλο της μελέτης συμπεριέλαβε μόνο την κίνηση της έκτασης του γόνατος, μια θέση στόχο (45°) για τις δοκιμασίες της θέσης (JPS, DPS) και δύο ταχύτητες (5°/s και 10°/s) για τις δοκιμασίες JPS και VR, DPS αντίστοιχα. Η προσθήκη της κίνησης της κάμψης γόνατος, αλλά και επιπλέον γωνιών και ταχυτήτων μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα αποτελέσματα. Τέλος, στην παρούσα μελέτη η διαδικασία test-retest αξιολογήθηκε την επόμενη ημέρα. Συγγραφείς προτείνουν και διάστημα μεγαλύτερο της μιας εβδομάδας για την επαναμέτρηση (Drouin et al., 2003, Westlake et al., 2007).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- AKSEKI, D., AKKAYA, G., ERDURAN, M. & PINAR, H. 2008. Proprioception of the knee joint in patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 42, 316-321.
- AMAN, J. E., ELANGO VAN, N., YEH, I. L. & KONCZAK, J. 2014. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci*, 8, 1075.
- ASHTON-MILLER, J. A., WOJTYS, E. M., HUSTON, L. J. & FRY-WELCH, D. 2001. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9, 128-36.
- BALTZOPOULOS, V. & BRODIE, D. A. 1989. Isokinetic dynamometry. *Sports medicine*, 8, 101-116.
- BAUDRY, S. & DUCHATEAU, J. 2012. Age-related influence of vision and proprioception on Ia presynaptic inhibition in soleus muscle during upright stance. *The Journal of Physiology*, 590, 5541-5554.
- BORGES, V., DIAS, J., DIAS, R., GARCIA, P. & DVIR, Z. 2015. Strength and torque consistency of the hip and knee flexors and extensors: A comparative study of elderly and young individuals. *Isokinetics and Exercise Science*, 23, 45-51.
- BROSSEAU, L., BALMER, S., TOUSIGNANT, M., O'SULLIVAN, J. P., GOUDREAULT, C., GOUDREAULT, M. & GRINGRAS, S. 2001. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 396-402.
- BRUMAGNE, S., CORDO, P. & VERSCHUEREN, S. 2004. Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing. *Neurosci Lett*, 366, 63-6.
- CLARK, N. C., RÖIJEZON, U. & TRELEAVEN, J. 2015. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 20, 378-387.
- COSSICH, V., MALLRICH, F., TITONELLI, V., DE SOUSA, E. B., VELASQUES, B. & SALLES, J. I. 2014. Proprioceptive deficit in individuals with unilateral tearing of the anterior cruciate ligament after active evaluation of the sense of joint position. *Rev Bras Ortop*, 49, 607-12.
- DESHPANDE, N., CONNELLY, D. M., CULHAM, E. G. & COSTIGAN, P. A. 2003. Reliability and validity of ankle proprioceptive measures. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 883-9.
- DIETZ, V. 2002. Proprioception and locomotor disorders. *Nat Rev Neurosci*, 3, 781-90.
- DJUPSJÖBACKA, M. & DOMKIN, D. 2005. Correlation analysis of proprioceptive acuity in ipsilateral position-matching and velocity-discrimination. *Somatosens Mot Res*, 22, 85-93.
- DROUIN, J., VALOVICH MCLEOD, T., SHULTZ, S., GANSNEDER, B. & PERRIN, D. 2004. Reliability and validity of the Biodex System 3 Pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European journal of applied physiology*, 91, 22-9.
- DROUIN, J. M., ARNOLD, B. L. & GANSNEDER, B. M. 2003. Active knee joint velocity replication measures are stable and accurate in healthy individuals. *Somatosens Mot Res*, 20, 281-7.

- DVIR, Z. & MÜLLER, S. 2020. Multiple-Joint Isokinetic Dynamometry: A Critical Review. *J Strength Cond Res*, 34, 587-601.
- EDIN, B. B. 2004. Quantitative analyses of dynamic strain sensitivity in human skin mechanoreceptors. *J Neurophysiol*, 92, 3233-43.
- FEIRING, D. C., ELLENBECKER, T. S. & DERSCHEID, G. L. 1990. Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, 11, 298-300.
- FERLINC, A., FABIANI, E., VELNAR, T. & GRADISNIK, L. 2019. The Importance and Role of Proprioception in the Elderly: a Short Review. *Mater Sociomed*, 31, 219-221.
- GANDEVIA, S., PROSKE, U. & STUART, D. 2002. *Sensorimotor Control of Movement and Posture*, Springer.
- GEAR, W. S. 2011. Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. *J Sports Sci Med*, 10, 725-30.
- GIVONI, N. J., PHAM, T., ALLEN, T. J. & PROSKE, U. 2007. The effect of quadriceps muscle fatigue on position matching at the knee. *J Physiol*, 584, 111-9.
- GOBLE, D. J. 2010. Proprioceptive Acuity Assessment Via Joint Position Matching: From Basic Science to General Practice. *Physical Therapy*, 90, 1176-1184.
- HAN, J., WADDINGTON, G., ADAMS, R., ANSON, J. & LIU, Y. 2016. Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci*, 5, 80-90.
- HANCOCK, G. E., HEPWORTH, T. & WEMBRIDGE, K. 2018. Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *Journal of experimental orthopaedics*, 5, 1-6.
- HARVEY, N. 2021. *A Simple Guide to Inter-rater, Intra-rater and Test-retest Reliability for Animal Behaviour Studies*.
- HENRY, M. & BAUDRY, S. 2019. Age-related changes in leg proprioception: implications for postural control. *J Neurophysiol*, 122, 525-538.
- HIEMSTRA, L. A., LO, I. K. & FOWLER, P. J. 2001. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31, 598-605.
- HILLIER, S., IMMINK, M. & THEWLIS, D. 2015. Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabil Neural Repair*, 29, 933-49.
- HURKMANS, E. J., VAN DER ESCH, M., OSTELO, R. W., KNOL, D., DEKKER, J. & STEULTJENS, M. P. 2007. Reproducibility of the measurement of knee joint proprioception in patients with osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*, 57, 1398-403.
- JAYASINGHE, S. A. L., SARLEGNA, F. R., SCHEIDT, R. A. & SAINBURG, R. L. 2021. Somatosensory deafferentation reveals lateralized roles of proprioception in feedback and adaptive feedforward control of movement and posture. *Current Opinion in Physiology*, 19, 141-147.
- JOHNSON, K. O. 2001. The roles and functions of cutaneous mechanoreceptors. *Curr Opin Neurobiol*, 11, 455-61.
- JU, Y. Y., WANG, C. W. & CHENG, H. Y. 2010. Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25, 708-12.
- KERR, G. K. & WORRINGHAM, C. J. 2002. Velocity perception and proprioception. *Adv Exp Med Biol*, 508, 79-86.
- KOO, T. K. & LI, M. Y. 2016. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15, 155-63.
- KRÖGER, S. & WATKINS, B. 2021. Muscle spindle function in healthy and diseased muscle. *Skeletal Muscle*, 11, 3.

