



**Σχολή Επιστημών Υγείας
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»**

«Master of Science in Advanced Physiotherapy»

**«Διερεύνηση της ιδιοδεκτικής αναπαραγωγής της αρθρικής
γωνιακής ταχύτητας σε διαφορετικές ενεργητικά
παραγόμενες γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος
και έλεγχος αξιοπιστίας ενδοεξεταστή»**

Κατσαβέλη Ιωάννα του Δρόσου

Μάιος 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Επιστημών Υγείας

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΠΡΟΗΓΜΕΝΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ»

«Master of Science in Advanced Physiotherapy»

«Διερεύνηση της ιδιοδεκτικής αναπαραγωγής της αρθρικής
γωνιακής ταχύτητας σε διαφορετικές ενεργητικά
παραγόμενες γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος
και έλεγχος αξιοπιστίας ενδοεξεταστή»

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Προηγμένη Φυσικοθεραπεία

από την

Ιωάννα Κατσαβέλη του Δρόσου

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 2023

Σελίδα Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

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

- Δρ. Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος, Επ. Καθηγητής Πανεπ. Θεσσαλίας (Επιβλέπων)
- Δρ. Πουλής Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Πανεπ. Θεσσαλίας (Μέλος)
- Δρ. Κουμαντάκης Γεώργιος, Επ. Καθηγητής Πανεπ. Δυτικής Αττικής (Μέλος)

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η ιδιοδεκτική αντίληψη της αίσθησης της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας έχει λάβει λίγη προσοχή από πλευράς έρευνας, σε αντίθεση με την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, η οποία έχει μελετηθεί διεξοδικά. Η παρούσα έρευνα διεξήχθη με σκοπό τη διερεύνηση της συμπεριφοράς της ιδιοδεκτικής ικανότητας κατανόησης και αναπαραγωγής χαμηλών προς μεσαίων γωνιακών ταχυτήτων στην άρθρωση του γόνατος σε υγιή πληθυσμό και ο έλεγχος της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή.

ΜΕΘΟΔΟΙ: 43 νεαρά υγιή άτομα (23 άνδρες και 20 γυναίκες, μέση ηλικία 20,84 ετών) μετρήθηκαν σε 5 αρθρικές γωνιακές ταχύτητες, 30°/s, 45°/s, 60°/s, 75°/s και 90°/s, με τυχαία σειρά, χρησιμοποιώντας το ισοκινητικό δυναμόμετρο «Biodex System 3 pro». Πέντε επαναλήψεις παθητικής επίδειξης ακολουθήθηκαν από πέντε ενεργητικές επαναλήψεις. Οι τελευταίες 3 προσπάθειες έκτασης χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας που επιτεύχθηκε. Η διαδικασία επανελέγχου πραγματοποιήθηκε την ίδια ημέρα από τους ίδιους εξεταστές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Οι δοκιμαζόμενοι φαίνεται να έχουν αναπαράξει τη γωνιακή ταχύτητα των 30°/s με μεγαλύτερη ακρίβεια. Υπάρχει ένα στατιστικά σημαντικό σφάλμα στην αναπαραγωγή των υπόλοιπων ταχυτήτων, που αυξάνεται σταδιακά καθώς αυξανόταν η αρθρική γωνιακή ταχύτητα τόσο στο test όσο και στο retest. Κάτι αξιοσημείωτο ήταν ότι η πλειονότητα των εθελοντών τείνουν να στοχεύουν κάτω από τις ταχύτητες-στόχους (undershoot). Η διαδικασία ελέγχου-επανελέγχου διακρίνεται από αξιοπιστία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Καθώς αυξάνεται η αρθρική γωνιακή ταχύτητα και ο εγκέφαλος δεν μπορεί να ενημερωθεί εγκαίρως για την κατάσταση της κίνησης της άρθρωσης και αναγκάζεται να την προβλέψει, το σφάλμα αναπαραγωγής αυξάνεται. Όσον αφορά το φαινόμενο του «undershooting», που παρατηρείται, φαίνεται ότι καθώς η ταχύτητα της άρθρωσης αυξάνεται και δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια, ο εγκέφαλος, από το φάσμα των πιθανών προβλεπόμενων ταχυτήτων, επιλέγει πάντα μία από αυτές με τις χαμηλότερες τιμές. Αυτό το φαινόμενο μπορεί να είναι μια ενδιαφέρουσα συντηρητική συμπεριφορά του εγκεφάλου, καθώς οι υψηλές αρθρικές γωνιακές ταχύτητες φαίνεται να σχετίζονται με τραυματισμούς.

Λέξεις κλειδιά: ιδιοδεκτικότητα γόνατος, αναπαραγωγή ταχύτητας, αξιοπιστία ενδοεξεταστή

ABSTRACT

INTRODUCTION: The proprioceptive perception of joint angular velocity sense has received little attention in terms of research, unlike joint position sense, which has been thoroughly studied. The present research was conducted in order to investigate the behavior of the proprioceptive ability to comprehend and reproduce low-to-medium angular velocities in the knee joint in a healthy population and to evaluate its intra-rater reliability.

METHODS: 43 young healthy individuals (23 men and 20 women, mean age 20.84 yrs) were measured in 5 angular joint velocities, 30°/s, 45°/s, 60°/s, 75°/s and 90°/s, and in a randomized order, by using the “Biodex System 3 pro” isokinetic dynamometer. Five passive demonstration trials were followed by five active replications. Only the last 3 replication attempts were used to calculate the average velocity achieved, since the first two were considered as familiarization trials. The retest was performed on the same day by the same researchers.

RESULTS: The subjects appear to have reproduced the angular velocity of 30°/s more accurately. There is a statistically significant error in the replication of the rest of the velocities, incrementally increasing as the joint angular velocity increased both in test and retest. Something noteworthy was that the majority of the volunteers tend to undershoot the target velocities. Reliability distinguishes the test-retest procedure.

CONCLUSIONS: The present study showed that as the joint angular velocity increases, and the brain cannot be informed on time about the joint motion state and is forced to predict it, the replication error increases. Regarding the undershooting phenomenon observed, it seems that as the joint velocity increases and cannot be predicted with accuracy, the brain, from the spectrum of the possible predicted ones, always chooses to replicate it with one of those with the lower values. This phenomenon may be an interesting conservative behavior of the brain, as the high joint angular velocities seem to be related with injuries.

Keywords: knee proprioception, velocity replication, intra-rater reliability

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ασημάκη Κανελλόπουλο, που μου εμπιστεύτηκε αυτό το εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα, καθώς και για την υποστήριξη και την καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της διπλωματικής μου εργασίας. Η βοήθειά του ήταν απλόχερη και η γνώση, που με μεγάλη προθυμία μου μετέδωσε, ανεκτίμητη.

Ευχαριστώ την κ. Ανθή Κελλάρη, Υποψήφια Διδάκτορα του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την άψογη συνεργασία στο εργαστήριο και τους εθελοντές για τον χρόνο που αφιέρωσαν για τις μετρήσεις.

Ένα ευχαριστώ σε όλους όσους με έχουν διδάξει στα χρόνια μου ως μαθήτρια και ως φοιτήτρια και φυσικά στους καθηγητές αυτού του μεταπτυχιακού, για τη γνώση που με μεράκι μου μετέδωσαν και που αποτέλεσαν έμπνευση και κίνητρο.

Ευχαριστώ τους συμφοιτητές μου για τις στιγμές που περάσαμε μαζί στην εκ νέου φοιτητική μας ζωή. Η εμπύχωσή τους κατά τη διάρκεια του προγράμματος σπουδών ήταν εξαιρετικά βοηθητική και συγκινητική.

Και τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους δικούς μου ανθρώπους, για την ανιδιοτελή τους αγάπη και την αμέριστη στήριξη σε κάθε μου βήμα, που κάνουν τα πάντα πιο όμορφα και πιο εύκολα.

Σας ευχαριστώ όλους από καρδιάς για αυτό το κομμάτι που προσθέσατε στη ζωή μου!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	1
1.2 ΜΗΧΑΝΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ....	2
1.3 Η ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ.....	5
1.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	6
1.5 ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	8
1.6 ΣΚΟΠΟΣ.....	10
2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	11
3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	20
3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.....	20
3.2.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....	20
3.2.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ.....	20
3.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ.....	22
3.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	22
3.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	22
3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	25
3.7 ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	25
4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	32
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	36
6.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	36
6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	37
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	38
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	45

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	45
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ	59
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ	68

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

ΚΝΣ: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

ΠΔΚ: Ποδοκνημική

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

CI: Confidence Interval - Διάστημα Εμπιστοσύνης

COP: Center Of Pressure – Κέντρο Πίεσης

DPS: Dynamic Position Sense – Δυναμική Αίσθηση της Θέσης

FS: Force Sense – Αίσθηση της Δύναμης

ICC: Intra-class Correlation Coefficient – Συντελεστής Ενδοταξικής Συσχέτισης

JPD: Joint Position Detection - Ανίχνευσης της Θέσης της Άρθρωσης

JPR: Joint Position Reproduction- Αναπαραγωγής της Θέσης της Άρθρωσης

JPS: Joint Position Sense – Αίσθηση της Θέσης της Άρθρωσης

NMD: Neuromuscular Delay – Νευρομυϊκή Καθυστέρηση

ROM: Range Of Motion – Εύρος Κίνησης

SEM: Standard Error of Measurement – Τυπικό Σφάλμα Μέτρησης

SDD: Smallest Detectable Difference – Ελάχιστη Ανιχνεύσιμη Διαφορά

SQR: Square Root – Τετραγωνική Ρίζα

TTDMD: Threshold To Detection of Movement Direction - Κατώφλι Ανίχνευσης Κατεύθυνσης Κίνησης