- LAKIE, M. & CAMPBELL, K. S. 2019. Muscle thixotropy—where are we now? *Journal of Applied Physiology*, 126, 1790-1799.
- LEE, A. S., CHOLEWICKI, J., REEVES, N. P., ZAZULAK, B. T. & MYSLIWIEC, L. W. 2010. Comparison of Trunk Proprioception Between Patients With Low Back Pain and Healthy Controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91, 1327-1331.
- LEPHART, S. M., PINCIVERO, D. M., GIRAIDO, J. L. & FU, F. H. 1997. The Role of Proprioception in the Management and Rehabilitation of Athletic Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 25, 130-137.
- LITTMANN, A. E., IGUCHI, M., MADHAVAN, S., KOLARIK, J. L. & SHIELDS, R. K. 2012. Dynamic-position-sense impairment's independence of perceived knee function in women with ACL reconstruction. *J Sport Rehabil*, 21, 44-53.
- LORD, S. R., DELBAERE, K. & STURNIEKS, D. L. 2018. Aging. *Handb Clin Neurol*, 159, 157-171.
- LÖNN, J., CRENSHAW, A. G., DJUPSJÖBACKA, M., PEDERSEN, J. & JOHANSSON, H. 2000. Position sense testing: influence of starting position and type of displacement. *Arch Phys Med Rehabil*, 81, 592-7.
- LÖNN, J., DJUPSJÖBACKA, M. & JOHANSSON, H. 2001. Replication and discrimination of limb movement velocity. *Somatosens Mot Res*, 18, 76-82.
- MACEFIELD, V. G. 2021. The roles of mechanoreceptors in muscle and skin in human proprioception. *Current Opinion in Physiology*, 21, 48-56.
- MADHAVAN, S. & SHIELDS, R. K. 2005. Influence of age on dynamic position sense: evidence using a sequential movement task. *Experimental brain research*, 164, 18-28.
- MARKS, R. 1995. Repeatability of position sense measurements in persons with osteoarthritis of the knee: a pilot study. *Clinical Rehabilitation - CLIN REHABIL*, 9, 314-319.
- MIDGLEY, A. W., MARCHANT, D. C. & LEVY, A. R. 2018. A call to action towards an evidence-based approach to using verbal encouragement during maximal exercise testing. *Clin Physiol Funct Imaging*, 38, 547-553.
- NAGAI, K., YAMADA, M., UEMURA, K., YAMADA, Y., ICHIHASHI, N. & TSUBOYAMA, T. 2011. Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53, 338-343.
- NAGAI, T., ALLISON, K. F., SCHMITZ, J. L., SELL, T. C. & LEPHART, S. M. 2016. Conscious proprioception assessments in sports medicine: how individuals perform each submodality. *Sports Med: SM Online Scientific Resources*, 1-13.
- OGARD, W. K. 2011. Proprioception in Sports Medicine and Athletic Conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 33.
- OLSSON, L., LUND, H., HENRIKSEN, M., RØGIND, H., BLIDDAL, H. & DANNESKIOLD-SAMOE, B. 2004. Test-retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. *Advances in Physiotherapy*, 6.
- PERINETTI, G. 2018. StaTips Part IV: Selection, interpretation and reporting of the intraclass correlation coefficient. *South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 5.
- PH.D, N. & HASSAN, K. 2019. Effect of Different Knee Angles on Active Joint Position Sense in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. *The Medical Journal of Cairo University*, 87, 2409-2415.

- PORTNEY, L. G. 2020. *Foundations of Clinical Research: Applications to Evidence-Based Practice*, F.A. Davis.
- PROCHAZKA, A. 2021. Proprioception: clinical relevance and neurophysiology. *Current Opinion in Physiology*, 23, 100440.
- PROSKE, U. 2005. What is the role of muscle receptors in proprioception? *Muscle Nerve*, 31, 780-7.
- PROSKE, U. 2006. Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 34, 545-558.
- PROSKE, U. 2019. Exercise, fatigue and proprioception: a retrospective. *Exp Brain Res*, 237, 2447-2459.
- PROSKE, U. & GANDEVIA, S. C. 2012. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev*, 92, 1651-97.
- QU, X., HU, X., ZHAO, J. & ZHAO, Z. 2022. The roles of lower-limb joint proprioception in postural control during gait. *Applied Ergonomics*, 99, 103635.
- REIDER, B., ARCAND, M. A., DIEHL, L. H., MROCZEK, K., ABULENCIA, A., STROUD, C. C., PALM, M., GILBERTSON, J. & STASZAK, P. 2003. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 19, 2-12.
- RESCHECHTKO, S. & PRUSZYNSKI, J. A. 2020. Stretch reflexes. *Current Biology*, 30, R1025-R1030.
- RIBEIRO, F. & OLIVEIRA, J. 2007. Aging effects on joint proprioception: The role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 4, 71-76.
- RIEMANN, B. L. & LEPHART, S. M. 2002. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*, 37, 71-9.
- ROMERO-FRANCO, N., MONTAÑO-MUNUERA, J. A., FERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, J. C. & JIMÉNEZ-REYES, P. 2019. Validity and Reliability of a Digital Inclinometer to Assess Knee Joint Position Sense in an Open Kinetic Chain. *J Sport Rehabil*, 28, 332-338.
- ROMERO-FRANCO, N., MONTAÑO-MUNUERA, J. A. & JIMÉNEZ-REYES, P. 2017. Validity and Reliability of a Digital Inclinometer to Assess Knee Joint-Position Sense in a Closed Kinetic Chain. *J Sport Rehabil*, 26.
- ROSKER, J. & SARABON, N. 2010. Kinaesthesia and methods for its assessment. *Sport Science Review*, 19, 165-208.
- RÖIJEZON, U., CLARK, N. C. & TRELEAVEN, J. 2015a. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther*, 20, 368-77.
- RÖIJEZON, U., CLARK, N. C. & TRELEAVEN, J. 2015b. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual Therapy*, 20, 368-377.
- SELFE, J., CALLAGHAN, M., MCHENRY, A., RICHARDS, J. & OLDFHAM, J. 2006. An investigation into the effect of number of trials during proprioceptive testing in patients with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res*, 24, 1218-24.
- SHIELDS, R. K., MADHAVAN, S. & COLE, K. 2005. Sustained muscle activity minimally influences dynamic position sense of the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35, 443-451.
- SJÖLANDER, P., MICHAELSON, P., JARIC, S. & DJUPSJÖBACKA, M. 2008. Sensorimotor disturbances in chronic neck pain—Range of motion, peak velocity, smoothness of movement, and repositioning acuity. *Manual Therapy*, 13, 122-131.

- SMITH, T. O., DAVIES, L. & HING, C. B. 2013. A systematic review to determine the reliability of knee joint position sense assessment measures. *Knee*, 20, 162-9.
- SOLE, G., HAMRÉN, J., MILOSAVLJEVIC, S., NICHOLSON, H. & SULLIVAN, S. J. 2007. Test-Retest Reliability of Isokinetic Knee Extension and Flexion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 626-631.
- SPRINGER, S., KELMAN, D., BRAND, M. & GOTTLIEB, U. 2017. Knee position sense: does the time interval at the target angle affect position accuracy? *J Phys Ther Sci*, 29, 1760-1765.
- STILLMAN, B. C. 2002. Making Sense of Proprioception: The meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*, 88, 667-676.
- TRELEAVEN, J. 2011. Dizziness, unsteadiness, visual disturbances, and postural control: implications for the transition to chronic symptoms after a whiplash trauma. *Spine (Phila Pa 1976)*, 36, S211-7.
- TRELEAVEN, J., JULL, G. & STERLING, M. 2003. Dizziness and unsteadiness following whiplash injury: characteristic features and relationship with cervical joint position error. *Journal of rehabilitation medicine*, 35, 36-43.
- TSAY, A. J., GIUMMARRA, M. J., ALLEN, T. J. & PROSKE, U. 2016. The sensory origins of human position sense. *J Physiol*, 594, 1037-49.
- TUTHILL, J. C. & AZIM, E. 2018. Proprioception. *Current Biology*, 28, R194-R203.
- VAN MEETEREN, J., ROEBROECK, M. & STAM, H. 2002. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *Journal of rehabilitation medicine*, 34, 91-95.
- VERSCHUEREN, S. M., BRUMAGNE, S., SWINNEN, S. P. & CORDO, P. J. 2002. The effect of aging on dynamic position sense at the ankle. *Behav Brain Res*, 136, 593-603.
- WESTLAKE, K. P., WU, Y. & CULHAM, E. G. 2007. Velocity discrimination: reliability and construct validity in older adults. *Hum Mov Sci*, 26, 443-56.
- WILLIAMSON, E. M. & MARSHALL, P. H. 2014. Effect of osteoarthritis on accuracy of continuous tracking leg movement. *Percept Mot Skills*, 118, 162-82.
- ZAZULAK, B., HEWETT, T., REEVES, N., GOLDBERG, B. & CHOLEWICKI, J. 2007. The Effects of Core Proprioception on Knee Injury: A Prospective Biomechanical-Epidemiological Study. *The American journal of sports medicine*, 35, 368-73.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α



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 9-9-2021
Αριθμ. Πρωτ.: 651

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Διερεύνηση της αξιοπιστίας ενδο-εξεταστή (intra-rater) και μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της κίνησης της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος

Επιστημονικός υπεύθυνος/η - επιβλέπων: Ασημάκης Κανελλόπουλος

Ιδιότητα: Επίκουρος Καθηγητής

Τμήμα: Φυσικοθεραπείας

Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια: Μαλιούσης Ιωάννης

Πρόγραμμα Σπουδών: ΠΜΣ Προηγμένη Φυσικοθεραπεία

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 X Διδακτορική Έρευνα Ανεξάρτητη έρευνα

Τηλ. επικοινωνίας:

E-mail επικοινωνίας:

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την συνεδρίασή της, στις 8-9-2021 **εγκρίνει** τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Η Πρόεδρος της
Εσωτερικής Επιτροπής
Δεοντολογίας του Τμήματος
Φυσικοθεραπείας

Καθηγήτρια Ελένη Καπρέλη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας:

Διερεύνηση της αξιοπιστίας ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας του γόνατος.