TTDPM: Threshold To Detection of Passive Motion – Κατώφλι Ανίχνευσης Παθητικής Κίνησης

VR: Velocity Replication – Αναπαραγωγή της Ταχύτητας

VS: Velocity Sense – Αίσθηση της Ταχύτητας

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ, ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΕΙΚΟΝΩΝ

Πίνακας 1. Ιδιοδεκτικοί μηχανοϋποδοχείς του ανθρώπινου σώματος (Rđijezon et al., 2015).....	5
Εικόνα 1. Πειραματικό set-up (Verschueren et al., 2002).....	12
Εικόνα 2. Ειδικά διαμορφωμένη πλατφόρμα με ποτενσιόμετρο (Deshpande et al., 2003).....	13
Εικόνα 3. Αυτοσχέδιος μηχανισμός με ποτενσιόμετρο (Westlake et al., 2007).....	14
Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση του αυτοσχέδιου εξοπλισμού και της κίνησης του άνω άκρου (Lönn et al., 2001).....	15
Εικόνα 5. Συνθήκες μετρήσεων. Α: Θέσεις έναρξης και στόχων για τη δοκιμασία position-matching. Β: Θέση έναρξης και εύρος κίνησης για τη δοκιμασία διάκρισης ταχύτητας (Djupsjöbacka & Domkin, 2005a).....	15
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας AVRT (Jerosch et al., 2003).....	16
Εικόνα 7. Το πειραματικό σύστημα μέτρησης αποτελούμενο από μια πλατφόρμα δύο τμημάτων. Το ακίνητο τμήμα υποστήριζε τα κάτω άκρα και κρατούσε τη λεκάνη σταθερή (Soltys & Wilson, 2008).....	18
Εικόνα 8. Το set up των Drouin et al. (2003).....	19
Εικόνα 9. Εθελοντής στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 pro.....	23
Πίνακας 3. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.....	26
Πίνακα 4. Διάγραμμα boxplot για τον έλεγχο outliers.....	26
Πίνακας 5. Ιστογράμματα του σφάλματος σε σχέση με την ταχύτητα-στόχο.....	27

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιδιοδεκτικότητα παίζει καθοριστικό ρόλο στην συντονισμένη κίνηση, που είναι θεμελιώδης για τις καθημερινές δραστηριότητες, την άσκηση και τον αθλητισμό. Η σημασία της κεντρικής επεξεργασίας στην κατανόηση της ιδιοδεκτικότητας έχει αναγνωριστεί εδώ και πολλά χρόνια. Παρόλα αυτά οι περιφερικοί και κεντρικοί μηχανισμοί που διέπουν τον ιδιοδεκτικό έλεγχο είναι ακόμη ασαφείς. Υπάρχει έλλειψη στη γνώση της κατανόησης του πότε και πώς συγκεκριμένες πηγές ιδιοδεκτικής πληροφόρησης συμβάλουν στην προετοιμασία και απόδοση της κίνησης. Όλο και περισσότερο αναγνωρίζεται από τους ερευνητές η σημασία της κεντρικής επεξεργασίας στην ιδιοδεκτικότητα στην προσπάθεια της κατανόησης της ανθρώπινης κίνησης (Horváth et al., 2022).

Η πολύπλοκη φύση της ιδιοδεκτικότητας και η άρρηκτη σχέση της με την κινητική λειτουργία καθιστά απαραίτητη την περαιτέρω μελέτη της δίνοντας έμφαση στον παράγοντα της ταχύτητας, ο οποίος είναι από τους πλέον «παραμελημένους» τόσο ερευνητικά όσο και κλινικά δεδομένου ότι η μέχρι σήμερα διαθέσιμη πληροφορία πηγάζει από έρευνες που εστιάζουν στην μελέτη της ιδιοδεκτικής αντίληψης της θέσης.

1.1 ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η κίνηση του σώματος είναι θεμελιώδης και κύριο συστατικό της ανθρώπινης ζωής. Στις καθημερινές δραστηριότητες, αυτό που κυρίως κάνει ο άνθρωπος στην αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον σχετίζεται με την παραγωγή κίνησης. Μία θεμελιώδης μεταβολή στον ερευνητικό τομέα του ελέγχου της ανθρώπινης κίνησης έχει συμβεί τις τελευταίες δεκαετίες, κατά κύριο λόγο χάρη στην κατανόηση του ρόλου που παίζει η αισθητηριακή πληροφόρηση στην νευροπλαστικότητα μέσω των μηχανισμών που εξαρτώνται από τη χρήση (Goble, 2010). Η ιδιοδεκτικότητα θεωρείται η πιο σημαντική πηγή προώθησης νευρωνικής ανάπτυξης σχετική με τη δραστηριότητα (task-specific) (Goble, 2010; Pleger et al., 2003; Schwenkreis et al., 2001; Xerri, 2012; Xerri et al., 1998). Πολλαπλά αισθητηριακά συστήματα ανιχνεύουν εξωτερικά ή εσωτερικά σήματα και τα ενσωματώνουν για να διαμορφώσουν την κινητική συμπεριφορά. Η ιδιοδεκτικότητα είναι η εσωτερική αίσθηση της θέσης του σώματος και ο ιδιοδεκτικός έλεγχος της κίνησης είναι απαραίτητος για να δημιουργηθούν και να διατηρηθούν ακριβή πρότυπα κίνησης ή βάδισης (Moon et al., 2021). 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), όπου το ερέθισμα προέρχεται από έξω από το σώμα (πχ. εξωτερική ζέστη ή φως). Η λέξη proprioception προέρχεται από το λατινικό proprius, που σημαίνει «του ιδίου», συνδυαζόμενη με την ιδέα της αντίληψης, “perception”. Συνεπώς, η κυριολεκτική μετάφραση είναι το να αντιλαμβάνεται κανείς τον εαυτό του. Όροι που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά είναι: η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, η κιναισθησία, η αίσθηση της κίνησης, η θέση του σώματος στο χώρο, η αίσθηση της προσπάθειας ή η αίσθηση της δύναμης. Η ασάφεια και η έλλειψη συνέπειας στη χρήση αυτών των όρων, ιδιαίτερα στον κλινικό τομέα, αντικατοπτρίζει την μειωμένη κατανόηση της φύσης του πώς αισθανόμαστε τον εαυτό μας (Hillier et al., 2015). Ο όρος «ιδιοδεκτικότητα» αρχικά επινοήθηκε από τον Sherrington (1906) για να περιγράψει την αίσθηση της θέσης των άκρων και της κίνησης. Σήμερα είναι γνωστό ότι εμπεριέχει περισσότερα στοιχεία από αυτό (Gandevia & Burke, 1992). Σύμφωνα με μία ομάδα ερευνητών, ιδιοδεκτικότητα ορίζεται ως η προσαγωγή πληροφορία που εγείρεται από τους υποδοχείς μέσα από τους μύες, τις αρθρώσεις και το δέρμα και παρέχει προσανατολιστική πληροφορία για την κίνηση και τη θέση των αρθρώσεων, την ταχύτητα των μυϊκών συσπάσεων και τη δύναμη, την προσπάθεια και το βάρος που σχετίζεται με τις μυϊκές συσπάσεις (Gandevia et al., 1992; Lephart SM, 2000). Αυτή η αίσθηση σε συνδυασμό με απτικά ερεθίσματα είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της στατικής ισορροπίας (Lord et al., 1991; Maurer et al., 2006). Έτσι, η ιδιοδεκτικότητα μπορεί να οριστεί και ως η ικανότητα ενσωμάτωσης αισθητικών πληροφοριών από τους μηχανοϋποδοχείς, ώστε να καθορίζεται η θέση και η κίνηση των μελών του σώματος στο χώρο (Goble, 2010; Han et al., 2013; Suprak, 2011). Η ιδιοδεκτικότητα παίζει σπουδαίο ρόλο σε μηχανισμούς πρόδρομου (feedforward) και ανάδρομου (feedback) ελέγχου ρυθμίζοντας την μυϊκή σκληρότητα, την ακρίβεια της κίνησης, την αρθρική σταθερότητα, τον συντονισμό και την ισορροπία (Ghez et al., 1991; Lephart SM, 2000; Milner et al., 2007).