Πρόσκληση στην έρευνα:

Σας καλούμε να λάβετε μέρος στην έρευνα που διεξάγει το τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας. Διαβάστε τις παρακάτω πληροφορίες σχετικά με τον σκοπό της μελέτης και τα πιθανά ευρήματα πριν αποφασίσετε αν θέλετε να λάβετε μέρος ή όχι. Δεν είναι δεσμευτικό να απαντήσετε τώρα. Μπορείτε να μας απαντήσετε για την συμμετοχή σας σε δεύτερο χρόνο αφού το σκεφτείτε ή το συζητήσετε και με άλλους. Ρωτήστε μας για να σας δώσουμε περισσότερες πληροφορίες αν κάτι δεν είναι ξεκάθαρο.

Ποιος είναι ο σκοπός της μελέτης/έρευνας;

Οι άνθρωποι, μπορούμε να αντιλαμβανόμαστε την θέση των μελών μας στο χώρο (π.χ. σε ποια θέση βρίσκεται τώρα το γόνατο σας;), καθώς και την ταχύτητα με την οποία αυτά κινούνται χωρίς απαραίτητα να τα κοιτάμε ή να το σκεφτόμαστε. Σε αντίθεση με την αίσθηση της θέσης, η αίσθηση της ταχύτητας είναι ελάχιστα μελετημένη. Σκοπός της έρευνας είναι να δούμε κατά πόσον είναι αξιόπιστη η μέτρηση της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της ταχύτητας του γόνατος. Η συνολική διάρκεια της έρευνας μέχρι την εξαγωγή των συμπερασμάτων θα είναι περίπου 5 μήνες. Ωστόσο, η δική σας συμμετοχή περιορίζεται μόνο σε 2 διαδοχικές ημέρες μετρήσεων και ο χρόνος που θα αφιερώσετε θα είναι από 20 λεπτά μέχρι 1 ώρα για κάθε μέρα.

Γιατί επιλέχθηκα;

Στην έρευνα μπορεί να συμμετέχει οποιοσδήποτε ενήλικας υγιής εθελοντής. Συνολικά στη μελέτη θα συμμετέχουν 43 εθελοντές.

Είναι υποχρεωτικό να λάβω μέρος;

Η συμμετοχή σας στην έρευνα δεν είναι σε καμία περίπτωση υποχρεωτική. Μπορείτε να λάβετε μέρος μόνο εφόσον το θελήσετε. Αν αποφασίσετε τελικά να λάβετε μέρος θα σας δοθεί ένα έντυπο που ονομάζεται Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση για να το υπογράψετε. Μπορείτε να αποχωρήσετε από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή το θελήσετε ακόμη και αν έχετε υπογράψει και χωρίς να δώσετε εξήγηση για τους λόγους αποχώρησής σας και χωρίς αυτό να σας επηρεάσει με τον οποιοδήποτε τρόπο.

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

Εφόσον αποφασίσετε να συμμετέχετε στην έρευνα και υπογράψετε το έντυπο συναίνεσης ο υπεύθυνος ερευνητής θα σας εξηγήσει την διαδικασία των μετρήσεων. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων θα πρέπει να φοράτε άνετα ρούχα ώστε το γόνατό σας να μπορεί να κινηθεί με ευκολία. Συνολικά θα υποβληθείτε σε 3 δοκιμασίες μέτρησης καμία εκ των οποίων δεν είναι επώδυνη ή δυσάρεστη. Οι μετρήσεις θα γίνουν από καθιστή θέση σε μια ειδική καρέκλα για την μέτρηση της θέσης και της ταχύτητας. Για την σταθεροποίηση του κάτω άκρου και του κορμού θα χρησιμοποιηθούν κάποιοι μάντες. Το δοκιμαζόμενο άκρο θα δεθεί πάνω από τον αστράγαλο σε ένα κινητό βραχίονα του μηχανήματος για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Σε όλες τις μετρήσεις τα μάτια σας θα είναι κλειστά με τη χρήση μάσκας ματιών ατομικής χρήσης που θα σας δοθεί. Αυτό γίνεται ώστε να μετρηθεί η κίνηση χωρίς την βοήθεια της όρασης. Μετά από κάθε μέτρηση η μάσκα μπορεί να αφαιρεθεί και το πόδι θα λύνεται. Στην αρχή το γόνατό σας θα κινηθεί από το μηχάνημα παθητικά (χωρίς δική σας προσπάθεια). Στη συνέχεια θα σας ζητηθεί να αναπαράγετε την θέση ή/και την ταχύτητα της άρθρωσης του γόνατος ή να πατήστε ένα κουμπί ώστε να σταματήσει το μηχάνημα μόλις αντιληφθείτε ότι το γόνατό σας βρίσκεται στην ίδια θέση με αυτή σταμάτησε το μηχάνημα αρχικά. Πριν την κάθε δοκιμασία θα υπάρχουν κάποιες δοκιμαστικές επαναλήψεις για εξοικείωση με την διαδικασία. Την πρώτη μέρα θα πραγματοποιήσετε τις 3 δοκιμασίες με τον πρώτο υπεύθυνο ερευνητή, θα κάνετε ένα διάλειμμα 20 λεπτών και μετά θα τις επαναλάβετε με τον δεύτερο υπεύθυνο ερευνητή. Την επόμενη ημέρα θα ξανά έρθετε στο εργαστήριο για να επαναλάβετε άλλη μία φορά τις δοκιμασίες. Η διάρκεια των μετρήσεων θα είναι συνολικά από 20 λεπτά έως μια ώρα.

Τι περιορισμοί υπάρχουν;

Στο διάστημα μεταξύ των δύο ημερών θα πρέπει να απέχετε από οποιαδήποτε αθλητική δραστηριότητα ή προπόνηση ισορροπίας.

Υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις;

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.

Ποιο είναι το όφελος του εθελοντή;

Δεν υπάρχει συγκεκριμένο όφελος από την συμμετοχή στην έρευνα. Ωστόσο, η συμμετοχή είναι σημαντική για την εξαγωγή συμπερασμάτων και την ανάπτυξη επιστημονικών εργαλείων μέτρησης προς όφελος μελλοντικών ασθενών.

Νέες πληροφορίες έρχονται στο φως από την έρευνα:

Κάποιες φορές, κατά την διάρκεια μιας έρευνας, καινούργιες πληροφορίες έρχονται στο φως που μπορεί να αλλάξουν τα δεδομένα της μελέτης. Αν αυτό συμβεί ο ερευνητής θα σας ενημερώσει και θα ξανασυζητήσει την συμμετοχή σας στην έρευνα σε περίπτωση που τα νέα δεδομένα αλλάξουν την γνώμη σας σχετικά με την συμμετοχή σας. Αν συνεχίσετε να συμμετέχετε ένα νέο έντυπο «Ενημέρωση Ασθενούς» που θα περιλαμβάνει τα νέα δεδομένα θα σας δοθεί για να το υπογράψετε. Υπάρχει επίσης περίπτωση ο ερευνητής να θεωρήσει ότι, βάση των νέων δεδομένων, δεν είναι προς το συμφέρον σας να συνεχίσετε να συμμετέχετε. Και σε αυτήν την περίπτωση πλήρεις πληροφορίες θα σας δοθούν.

Τι γίνεται όταν τελειώσει η έρευνα;

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

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

Αν έχετε παράπονα με την συμπεριφορά του προσωπικού ή με τα αποτελέσματα της μελέτης ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο μπορείτε να επικοινωνήσετε είτε με τους υπεύθυνους ερευνητές στα τηλέφωνα που βρίσκονται παρακάτω είτε με τον εισηγητή της έρευνας Δρ. Ασημάκη Κ. Κανελλόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή στο τηλέφωνο:

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

Αν αποφασίσετε να συναινέσετε και λάβετε μέρος στην έρευνα, τα προσωπικά σας στοιχεία θα γίνει γνωστά στην ομάδα η οποία πραγματοποιεί την έρευνα ώστε αυτοί να αξιολογήσουν και να αναλύσουν τα αποτελέσματα. Επίσης τα στοιχεία σας μπορεί να γίνουν γνωστά στην Επιτροπή Ελέγχου της Έρευνας. Τα στοιχεία σας δεν θα αποκαλυφθούν αλλού. Όπου είναι δυνατό τα αποτελέσματα θα ελέγχονται με τα προσωπικά σας στοιχεία (όνομα, επώνυμο, διεύθυνση κλπ) καλυμμένα. Τα στοιχεία σας θα παραμείνουν εμπιστευτικά ακόμη και μετά το πέρας της έρευνας.

Τι θα γίνει με τα αποτελέσματα της μελέτης/έρευνας;

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

Περισσότερες πληροφορίες;

Για περισσότερες πληροφορίες μπορείτε να απευθυνθείτε στους υπεύθυνους ερευνητές:

- Τσουκαλάς Κωνσταντίνος
Φυσικοθεραπευτής, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Τηλ.:

Email:

- Μαλιούσης Ιωάννης
Φυσικοθεραπευτής, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Τηλ.:

Email:

Και στον εισηγητή της έρευνας:

- Δρ. Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής

Τηλ.:

Email:

Ευχαριστούμε για την συμμετοχή σας στην έρευνα και είμαστε στη διάθεσή σας για περαιτέρω πληροφορίες.

Σημαντική σημείωση: Ο εθελοντής κρατάει ένα αντίγραφο του παρόντος εγγράφου καθώς και ένα αντίγραφο από το υπογεγραμμένο έντυπο Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Πληροφορίες για το “Έντυπο Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση”

Τι είναι αυτό το έντυπο;

Τεκμηριώνει την συγκατάθεση του ασθενούς στη χρησιμοποίησή του για μια συγκεκριμένη έρευνα. Σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί έγγραφο παραίτησης από τα νόμιμα δικαιώματά του. Οι ασθενείς μπορούν πάντα να αλλάξουν γνώμη ακόμα και μετά από την υπογραφή του εντύπου. Το έντυπο υπενθυμίζει το είδος των πληροφοριών που πρέπει να έχει ο ασθενής και σε καμία περίπτωση δεν αντικαθιστά την συζήτηση που πρέπει να έχει ο ασθενής με τον ερευνητή.

Πότε δεν πρέπει να χρησιμοποιείται το έντυπο;

Ένας ασθενής δεν έχει την δυνατότητα να συναινέσει στην έρευνα όταν αδυνατεί να κατανοήσει σημαντικές πληροφορίες που του δίνονται ή αδυνατεί να χρησιμοποιήσει αυτές τις πληροφορίες για να αποφασίσει. Για να αποφασιστεί ότι ο ασθενής είναι ακατάλληλος για να συναινέσει, ένας ειδικευμένος γιατρός πρέπει να μας βοηθήσει συναποφασίζοντας. Οι συγγενείς δεν μπορούν να υπογράψουν αντί του ασθενούς.

Τι πληροφορίες πρέπει να δίνονται στον εθελοντή (ασθενή);

Πάντα πρέπει να είμαστε ειλικρινείς με τους ασθενείς. Οι πληροφορίες που πρέπει να δίνονται περιλαμβάνουν τα πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα, πιθανούς κινδύνους, επιπλοκές, αλλά και εναλλακτικές θεραπείες σε περίπτωση που είναι ασθενείς. Το πόσες πληροφορίες χρειάζεται να δώσουμε στον ασθενή είναι δύσκολο να αποφασιστεί. Προσπαθούμε να γνωρίζει τους σημαντικούς κινδύνους οι οποίοι θα επηρέαζαν έναν λογικό ασθενή και όχι όλες τις τυχόν συνέπειες που θα μπορούσε να έχει.