1.2 ΜΗΧΑΝΟΎΠΟΔΟΧΕΙΣ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ιδιοδεκτικότητα είναι το προϊόν της αισθητηριακής πληροφορίας που παρέχεται από εξειδικευμένες νευρικές απολήξεις, τους μηχανοϋποδοχείς, δηλαδή μετατροπείς

μηχανικών ερεθισμάτων σε δυναμικά ενέργειας προς μετάδοση στο ΚΝΣ (Martin and Jessell, 1991; Yahia et al., 1992). Οι μηχανοϋποδοχείς που συμβάλλουν στην ιδιοδεκτικότητα ονομάζονται ιδιοϋποδοχείς και βρίσκονται στον μυ, τον τένοντα, την περιτονία και το δέρμα (Martin and Jessell, 1991; Rothwell, 1994). Ο τύπος και η δράση τους εμφανίζονται στον Πίνακα 1. Οι μυϊκές άτρακτοι, που βρίσκονται σε όλους τους μύες παράλληλα με τις εξωκαπικές μυϊκές ίνες (Peck et al., 1984; Kulkarni et al., 2001; Banks, 2006), θεωρούνται η πιο σημαντική πηγή ιδιοδεκτικότητας (Gordon and Ghez, 1991; Proske and Gandevia 2012). Είναι εξαιρετικά ευαίσθητες και η πυκνότητά τους ποικίλει στο σώμα, γεγονός που αντικατοπτρίζει τις διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις. Οι υπινιακοί μύες του αυχένα έχουν πολύ μεγάλης πυκνότητας μυϊκές ατράκτους, που αντανakλά τον ξεχωριστό ρόλο στον έλεγχο της κίνησης των ματιών και της κεφαλής (Liu et al., 2003). Η ευαισθησία των μυϊκών ατράκτων μπορεί να προσαρμοστεί μέσω της νεύρωσης των απολήξεων των ενδοκαπικών μυϊκών ινών από τους γ κινητικούς νευρώνες (Gordon and Ghez, 1991). Οι μηχανοϋποδοχείς των αρθρώσεων έχουν ιστορικά θεωρηθεί ως «ανιχνευτές περιορισμού» που δίνουν το ερέθισμα στα ακραία εύρη κίνησης (Burgess and Clark, 1969). Όμως, σήμερα είναι γνωστό ότι παρέχουν ενημέρωση σε όλο το ROM τόσο σε χαμηλό όσο σε υψηλό φορτίο και είναι ζωτικής σημασίας για την σταθερότητα της άρθρωσης (Sojka et al., 1989; Johansson et al., 1990; Needle et al., 2013).

Οι ιδιοϋποδοχείς αποκρίνονται στην μηχανική παραμόρφωση των απολήξεων των προσαγωγών νευρώνων προκαλώντας δυναμικό δράσης με αισθητά υψηλή ακρίβεια και χαμηλή εξοικείωση. Αυτή η ιδιότητα κάνει τους ιδιοϋποδοχείς εξαιρετικά προσαρμοσμένους στην αέναη παρακολούθηση της θέσης και της κίνησης του σώματός μας, όπου τα «cognate» αισθητικά ερεθίσματα είναι μόνιμα ενεργά σε ένα σχετικά περιορισμένο εύρος, σε αντίθεση με τα «φευγαλέα» αισθητικά ερεθίσματα που διεγείρουν τις πέντε μας αισθήσεις. Σύμφωνα με αυτό, η φυσιολογική απόκριση του ιδιοδεκτικού συστήματος παρέχει μια κλασική απόδειξη που υποστηρίζει μια θεμελιώδη έννοια των νευροεπιστημών, ότι το αισθητικό ερέθισμα ενεργοποιεί το δυναμικό δράσης συγκεκριμένης έντασης στον αισθητικό νευρώνα και ότι η συχνότητα του παραγόμενου δυναμικού δράσης σχετίζεται με την ένταση του ερεθίσματος που δόθηκε (Adrian & Zotterman, 1926).

Ο ρόλος της ιδιοδεκτικότητας στον αισθητικοκινητικό έλεγχο είναι πολύπλευρος. Για να σχεδιάσει κατάλληλες κινητικές εντολές, το ΚΝΣ χρειάζεται ένα ενημερωμένο σχήμα σώματος των εμβιομηχανικών και χωρικών ιδιοτήτων των μελών του σώματος, που παρέχεται κατά κύριο λόγο από τους ιδιοϋποδοχείς (Maravita et al., 2003). Η ιδιοδεκτικότητα είναι, επίσης, σημαντική μετά την κίνηση για την σύγκριση της πραγματικής κίνησης με την επιδιωκόμενη, αλλά και με την προβλεπόμενη που παρέχεται από το αντίγραφο αναφοράς. Αυτό υποδηλώνει ότι έχει σημασία για την κινητική μάθηση μέσω της ενημέρωσης από το εσωτερικό μοντέλο της κινητικής εντολής (Wolpert et al., 2011). Η ιδιοδεκτικότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον αισθητικοκινητικό έλεγχο καθώς παίζει σπουδαίο ρόλο σε μηχανισμούς feedback και feedforward (Ghez et al., 1991; Lephart SM, 2000; Milner et al., 2007). Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση του αυχένα διαδραματίζει σημαντικό και συγκεκριμένο ρόλο στην κίνηση της κεφαλής και των ματιών (Corneil et al., 2002) και συμμετέχουν στην έκλυση αντανακλαστικών και την ισορροπία (Bronstein et al., 1991; Gdowski & McCrea, 2000; Peterson, 2004). Αυτά δρουν σε συνδυασμό με άλλα αντανακλαστικά στο μυϊκό σύστημα των ματιών και της κεφαλής που σχετίζονται με το αιθουσαίο και οπτικό σύστημα (Maravita et al., 2003).

Η ιδιοδεκτική πληροφορία επεξεργάζεται σε νωτιαίο επίπεδο, στο στέλεχος και σε ανώτερα φλοιικά κέντρα, καθώς και σε υποφλοιώδη εγκεφαλικά κύτταρα και την παρεγκεφαλίδα (Amaral, 2013; Bosco & Poppele, 2001; Lisberger and Thach, 2013; Pearson and Gordon, 2013). Η πληροφορία κυρίως μεταφέρεται μέσω ανιουσών οδών στον μυελό και στον θάλαμο και έπειτα στον σωματοαισθητικό φλοιό (συνειδητή ιδιοδεκτικότητα) ή μέσω του σπονδυλικού πυρήνα στην παρεγκεφαλίδα (ασυνείδητη ιδιοδεκτικότητα) (Corneil et al., 2002).

Υπάρχει έλλειψη στη γνώση της κατανόησης του πότε και πώς συγκεκριμένες πηγές ιδιοδεκτικής πληροφόρησης συμβάλουν στην προετοιμασία και απόδοση της κίνησης (Gandevia & Burke, 1992; Matthews & Bagby, 1974; McCloskey, 1978). Η πληροφόρηση για τη θέση και την ταχύτητα πιθανά να προέρχεται από μηχανοϋποδοχείς του δέρματος και μυϊκές ατράκτους. Και τα δύο στέλνουν πληροφορία σχετική με την κινηματική, και συγκεκριμένα πληροφορίες για τη θέση και την ταχύτητα, ενώ οι προσαγωγοί νευρώνες του δέρματος έχουν μικρότερη ευαισθησία ως προς την κατεύθυνση από τις μυϊκές ατράκτους (Grill & Hallett, 1995).

Οι μυϊκές άτρακτοι ενεργοποιούνται σε σχέση με την έναρξη της κίνησης, τις μεταβάσεις/αυξομειώσεις της ταχύτητας, τις αλλαγές του μήκους του μυός και την παύση της κίνησης κατά τις παθητικές κινήσεις (Grill & Hallett, 1995). Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση παρέχει στο ΚΝΣ ενημέρωση γύρω από το σχήμα, το μέγεθος και την μάζα των τμημάτων του σώματος και επιτρέπει στο ΚΝΣ να καθορίσει τον προσανατολισμό, την θέση και την ταχύτητα του σώματος και των άκρων μας κατά την κίνηση (Gandevia, 1996; Kerr & Marshall, 1995). Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση σχετικά με την θέση και την ταχύτητα φτάνει στην συνειδητή αντίληψη και φαίνεται να υπόκειται σε επεξεργασία ταυτόχρονα μέσω διαφορετικών αντιληπτικών οδών. Ωστόσο, ο προσδιορισμός της ακρίβειας της αντίληψης της ταχύτητας είναι δύσκολος, λόγω της αλληλεπίδρασης πληροφοριών της μεταβολής της απόστασης στο χρόνο και χρονισμού στην πηγή τους (Kerr & Worringham, 2002).

Πίνακας 1. Ιδιοδεκτικοί μηχανοϋποδοχείς του ανθρώπινου σώματος (Röijezon et al., 2015).

ΜΗΧΑΝΟΥΨΟΔΟΧΕΙΣ	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 εύρος κίνησης
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

1.3 Η ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

Το πώς η ιδιοδεκτική πληροφόρηση χρησιμοποιείται κατά την κίνηση είναι αβέβαιο, διότι το κατώφλι ανίχνευσης των ερεθισμάτων στο δέρμα έχει αυξηθεί (Williams et al., 1998) και η αίσθηση από τους μυϊκούς προσαγωγούς νευρώνες έχει μειωθεί (Collins et al., 1998). Είναι προφανές, ωστόσο, ότι οι άνθρωποι είναι ικανοί να αντιλαμβάνονται την ιδιοδεκτική πληροφόρηση σχετικά με τη θέση και την ταχύτητα (Cordo et al., 1994, 1995). Και οι δύο φτάνουν στη συνειδητή αντίληψη και φαίνεται να υπόκεινται σε επεξεργασία ταυτόχρονα μέσω διαφορετικών αντιληπτικών καναλιών (Sittig et al., 1985a, 1987). Η θέση και η ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιούνται από το ΚΝΣ, για να προβλέψουν την μελλοντική θέση του χεριού, ώστε να ξεκινήσει μια συντονισμένη ενέργεια (το άνοιγμα του χεριού) (Cordo et al., 1994). Η θέση του χεριού γίνεται επίσης συνειδητή πριν από την πραγματική της θέση (Kerr et al., 1994; Cordo et al., 1995). Αυτή η αντιληπτική προτίμηση ενισχύεται από τις μυϊκές συσπάσεις που υποβοηθούν την κίνηση και περιορίζεται από τις μυϊκές συσπάσεις που αντιστέκονται στην κίνηση (Kerr et al., 1999). Η πληροφορία για τη θέση και την ταχύτητα, που προέρχεται από τους ιδιοϋποδοχείς, μπορεί να ενσωματωθεί σε εσωτερικά προβλεπτικά μοντέλα και να χρησιμοποιηθεί, για να αντισταθμίσει την εγγενή χρονική καθυστέρηση στο ΚΝΣ. Επομένως, παρόλο που δεν είναι σαφές το πώς η θέση και η ταχύτητα της άρθρωσης αντιπροσωπεύονται από την ενεργοποίηση των ιδιοϋποδοχέων, είναι εμφανές ότι η πληροφορία που σχετίζεται με αυτές τις κινηματικές μεταβλητές είναι διαθέσιμη στο νευρικό σύστημα και χρησιμοποιείται από αυτό, ώστε να ελέγξει την κίνηση (Kerr & Worringham, 2002).