Αν ο ασθενής έχει κάποιες ιδιαίτερες ανησυχίες για κάτι συγκεκριμένο πρέπει να απαντήσουμε όσο λεπτομερέστερα και όσο ειλικρινέστερα μπορούμε. Κάποιοι ασθενείς μας κάνουν ξεκάθαρο ότι θέλουν να αποφασίσουμε εμείς για αυτούς. Σε αυτή την περίπτωση προσπαθούμε να δώσουμε στον ασθενή τουλάχιστον κάποιες βασικές πληροφορίες.

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση

Ημερομηνία: ____/____/____

Όνοματεπώνυμο εθελοντή (ασθενή):

Αριθμός αναγνώρισης ασθενούς στην παρούσα έρευνα (#ID):

Ημερομηνία γέννησης: ____/____/____

Προϊστάμενος ερευνητής - εισηγητής: Επ. Καθ. Δρ. Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος

Φοιτητής/ερευνητής: Ιωάννης Μαλιούσης

Υπεύθυνος γιατρός:

Άρρεν Θήλυ

Ιδιαιτερότητες εθελοντή (ασθενή):

Άλλες πληροφορίες:

Το παρόν περιέχει εμπιστευτικές πληροφορίες και φυλάσσεται στο αρχείο του φοιτητή.

Δήλωση και υποχρεώσεις του υπεύθυνου φοιτητή - ερευνητή:

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 το πείραμα, 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 του πειράματος μπορεί να επικοινωνήσει 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 φοιτητή/ερευνητή: Ιωάννης Μαλιούσης

Ημερομηνία:

Το παρόν δόθηκε στον συμμετέχοντα; Ναι Όχι

Δήλωση του συμμετέχοντα:

Παρακαλώ να διαβάσετε το παρόν προσεκτικά. Κανονικά πρέπει να έχετε ήδη στα χέρια σας ένα αντίγραφο του *Έντυπου Ενημέρωσης Εθελοντή* που περιγράφει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της έρευνας/μελέτης στην οποία συμμετέχετε. Αν όχι, ο ερευνητής θα σας δώσει ένα αντίγραφο τώρα.

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας:

«Διερεύνηση της αξιοπιστίας ενδο-εξεταστή (intra – rater) και μέτρησης/ επαναμέτρησης (test – retest) ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης και της αίσθησης της κίνησης της ταχύτητας της άρθρωσης του γόνατος»

Μικρή επεξήγηση της ερευνητικής εργασίας:

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η δημιουργία ενός κατάλληλου πρωτοκόλλου με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, ώστε να διερευνηθεί η αντίληψη της αίσθησης της θέσης και της ταχύτητας κίνησης της άρθρωσης του γόνατος, το οποίο θα μπορεί με ευκολία να αναπαραχθεί για διάφορες θέσεις και διάφορες ταχύτητες και θα χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία. Η δημιουργία του πρωτοκόλλου θα μπορούσε να συμβάλει στην κατανόηση της αίσθησης της ταχύτητας και να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για τη μελλοντική μελέτη των παθολογιών στις οποίες αυτή διαταράσσεται, με ποια πρωτόκολλα θα μπορούσε να αποκατασταθεί καθώς και να συμβάλει στην διερεύνηση της συσχέτισης των διαταραχών της αίσθησης της θέσης με την αίσθηση της ταχύτητας στην άρθρωση του γόνατος.

1. Επιβεβαιώνω ότι διάβασα και κατανόησα το *Έντυπο Ενημέρωσης Εθελοντή* σήμερα την ___ / ___ / ___ 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/μελέτη οποιαδήποτε ώρα, ακόμη και μετά από την υπογραφή της παρούσας δήλωσης, χωρίς να δώσω εξηγήσεις για το λόγο της απόσυρσής μου, χωρίς να επηρεαστεί το επίπεδο παροχής υπηρεσιών από το φυσικοθεραπευτή μου, το γιατρό μου ή το νοσοκομείο.
3. Καταλαβαίνω ότι μέρος ή ολόκληρος ο ιατρικός μου φάκελος θα διαβαστεί από τους ερευνητές.
Δίνω την άδεια να έχουν πρόσβαση στον ιατρικό φάκελό μου.
4. Συμφωνώ να συμμετάσχω εθελοντικά στην παρούσα ερευνητική εργασία.

Βάλτε σε κάθε τετράγωνο ✓ αν συμφωνείτε
ή ✗ αν διαφωνείτε.

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

Υπογραφή συμμετέχοντα:

Ημερομηνία ___/___/___

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Joint Position Sense: Passive

Name:	[REDACTED]	Session:	10/13/2005 12:26:38 AM	Protocol:	Proprioception Unilateral
ID:	[REDACTED]	Involved:	None	Pattern:	Extension/Flexion
Birth Date:	(M/d/yyyy)	Clinician:		Mode:	Proprioception
Ht:		Referral:			
Wt:	147.6	Joint:	Knee		
Gender:	Male	Diagnosis:			

POSITION 1

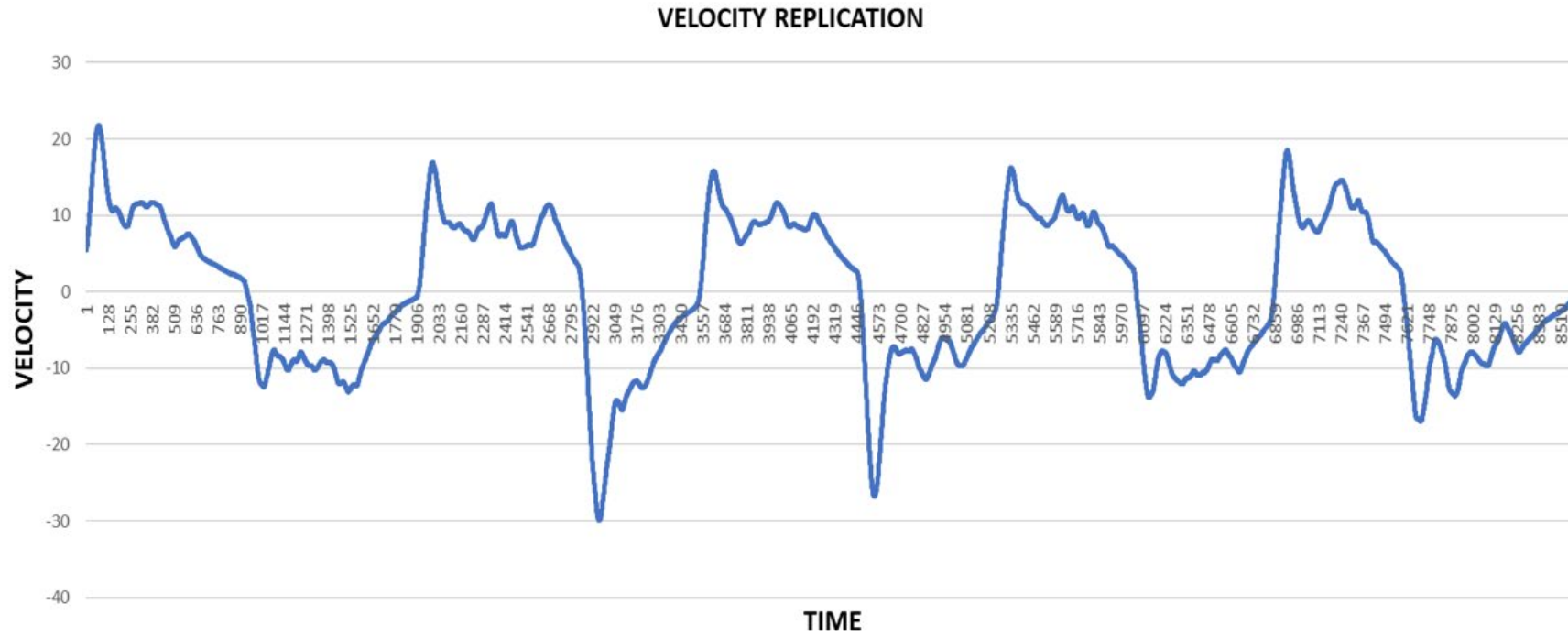
STARTING POSITION 90
TARGET POSITION 45

DEGREES FROM TARGET

	<u>RIGHT</u>
REP 1	4.0
REP 2	10.0
REP 3	2.0
REP 4	3.0
REP 5	2.0
AVERAGE	4.2

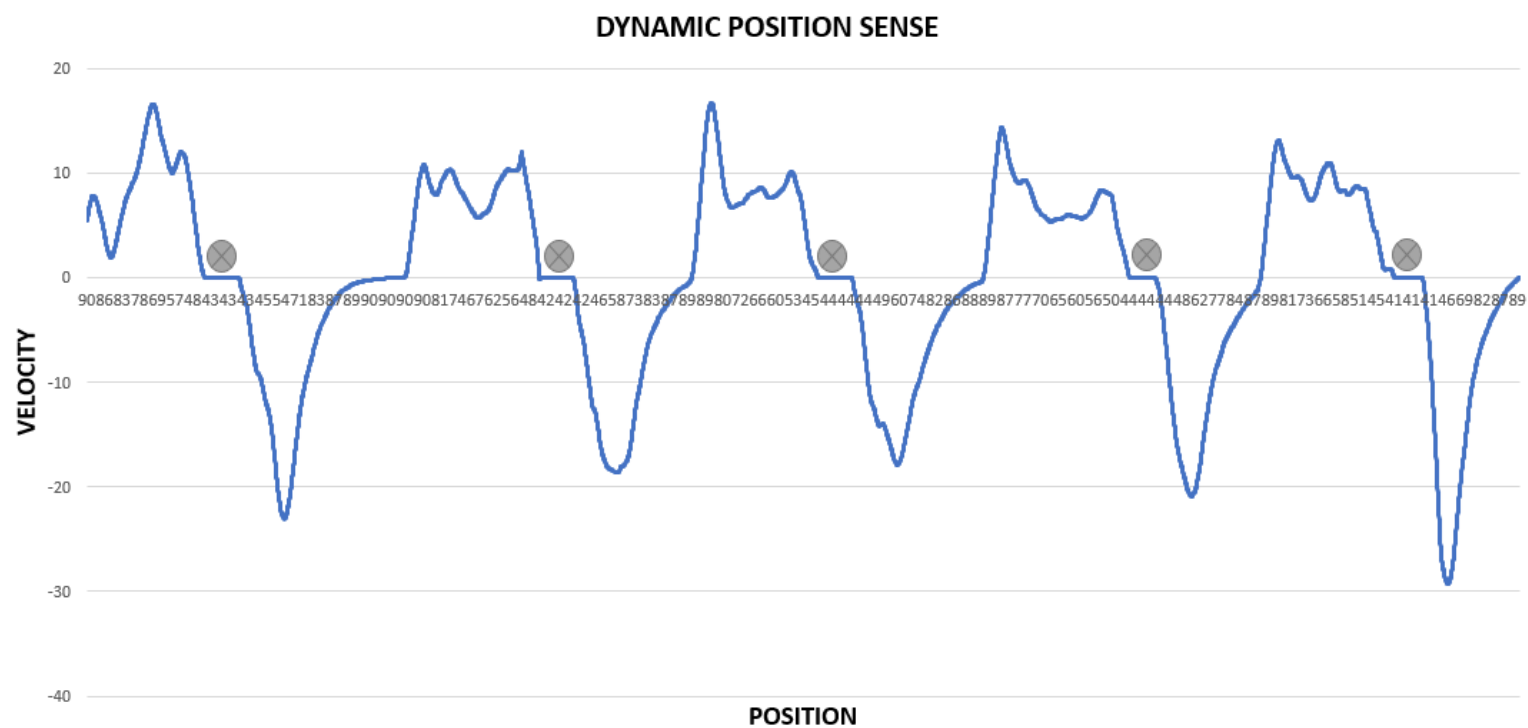
Παράδειγμα αρχείου καταγραφής JPS στο Ισοκινητικό Δυναμόμετρο. Στην αναφορά φαίνονται οι αποκλίσεις από την θέση στόχο σε απόλυτους αριθμούς (DEGREES FROM TARGET)