1.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η αντικειμενική ποσοτικοποίηση της ιδιοδεκτικότητας μπορεί να βελτιώσει την πρώιμη διάγνωση ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων. Τα προγράμματα αποκατάστασης υποστηρίζουν την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας (Freeman et al., 1965; Gauffin et al., 1988; Holme et al., 1999; Rozzi et al., 1999), όμως δεν υπάρχει ισχυρή απόδειξη ότι η ιδιοδεκτικότητα βελτιώνεται από την άσκηση (Ashton-Miller et al., 2001). Η δυσκολία στην εντόπιση μικρών, αλλά δυνητικά σημαντικών, μεταβολών στην ιδιοδεκτικότητα μπορεί να οφείλεται μερικώς στην έλλειψη αξιόπιστων και έγκυρων μεθόδων για την ποσοτικοποίηση της αίσθησης της θέσης και της κίνησης της άρθρωσης (Deshpande et al., 2003).

Τα ελλείμματα στην ιδιοδεκτικότητα έχουν συνδεθεί μεταξύ άλλων με προβλήματα ισορροπίας στους ηλικιωμένους (Horak et al., 1989; Lord & Ward, 1994; Manchester et al., 1989; Woollacott et al., 1986), τα οποία με τη σειρά τους σχετίζονται με υψηλό κίνδυνο πτώσεων (Imms et al., 1977; Tinetti et al., 1988). Οι πτώσεις, πέρα από τις προσωπικές και κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις ενός τραυματισμού και της έλλειψης ανεξαρτησίας, μπορεί να οδηγήσουν σε θάνατο, κάτι το συχνό για άτομα άνω των 65. Ως επί το πλείστον, οι πτώσεις και οι τραυματισμοί συμβαίνουν κατά την κίνηση. Για το λόγο αυτό, η μέτρηση της ιδιοδεκτικής ευαισθησίας κατά την κίνηση θα μπορούσε να έχει πιο λειτουργική σημασία από τη μέτρηση της αίσθησης της θέσης σε ηρεμία (Verschueren et al., 2002).

Είναι φανερό ότι δεν υπάρχει ένα μόνο είδος μέτρησης της ιδιοδεκτικότητας και αυτό οφείλεται στην πολυπλοκότητα των νευροφυσιολογικών διεργασιών που την περιβάλλουν όπως αυτές αναφέρθηκαν παραπάνω (Hillier et al., 2015).

Φαίνεται σημαντικό, να διαφοροποιεί κανείς τα τεστ, σύμφωνα με τη συγκεκριμένη αίσθηση της ιδιοδεκτικότητας που στοχεύεται (Nagai et al., 2016).

Σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση των Horváth et al., (2022), αναγνωρίστηκαν 8 διαφορετικές «αισθήσεις» της ιδιοδεκτικότητας: η ικανότητα να αντιλαμβάνεται κανείς α) την θέση της άρθρωσης, β) την κίνηση και την έκταση της κίνησης, γ) την κατεύθυνση, και δ) την ταχύτητα, το επίπεδο της ε) μυϊκής δύναμης και στ) μυϊκής τάσης, και ζ) το βάρος και η) το μέγεθος των διαφορετικών αντικειμένων βάσει της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης. Αυτές οι πτυχές μπορούν να μετρηθούν με τις κλασικές μεθόδους ψυχοφυσικής, που είναι η μέθοδος της προσαρμογής, η μέθοδος του συνεχούς ερεθίσματος και η μέθοδος των περιορισμών (Horváth et al., 2022).

Η αίσθηση της θέσης και η αίσθηση της κίνησης εξαρτώνται τουλάχιστον μερικώς από διαφορετική προσαγωγή πληροφόρηση η καθεμία (Clark et al., 1986; Sittig et al., 1985). Συνεπώς, μοιάζει εύλογο να υπάρχουν τουλάχιστον δυο τύποι τεστ, που να απευθύνονται σε καθεμία από αυτές για μία ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας (Djupsjöbacka & Domkin, 2005a). Η οξύτητα της ιδιοδεκτικότητας έχει βρεθεί πως είναι ανώτερη στις ενεργητικές κινήσεις από τις παθητικές (Janwantanakul et al., 2002). Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να είναι ότι το ΚΝΣ χρησιμοποιεί ένα αντίγραφο αναφοράς για τις κινητικές εντολές (corollary discharges), για να κερδίσει επιπλέον πληροφορία συγχρόνως με την αισθητηριακή

ανατροφοδότηση (Clark and Horch 1986). Κάποιες έρευνες, ωστόσο, δεν υποστηρίζουν αυτή την υπόθεση (Fournieret & Jeannerod, 1998).

Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (joint position sense- JPS) αξιολογείται κυρίως μέσω δοκιμασιών αναπαραγωγής της θέσης της άρθρωσης (joint position reproduction- JPR), επίσης γνωστό και ως Position Matching ή ανίχνευσης της θέσης της άρθρωσης (joint position detection- JPD). Οι δοκιμασίες αυτές πραγματοποιούνται σε ενεργητικές ή παθητικές συνθήκες τόσο για την κίνηση κριτηρίου όσο και για την κίνηση αναπαραγωγής, και μπορεί να περιλαμβάνουν την απόκριση στην ίδια πλευρά ή το αντίθετο άκρο (Han et al., 2016; Hillier et al., 2015). Μια ακόμη δοκιμασία ευρέως χρησιμοποιούμενη για την αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης είναι η αξιολόγηση της διάκρισης του εύρους της ενεργητικής κίνησης (active movement extent discrimination assessment- AMEDA).

Για την αξιολόγηση της αίσθησης της κίνησης της άρθρωσης χρησιμοποιούνται δοκιμασίες του κατωφλιού ανίχνευσης της παθητικής κίνησης (threshold to detection of passive motion - TTDPM) και του κατωφλιού ανίχνευσης της κατεύθυνσης της παθητικής κίνησης (threshold to detection of movement direction - TTDM) (Han et al., 2016).

Ενώ οι διάφορες δοκιμασίες για την αίσθηση της θέσης και της κίνησης της άρθρωσης (JPS, TTDPM) παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την ιδιοδεκτική λειτουργία, άλλες πτυχές της ιδιοδεκτικότητας, όπως είναι η αίσθηση της ταχύτητας και της δύναμης (VS, FS), μπορούν να συνεισφέρουν στην βαθύτερη κατανόηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας και του νευρομυϊκού ελέγχου (Nagai et al., 2016).

Η αξιολόγηση της αίσθησης της ταχύτητας πραγματοποιείται μέσω των εξής δοκιμασιών: της αναπαραγωγής μιας ταχύτητας στόχου (Velocity Replication - VR), της διάκρισης της ταχύτερης μεταξύ δύο διαφορετικών ταχυτήτων (Velocity Discrimination - VD) και της αναπαραγωγής της θέσης της άρθρωσης κατά τη κίνηση σε διαφορετικές ταχύτητες (Dynamic Position Sense - DPS) (Westlake et al., 2007).

1.5 ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΑ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η ιδιοδεκτικότητα είναι μία ζωτικής σημασίας πτυχή του κινητικού ελέγχου και όταν σημειώνει ελλείμματα ή διαταράσσεται μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην

λειτουργία (Hillier et al., 2015). Όπου υπάρχει έλλειμμα στην ιδιοδεκτικότητα, η ελεγχόμενη κίνηση είναι αδύνατη χωρίς την συνεχή οπτική καθοδήγηση (Gordon et al., 1995), η διατήρηση της δύναμης ή της θέσης είναι σοβαρά διαταραγμένη, και αναπτύσσεται τρόμος (Marsden et al., 1984). Διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας μπορούν να συμβούν σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις του μυοσκελετικού συστήματος λόγω πόνου, οιδήματος, τραύματος και κόπωσης (Clark et al., 2015; Røijezon et al., 2015). Βραχυπρόθεσμα, η διαταραχή στην ιδιοδεκτικότητα είναι πιθανό να έχει αρνητική επιρροή στους μηχανισμούς ανάδρομου (feedback) και πρόδρομου (feedforward) κινητικού ελέγχου και τη ρύθμιση της μυϊκής σκληρότητας (stiffness). Μακροπρόθεσμα, οι μεταβολές στην ιδιοδεκτικότητα και η επακόλουθη ελλειμματική κινητική απόδοση από το ΚΝΣ και η ελλιπής μυϊκή προστασία από τους ιστούς των αρθρώσεων (Hurley, 1997, 1999; Stokes & Young, 1984) μπορεί να σχετίζεται παθοφυσιολογικά με υψηλό ρίσκο τραυματισμού και επανεμφάνισης και επιμονής επώδυνων διαταραχών, συμπεριλαμβανομένης της έναρξης και εξέλιξης της δευτερογενούς (μετατραυματικής) οστεοαρθρίτιδας (Segal et al., 2010).

Σύμφωνα με τη νευροφυσιολογία και τα αίτια στα οποία οφείλεται η διαταραχή της ιδιοδεκτικότητας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές παρεμβάσεις για την ενίσχυσή της (Clark et al., 2015). Οι θεραπείες που στοχεύουν στη μείωση του πόνου και του οιδήματος, φαίνεται να βελτιώνουν την ιδιοδεκτικότητα μειώνοντας τα αίτια διαταραχής της (Røijezon et al., 2015). Παθητικές παρεμβάσεις όπως οι ειδικές τεχνικές κινητοποίησης και διάφορες τεχνικές περίδεσης χρησιμοποιούνται καθώς θεωρείται ότι έχουν άμεση και θετική επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα μέσω της μείωσης του πόνου και του οιδήματος και της ενίσχυσης της σωματοαισθητικής πληροφόρησης (Haavik & Murphy, 2012). Οι ενεργητικές παρεμβάσεις αφορούν κυρίως την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας μέσω της άσκησης. Σε αυτές περιλαμβάνονται ενεργητικές ασκήσεις επανατοποθέτησης, όπου ο ασθενής καλείται να αναπαράγει μία θέση στην τραυματισμένη άρθρωση, ασκήσεις για την αίσθηση της δύναμης και της προσπάθειας, ασκήσεις συντονισμού, ασκήσεις ενδυνάμωσης και πλειομετρικές ασκήσεις, ασκήσεις ισορροπίας σε ασταθείς επιφάνειες και ασκήσεις με χρήση πλατφόρμας δόνησης (Clark et al., 2015). Ασκήσεις κινητικών δεξιοτήτων ταυτόχρονης εκπαίδευσης πολλαπλών παραγόντων του σωματοαισθητικού συστήματος ελέγχου περιγράφουν αδρά την ιδέα της αποκατάστασης. Συνοπτικά, θα

μπορούσαμε να ονομάσουμε οποιαδήποτε ενεργητική άσκηση ως εκπαίδευση ιδιοδεκτικότητας (Röijezon et al., 2015).

Η φτωχή ιδιοδεκτικότητα μπορεί να συμβάλλει σε αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού (Zazulak et al., 2007) και η εκπαίδευση που στοχεύει στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας έχει σχετιστεί με μειωμένο ρίσκο τραυματισμού (Hupperets et al., 2010). Επομένως, οι παρεμβάσεις που στοχεύουν στην ιδιοδεκτικότητα σχετίζονται τόσο με την πρόληψη όσο με την αποκατάσταση των μυοσκελετικών διαταραχών (Röijezon et al., 2015).

Χρειάζεται, ωστόσο, περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί ποιου είδους εξάσκηση αντιστοιχεί σε κάθε παθολογία. Παρά τη σημασία της αποκατάστασης της λειτουργικής κίνησης σε άτομα με ιδιοδεκτικά ελλείματα, η κατανόησή μας γύρω από το πώς η ιδιοδεκτικότητα χρησιμοποιείται, για να ελέγξει την κίνηση, απέχει από το να ολοκληρωθεί (Kerr & Worringham, 2002). Οι μέθοδοι αποκατάστασης της διαταραχής της ιδιοδεκτικότητας βασίζονται σε έρευνες που πραγματοποιούνται για την ιδιοδεκτική αντίληψη της θέσης και καθόλου την ιδιοδεκτική αντίληψη της ταχύτητας δεδομένου ότι η δεύτερη έχει λάβει ελάχιστη προσοχή αρθρογραφικά μέχρι σήμερα.

1.6 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η διερεύνηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας αναπαραγωγής των χαμηλών προς μεσέων γωνιακών ταχυτήτων στην άρθρωση του γόνατος σε υγιή πληθυσμό και ο έλεγχος της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή. Η μελέτη αυτή θα μπορούσε πιθανόν να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας και στη μετέπειτα μελέτη των παθολογιών στις οποίες αυτές διαταράσσονται, υπό άλλο πρίσμα με νέα γνώση και δεδομένα.

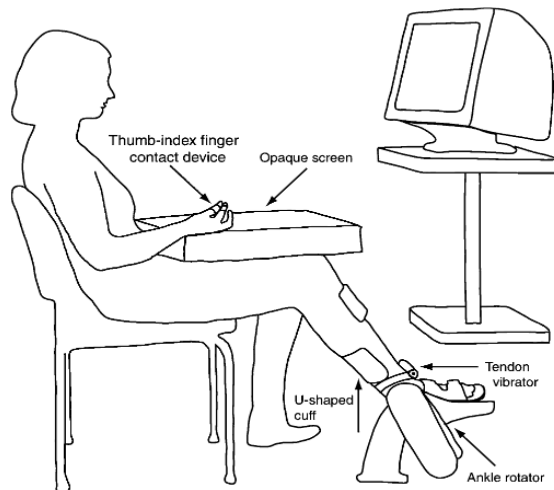
2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Περιορισμένος είναι ο αριθμός των ερευνών που έχουν μελετήσει την αντίληψη της ταχύτητας στο κάτω άκρο (Deshpande et al., 2003; Drouin et al., 2003; Verschueren et al., 2002; Westlake et al., 2007) και στο άνω (Djupsjöbacka & Domkin, 2005b; Jerosch et al., 2003; Lönn et al., 2001), και μόλις μία σε μη περιφερική άρθρωση (ΟΜΣΣ) (Soltys & Wilson, 2008), με διαφορετικές μεθοδολογίες και εξοπλισμό μέτρησης η καθεμία.

Παρακάτω αναφέρονται τα κύρια σημεία από τις έρευνες που μελέτησαν την αντίληψη της ταχύτητας και τα αποτελέσματά τους.

Οι Verschueren et al., (2002) προσπάθησαν να εξετάσουν εάν η δυναμική αίσθηση της θέσης (DPS) ή η αίσθηση της θέσης και της ταχύτητας κατά την κίνηση της ποδοκνημικής θα επηρεάζονταν από την ηλικία. Στην έρευνα συμμετείχαν 102 ηλικιωμένοι άνδρες 55-75 ετών και 24 νεαροί ενήλικες μέσου όρου ηλικίας 21,7 έτη. Μία πειραματική συσκευή που αποτελούνταν από μία συσκευή χειρισμού της ποδοκνημικής (manipulandum), έναν κινητήρα και ποτενσιόμετρο (Εικόνα 1) κινούσε την ποδοκνημική προς πελματιαία κάμψη σε 4 διαφορετικές ταχύτητες, 15, 20, 25 και 30°/s, με τυχαία σειρά. Η αρχική θέση ήταν 15° ραχιαίας κάμψης, η τελική θέση 20° πελματιαίας και η θέση-στόχος ήταν 10° πελματιαίας κάμψης. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν καθιστοί, με ένα αδιαφανές κουτί στα πόδια που περιόριζε την οπτική παρακολούθηση του μετρούμενου κάτω άκρου και οι δοκιμασίες ήταν συνολικά 60, 15 για κάθε ταχύτητα. Όταν θεωρούσαν ότι έφταναν στη ζητούμενη θέση-στόχο, διέκοπταν το ηλεκτρικό κύκλωμα ανοίγοντας τα δάχτυλα και απομακρύνοντας τις μεταλλικές επαφές μεταξύ τους. 65 ηλικιωμένοι και 15 νέοι από το ίδιο δείγμα συμμετείχαν σε επιπλέον έρευνα με την ίδια διαδικασία μέτρησης κατά την οποία εφαρμοζόταν δόνηση στον πρόσθιο κνημιαίο για τη μελέτη της συμμετοχής της εκφύλισης της μυϊκής ατράκτου λόγω ηλικίας στη δοκιμασία αξιολόγησης. Σε ένα ακόμη πείραμα έλαβαν μέρος 47 ηλικιωμένοι και 15 νέοι από το προαναφερθέν γκρουπ με σκοπό να μελετηθεί η νευρομυϊκή καθυστέρηση (neuromuscular delay - NMD) ή ο ελάχιστος χρόνος επεξεργασίας ιδιοδεκτικής πληροφόρησης και παραγωγής κινητικής απάντησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ηλικία οδηγεί σε αύξηση της απόκλισης από τη θέση-στόχο. Στη δοκιμασία με τη δόνηση οι ηλικιωμένοι στόχευαν περισσότερο κάτω από το στόχο σε σύγκριση με τους νέους, γεγονός που πιθανολογούν πως οφείλεται όχι

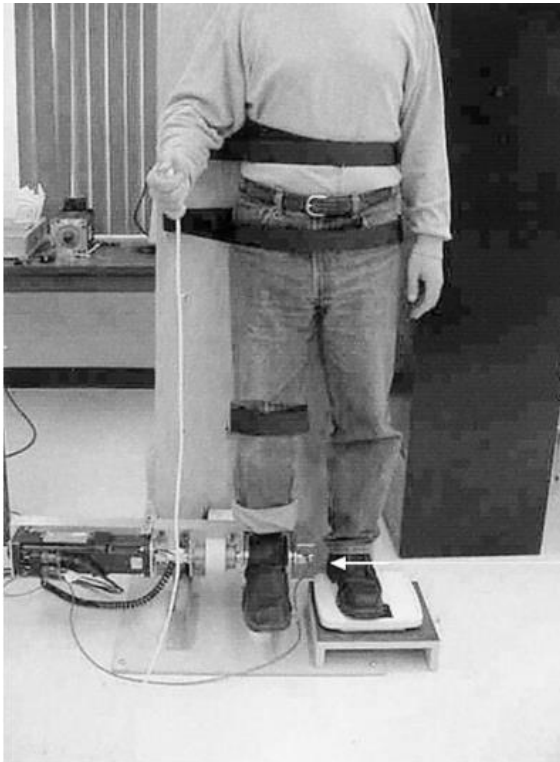
(μόνο) σε εκφύλιση της λειτουργίας της μυϊκής ατράκτου, αλλά και σε μεταβολές σε άλλους υποδοχείς, όπως αυτούς του δέρματος. Ακόμη, οι δοκιμαζόμενοι φάνηκε να επιδεικνύουν βελτίωση με την εξάσκηση, κάτι που ίσως να προσφέρει θεμέλια για την αποκατάσταση (Verschueren et al., 2002).