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε



Αρχείο καταγραφής Velocity Replication (VR) στο Ισοκινητικό Δυναμόμετρο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ



Αρχείο καταγραφής Dynamic Position Sense (DPS) στο Ισοκινητικό Δυναμόμετρο. Με  απεικονίζεται η παύση από τον συμμετέχοντα στην θέση στόχο με το κουμπί παύσης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΑΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Joint Position Sense (JPS)

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) ενδοεξεταστή (intra-rater) στην δοκιμασία Joint Position Sense (JPS)

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.210 ^a	.020	.422	1.777	40	80	.015
Average Measures	.443	.056	.686	1.777	40	80	.015

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) στην δοκιμασία Joint Position Sense (JPS)

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.414 ^a	.130	.637	2.655	40	40	.001
Average Measures	.586	.230	.778	2.655	40	40	.001

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η

Velocity Replication (VR)

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) ενδοεξεταστή (intra-rater) στην δοκιμασία Velocity Replication (VR)

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,807 ^a	.714	.880	17.956	40	120	.000
Average Measures	.943	.909	.967	17.956	40	120	.000

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) στην δοκιμασία Velocity Replication (VR)

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,659 ^a	.445	.802	4.829	40	40	.000
Average Measures	.795	.616	.890	4.829	40	40	.000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ

Dynamic Position Sense (DPS) – Velocity

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) ενδοεξεταστή (intra-rater) στην δοκιμασία Dynamic Position Sense (DPS) - Velocity

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,790 ^a	.692	.870	15.936	40	120	.000
Average Measures	.938	.900	.964	15.936	40	120	.000

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) στην δοκιμασία Dynamic Position Sense (DPS) - Velocity

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,447 ^a	.162	.663	2.581	40	40	.002
Average Measures	.618	.278	.797	2.581	40	40	.002

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Dynamic Position Sense (DPS) – Position

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) ενδοεξεταστή (intra-rater) στην δοκιμασία Dynamic Position Sense (DPS) - Position

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,751 ^a	.639	.843	13.034	40	120	.000
Average Measures	.923	.876	.955	13.034	40	120	.000

Δείκτης αξιοπιστίας (ICC), Διαστήματα Εμπιστοσύνης (CI) και δείκτης στατιστικής σημαντικότητας (p-value sig) μέτρησης/ επαναμέτρησης (test-retest) στην δοκιμασία Dynamic Position Sense (DPS) - Position

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	,022 ^a	-.232	.294	1.052	40	40	.437
Average Measures	.043	-.603	.455	1.052	40	40	.437

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

1^η δοκιμασία - Αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (Joint Position Sense – JPS)

- Πρωτόκολλο: Proprioception Mode - Passive Motion
 - ROM 90°- 0°, γωνία στόχος 45°, ταχύτητα 5°/s
 - Παθητική κίνηση του βραχίονα, ισομετρική παύση στις 45° για 5 sec και επιστροφή στις 90°
 - Παθητική κίνηση του βραχίονα και ο δοκιμαζόμενος πατάει το κουμπί όταν αντιληφθεί την θέση
 - 5 επαναλήψεις, ανάλυση δεδομένων για τις 3 τελευταίες, 1^η και 2^η δοκιμαστικές με ανοιχτά και κλειστά μάτια αντίστοιχα

2^η δοκιμασία - Αναπαραγωγή ταχύτητας στόχου (Velocity replication - VR)

- Πρωτόκολλο: Passive Motion
 - ROM 90°- 0°, ταχύτητα 10°/s, ρύθμιση End by Reps
 - 5 παθητικές επαναλήψεις με ταχύτητα 10°/s, επιστροφή στις 90°
- Αλλαγή πρωτοκόλλου: Isokinetic Mode
 - ROM 90°- 0°, ταχύτητα 500°/s, ρύθμιση End by Time (120 sec)
 - 5 ενεργητικές επαναλήψεις από τον δοκιμαζόμενο με ταχύτητα 500°/s
- Ανάλυση δεδομένων για τις 4 τελευταίες επαναλήψεις, 1^η δοκιμαστική με κλειστά μάτια

3^η δοκιμασία - Αναπαραγωγή θέσης-στόχου υπό συγκεκριμένη ταχύτητα (Dynamic Position Sense - DPS)

- Πρωτόκολλο: Isokinetic Mode
 - ROM 90°- 45°, ταχύτητα 10°/s, ρύθμιση End by Reps

- 5 παθητικές επαναλήψεις, ισομετρική παύση στις 45° για 5 sec και επιστροφή στις 90°
- Πρωτόκολλο: Isokinetic Mode
 - ROM 90° - 0°, ταχύτητα 500°/s, ρύθμιση End by Time (100 sec)
 - 5 ενεργητικές επαναλήψεις από τον δοκιμαζόμενο, αναπαραγωγή ταχύτητας και θέσης-στόχου (πάτημα pause στη θέση για λίγα sec ώστε να είναι ξεκάθαρο σε ποια γωνία έγινε παύση)
- Ανάλυση δεδομένων για τις 4 τελευταίες επαναλήψεις, 1η δοκιμαστική με κλειστά μάτια

Διάρκεια δοκιμασιών

1^η δοκιμασία: 6 λεπτά

2^η δοκιμασία: 7 λεπτά

3^η δοκιμασία: 7 λεπτά

} 5 λεπτά διάλλειμα ανάμεσα στις δοκιμασίες