Εικόνα 1. Πειραματικό set-up (Verschueren et al., 2002).

Τον παράγοντα της επίδρασης της ηλικίας εμπειρίχε και η έρευνα των Deshpande και της ομάδας του (2003). Για να διερευνήσουν την αξιοπιστία και την δομική εγκυρότητα διαφορετικών μετρήσεων ιδιοδεκτικότητας στην ποδοκνημική άρθρωση, χώρισαν 24 υγιείς εθελοντές σε τρεις ομάδες βάσει ηλικίας (20–39, 40–59, και ≥ 60 ετών). 4 άτομα από κάθε ηλικιακό γκρουπ συμμετείχαν στη διαδικασία επανελέγχου. Οι εθελοντές ήταν όρθιοι με τα μάτια κλειστά σε μία πλατφόρμα με προσαρμοσμένη επιφάνεια για την ποδοκνημική, συνδεδεμένη με κινητήρα και ποτενσιόμετρο (Εικόνα 2). Για την δοκιμασία αναπαραγωγής της ταχύτητας κινούνταν σε ROM μεταξύ 20° ραχιαίας και 22° πελματιαίας κάμψης σε μία ταχύτητα επιλογής τους και την αναπαρήγαγαν μετά από 5s διάλειμμα. Για την TTDPM η πδκ κινούνταν παθητικά με $0,25^\circ/s$ 3 φορές προς ραχιαία και πελματιαία κάμψη τυχαία. Οι εθελοντές πατούσαν το κομβίο, όταν γινόταν αντιληπτή η κίνηση και η κατεύθυνσή της. Και, τέλος, για την δοκιμασία JPS, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν ενεργητική κίνηση σε ταχύτητα της επιλογής τους και πατούσαν το κομβίο όταν έφταναν τις θέσεις-στόχο στις 5° και 10° πελματιαίας κάμψης και 5° ραχιαίας κάμψης. Η δοκιμασία TTDPM βρέθηκε να είναι η πιο αξιόπιστη και έγκυρη μέθοδος για την αξιολόγηση της μείωσης της ιδιοδεκτικής ικανότητας λόγω εκφυλίσεων σχετικών με την ηλικία. Όλες οι δοκιμασίες είχαν καλή

έως πολύ καλή αξιοπιστία, όμως οι διαφορές ανάμεσα στα 3 ηλικιακά γκρουπ δεν έφτασαν σε επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας (Deshpande et al., 2003).



Εικόνα 2. Ειδικά διαμορφωμένη πλατφόρμα με ποτενσιόμετρο (Deshpande et al., 2003).

Λίγα χρόνια μετά, οι Westlake et al., (2007) προσπάθησαν να απλοποιήσουν τις μεθόδους μέτρησης που θα εφαρμόζαν, υποστηρίζοντας πως οι δύο παραπάνω μελέτες (Deshpande et al., 2003; Verschueren et al., 2002) απέτυχαν να αποδείξουν μεταβολές στην ιδιοδεκτικότητα σχετιζόμενες με την ηλικία λόγω πολυπλοκότητας των διαδικασιών τους. 70 υγιείς εθελοντές (46 μεγαλύτερης ηλικίας και 24 νέοι) ακολούθησαν μετρήσεις αξιολόγησης με αυτοσχέδιο εξοπλισμό μέτρησης (Εικόνα 3), κλειστά μάτια και ακουστικά, για να εξακριβωθεί η εγκυρότητα και η test-retest αξιοπιστία των μεθόδων σε διάστημα 2 εβδομάδων. Για το TDM χρησιμοποίησαν το πρωτόκολλο των Deshpande et al., (2003) και εφαρμόσαν το τεστ 6 φορές με τυχαία σειρά. Το ίδιο και για το JPS, αλλά με θέσεις-στόχο τις 10°, 12° και 15° πελματιαίας κάμψης για δύο φορές την καθεμία με τυχαία σειρά. Στην δοκιμασία VD (Velocity Discrimination) οι εθελοντές έπρεπε να διαλέξουν την ταχύτερη μεταξύ δύο παθητικών κινήσεων. Χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό εύρος κίνησης της ποδοκνημικής για κάθε ταχύτητα με σκοπό τη μείωση της απομνημόνευσης των ταχυτήτων. Η ταχύτητα

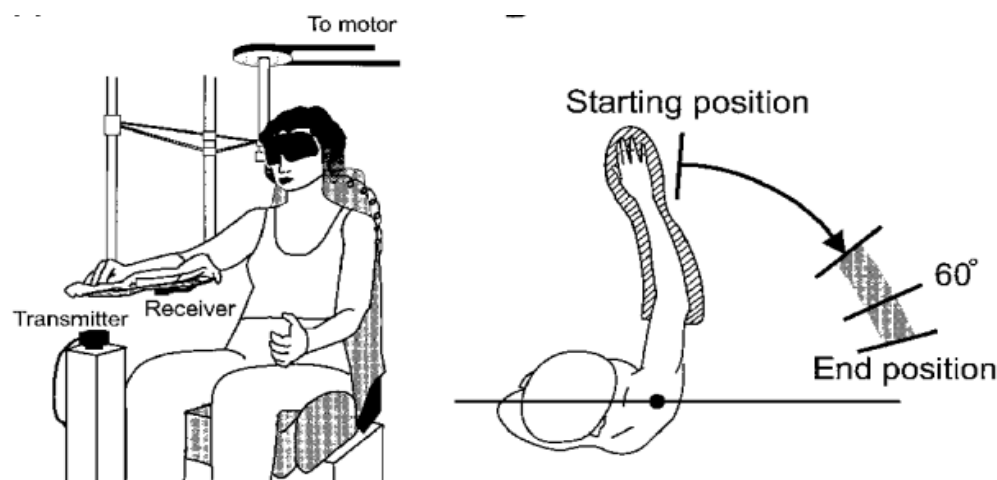
αναφοράς ήταν σταθερά 5°/s, η αρχική ταχύτητα ήταν 10°/s και μειωνόταν κατά 1°/s μέχρι να αναφερθεί λανθασμένη απάντηση. Στη συνέχεια, η ταχύτητα αυξανόταν κατά 0,25°/s. Η τιμή του κατωφλιού προσδιοριζόταν από την μικρότερη διαφορά μεταξύ της ταχύτητας κριτηρίου και της ταχύτητας δοκιμής στην οποία οι δοκιμαζόμενοι ανέφεραν τη σωστή απάντηση για τρεις μετρήσεις. Οι ερευνητές χρονομέτρησαν, επίσης, τη βάρδιση και την άνοδο κλίμακας. Οι μετρήσεις τους για την ισορροπία με τη χρήση του Center Of Pressure (COP) εμφανίζουν κάποια συσχέτιση με αυτές του VD και υπογραμμίζουν την ανάγκη για μελλοντική μελέτη, ώστε πιθανά να μπορεί προβλεφθεί η μειωμένη ισορροπία σε ηλικιωμένους. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέθοδός τους για την αξιολόγηση της αίσθησης της ταχύτητας στην ποδοκνημική σε μεγαλύτερης ηλικίας υγιή πληθυσμό είναι έγκυρη και αξιόπιστη (ICC = 0.86) μετά από διάστημα 2 εβδομάδων και πρότειναν η μέτρηση διάκρισης ταχύτητας να συμπεριληφθεί στις δοκιμασίες μαζί με αυτές για την θέση και την κίνηση, ώστε να ενισχύεται το ρεπερτόριο αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας μέσω της αντιπροσώπευσης διαφορετικών στοιχείων της (Westlake et al., 2007).



Εικόνα 3. Αυτοσχέδιος μηχανισμός με ποτενσιόμετρο (Westlake et al., 2007).

Οι Lönn et al., (2001) μελέτησαν την εγκυρότητα των μετρήσεων της αναπαραγωγής της ταχύτητας (Velocity Replication) και της διάκρισης της ταχύτητας (Velocity Discrimination) στην οριζόντια απαγωγή ώμου σε υγιή πληθυσμό με αυτοσχέδιο εξοπλισμό (Εικόνα 4) μέσω 4 διαφορετικών δοκιμασιών. Από τους δοκιμαζόμενους ζητούνταν να αναπαράξουν ενεργητικά την ταχύτητα κριτηρίου, η οποία ήταν είτε ενεργητική (τεστ 1) είτε παθητική (τεστ 2) ή να κρίνουν εάν μια παθητική ή ημιπαθητική κίνηση ήταν πιο γρήγορη ή πιο αργή από την προηγούμενη

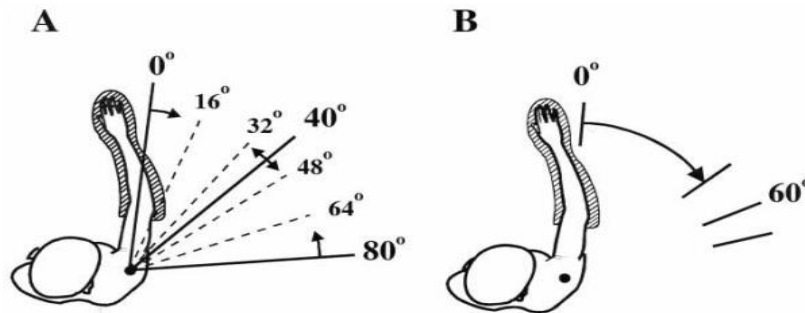
παθητική/ημιπαθητική κίνηση κριτηρίου (τεστ 3 και 4). Στην ημι-παθητική συνθήκη οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να ασκούν μικρή αντίσταση (5Nm) ενάντια στην παθητική κίνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιωμένη ακρίβεια αναπαραγωγής μετά από ενεργητική κίνηση σε σχέση με την παθητική και στις χαμηλότερες ταχύτητες σε σχέση με τις υψηλότερες, όμως καμία διαφορά στην ακρίβεια απόκρισης μεταξύ των τεστ 3 και τεστ 4. Ακόμη, υποστηρίζουν ότι υπάρχει εγκυρότητα στις δοκιμασίες VD, ενώ τα VR τεστ σχετίζονται με ορισμένα προβλήματα, ιδίως όταν εμπεριέχουν παθητική κίνηση κριτηρίου, που υποδηλώνει ότι η μελλοντική τους χρήση ερευνητικά θα πρέπει να προσεγγιστεί με σύνεση (Lönn et al., 2001).



Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση του αυτοσχέδιου εξοπλισμού και της κίνησης του άνω άκρου (Lönn et al., 2001).

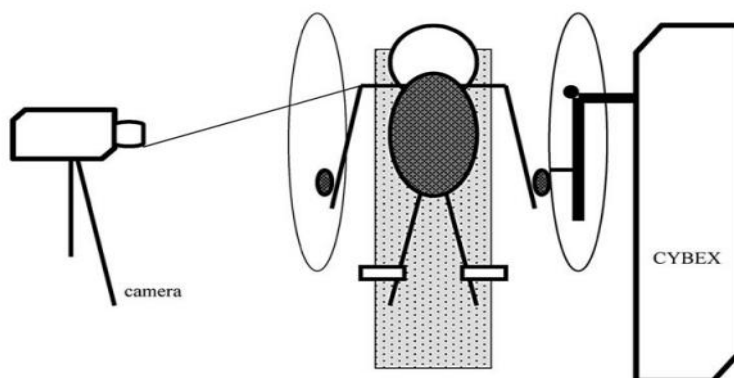
Σε δείγμα 16 υγιών νέων οι Djupsjöbacka και Domkin (2005) μελέτησαν την συσχέτιση των διαφορετικών δοκιμασιών μέτρησης της ιδιοδεκτικότητας στην οριζόντια απαγωγή και προσαγωγή του ώμου με αυτοσχέδια αυτοματοποιημένη κατασκευή (Εικόνα 5). Για το Position-Matching όρισαν ως αρχικές τις γωνίες των 0, 40 και 80° και γωνίες-στόχους τις 16, 32, 48 και 64°. Η διαδικασία είχε 4 παραλλαγές ανάλογα την συμμετοχή ή όχι του δοκιμαζόμενου στην κίνηση της επίδειξης ή της κίνησης κατά την εύρεση του στόχου (ενεργητικά/παθητικά/ημι-παθητικά). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το πρωτόκολλο των Lönn et al., (2001), για να αξιολογήσουν την αίσθηση της ταχύτητας μέσω δοκιμασιών διάκρισης ταχύτητας (VD) στην οριζόντια απαγωγή του ώμου με μια παθητική συνθήκη και μια ημι-παθητική συνθήκη. Οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να κρίνουν αν η κίνηση που τους παρουσιάστηκε ήταν πιο αργή ή πιο γρήγορη από την κίνηση κριτηρίου με την οποία είχε κινηθεί το άκρο τους νωρίτερα. Οι ταχύτητες

κριτηρίου ήταν 30° και $50^\circ/s$. Στα αποτελέσματά τους φάνηκε συσχέτιση μεταξύ όλων των δοκιμασιών του position-matching, που ίσως υποδηλώνει την ύπαρξη κοινών νευροφυσιολογικών μηχανισμών για τις 4 παραλλαγές και απουσία συσχέτισης μεταξύ των δοκιμασιών ιδιοδεκτικής οξύτητας για την ταχύτητα και την θέση (Djupsjöbacka & Domkin, 2005a).



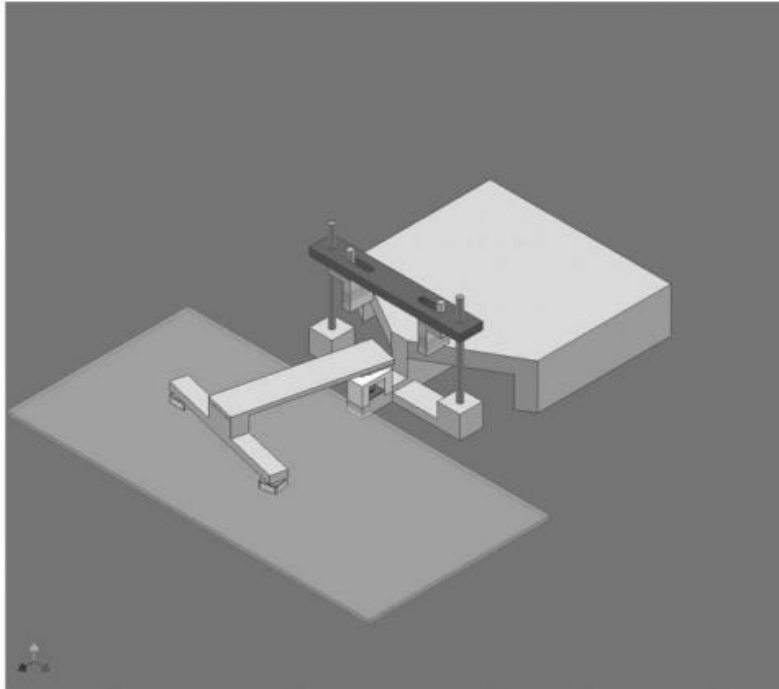
Εικόνα 5. Συνθήκες μετρήσεων. A: Θέσεις έναρξης και στόχων για τη δοκιμασία position-matching. B: Θέση έναρξης και εύρος κίνησης για τη δοκιμασία διάκρισης ταχύτητας (Djupsjöbacka & Domkin, 2005a).

Με στόχο την ανάπτυξη ενός τεστ αξιολόγησης της αναπαραγωγής της γωνιακής ταχύτητας της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης για την κίνηση της κάμψης και της έκτασης καθώς και την αξιολόγηση ενός συστήματος καταγραφής της, οι Jerosch et al., (2003) εξέτασαν 46 υγιή άτομα με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου και ενός συστήματος ανάλυσης κίνησης με ψηφιακή κάμερα και πομπούς υπέρυθρων (Εικόνα 6). Η επίδειξη πραγματοποιούνταν στο επικρατές άνω άκρο σε εύρος -20° έως 110° και ταχύτητα $53^\circ/s$ με τους αξιολογούμενους σε ύπτια θέση και με κλειστά μάτια, και η εκτέλεση γινόταν ταυτόχρονα με το αντίθετο άκρο. Η ανάλυση έγινε σε εύρος 20° έως 90° . Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το τεστ αξιολόγησης φαίνεται κατάλληλο για τη δυναμική αξιολόγηση αισθητικοκινητικών ικανοτήτων (Jerosch et al., 2003).



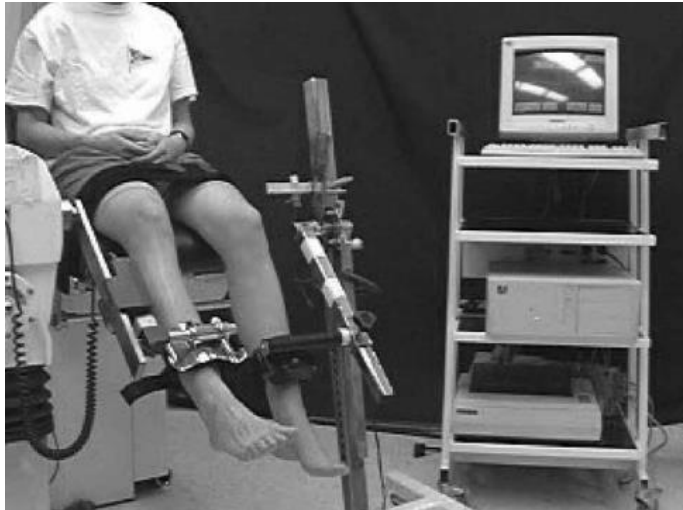
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας AVRT (Jerosch et al., 2003).

Για την αίσθηση της ταχύτητας στον κορμό και την επίδραση της εφαρμογής μυϊκής δόνησης οι Soltys & Wilson (2008) μελέτησαν 17 υγιή άτομα σε δοκιμασίες πλάγιας κάμψης κορμού με διαφορετικές ταχύτητες. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν σε πρηνή θέση σε μια ειδικά κατασκευασμένη πλατφόρμα (Εικόνα 7) με τα μάτια κλειστά και με μια συσκευή δόνησης ρυθμισμένη στα 44,5 Hz στον Ο3. Σύμφωνα με το πρωτόκολλό τους, κατά την επίδειξη ένας μετρονόμος ηχούσε κάθε 7,56° κίνησης, ώστε να προσδιορίσουν την ταχύτητα κίνησης, και έπειτα εκείνοι καλούνταν να αναπαραγάγουν τις ταχύτητες 9,5, 13,5 και 17,5/s χωρίς την ηχητική καθοδήγηση. Η αναπαραγωγή γινόταν υπό τρεις συνθήκες: χωρίς δόνηση, με δόνηση αριστερά, και με δόνηση δεξιά, με τυχαία σειρά. Η οδηγία για το εύρος κίνησης ήταν να κάμψουν πλάγια τον κορμό και προς τις δύο κατευθύνσεις διαδοχικά όσο περισσότερο μπορούσαν σύμφωνα με την εκάστοτε ταχύτητα-στόχο. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε για το 30% της μέσης τροχιάς της κάθε κίνησης. Το κύριο εύρημά τους, όπως υποστηρίζουν, ήταν η μειωμένη ταχύτητα αναπαραγωγής κατά τη δόνηση των παρασπονδυλικών μυών του κορμού, που σημαίνει ότι οι δοκιμαζόμενοι αντιλαμβάνονταν ότι κινούνταν ταχύτερα όταν η δόνηση εφαρμοζόταν στην διατεινόμενη μυϊκή ομάδα, οπότε κινούνταν πιο αργά. Ωστόσο, δεν παρατηρείται αλλαγή που να εξαρτάται από τον παράγοντα της ταχύτητας. Αυτό, βέβαια, ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ταχύτητες κίνησης ήταν χαμηλές και με μικρή διαφορά μεταξύ τους. Ακόμη, αναφέρουν ότι η απόκλιση βρέθηκε μεγαλύτερη κατά την εφαρμογή δόνησης στους αριστερούς παρασπονδυλικούς μύες και ότι οι μυϊκές άτρακτοι των παρασπονδυλικών μυών φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο στην ικανότητα αίσθησης της πλάγιας κίνησης του κορμού (Soltys & Wilson, 2008).



Εικόνα 7. Το πειραματικό σύστημα μέτρησης αποτελείται από μια πλατφόρμα δύο τμημάτων. Το ακίνητο τμήμα υποστήριζε τα κάτω άκρα και κρατούσε τη λεκάνη σταθερή (Soltys & Wilson, 2008).

Οι Drouin et al., (2003) μελέτησαν την αξιοπιστία test-retest και την ακρίβεια της ενεργητικής αναπαραγωγής της ταχύτητας (Velocity Replication) στην άρθρωση του γόνατος 14 υγιών ατόμων με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου (Εικόνα 8). Κατά το πρωτόκολλο εκτελούνταν δύο εύρη κίνησης, οι 0° - 30° και οι 60° - 90° κάμψης γόνατος με αναπαραγωγή σε τέσσερις διαφορετικές ταχύτητες, $5^{\circ}/s$, $10^{\circ}/s$, $15^{\circ}/s$ και $30^{\circ}/s$. Οι επαναλήψεις ήταν τρεις για κάθε ταχύτητα και κάθε κίνηση κάμψης και έκτασης, με 5 δευτερόλεπτα παύσης μεταξύ των επαναλήψεων. Η επίδειξη πραγματοποιούνταν στο δεξί κάτω άκρο, η αναπαραγωγή γινόταν με το αριστερό και οι εθελοντές ήταν με δεμένα μάτια και ακουστικά. Ο επανέλεγχος καθορίστηκε μια βδομάδα μετά την πρώτη μέτρηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η γωνιακή ταχύτητα των $5^{\circ}/s$ ήταν η πιο σταθερή από τις ταχύτητες και στα δύο ROM που εξετάστηκαν. Οι ερευνητές έδειξαν πως οι υγιείς μπορούν να αναπαράγουν ενεργητικά τις χαμηλότερες ταχύτητες κριτηρίου κίνησης στη μέση και τελική τροχιά της άρθρωσης του γόνατος και στις δύο κατευθύνσεις με αποδεκτά ποσοστά αξιοπιστίας ($ICC=0.44-0.88$) και ακρίβειας. Συμπέραναν ότι η χρήση της αναπαραγωγής της ταχύτητας υποστηρίζεται από τα δεδομένα για μελλοντική διερεύνηση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας (Drouin et al., 2003).



Εικόνα 8. Το set up των Drouin et al. (2003).

Μερικά ενδιαφέροντα ευρήματα παρατίθενται σχετικά με την ιδιοδεκτικότητα στις μελέτες που ασχολήθηκαν με την συνιστώσα της ταχύτητας, όμως χρειάζονται περισσότερα ερευνητικά δεδομένα για να αποτελέσουν ισχυρή απόδειξη και για να εξαχθούν συμπεράσματα για το κατά πόσο θα μπορούσε κάποιο από τα παραπάνω να αποτελέσει πρωτόκολλο αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας, μέσω αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας ενός προγράμματος εκπαίδευσης της ιδιοδεκτικότητας ή/και αποκατάστασης.

Συμπεράσματα και ερευνητικά κενά από την ανασκόπηση της αρθρογραφίας

Είναι φανερό πως 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 και ο μικρός αριθμός ερευνών αξιολόγησής της στο κάτω άκρο αφορά περιορισμένο αριθμό υγιών δοκιμαζόμενων. Έτσι, υπογραμμίζεται η ανάγκη περαιτέρω έρευνας με σύγχρονο, αξιόπιστο και ερευνητικά διαθέσιμο εξοπλισμό ώστε να διερευνηθεί αυτή η πτυχή της ιδιοδεκτικότητας.

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Όπως αναφέρθηκε στη σελίδα 10, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας αναπαραγωγής των χαμηλών προς μεσέων γωνιακών ταχυτήτων στην άρθρωση του γόνατος σε υγιή πληθυσμό και ο έλεγχος της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή. Κατά συνέπεια, τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν μπορούν να διατυπωθούν ως εξής:

-Ποια είναι η απόκλιση της ενεργητικά παραγόμενης από τους δοκιμαζόμενους ταχύτητας από την ταχύτητα-στόχο, σε διαφορετικές αρθρικές γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος (30°/s, 45°/s, 60°/s, 75°/s και 90°/s).

-Ποια αρθρική γωνιακή ταχύτητα δύνανται να αναπαράξουν πιο πιστά οι δοκιμαζόμενοι?

-Εάν η διαδικασία αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας έχει αξιοπιστία και πόση είναι αυτή για την κάθε ταχύτητα.

Τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα αποκρυσταλλώνονται στις παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις.

3.2.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Σε αυτή την ομάδα των ερευνητικών υποθέσεων μελετάται στατιστικά η ικανότητα (ακρίβεια) αναπαραγωγής των αρθρικών γωνιακών ταχυτήτων, και συγκεκριμένα:

3.2.1.1 ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΤΕΥΧΘΗΚΑΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΟΧΟΥ

Μηδενική (H₀): Οι αρθρικές γωνιακές ταχύτητες που επιτεύχθηκαν κατά την διαδικασία αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των 30°/s δεν έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά από την αντίστοιχη ταχύτητα στόχο.

Εναλλακτική (H₁): Οι αρθρικές γωνιακές ταχύτητες που επιτεύχθηκαν κατά την διαδικασία αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των 30°/s έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά από την αντίστοιχη ταχύτητα στόχο.

Η παραπάνω ερευνητική υπόθεση ελέγχεται ομοίως και για τις υπόλοιπες γωνιακές ταχύτητες, των 45 °/s, 60 °/s, 75 °/s και 90 °/s.

Οι ίδιες ερευνητικές υποθέσεις ισχύουν και για τη διαδικασία επανελέγχου (retest).

3.2.1.2 ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΓΩΝΙΑΚΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Μηδενική (H_0): Η αναπαραγωγή της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των Y°/s δεν έχει στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτή των X°/s .

Εναλλακτική (H_1): Η αναπαραγωγή της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των Y°/s έχει στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτή των X°/s .

Όπου Y & X , οι συνδυασμοί των αρθρικών γωνιακών ταχυτήτων που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2. Οι συνδυασμοί σύγκρισης των αρθρικών γωνιακών ταχυτήτων.

		X				
		30 °/s	45 °/s	60 °/s	75 °/s	90 °/s
Y	30 °/s		✓	✓	✓	✓
	45 °/s			✓	✓	✓
	60 °/s				✓	✓
	75 °/s					✓
	90 °/s					

Οι ίδιες ερευνητικές υποθέσεις ισχύουν και για τη διαδικασία επανελέγχου (retest).

3.2.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

Τυπικά, ο έλεγχος της αξιοπιστίας δεν αποτυπώνεται σε ερευνητικές υποθέσεις. Η συγκεκριμένη ερευνητική υπόθεση θα μπορούσε να διατυπωθεί ως έλεγχος της

αξιοπιστίας ελέγχου-επανελέγχου της διαδικασίας και αποτύπωσης της διαβάθμισής της.

3.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑ

Για την διερεύνηση των ερευνητικών ερωτημάτων και υποθέσεων διεξήχθη μια, διπλά τυφλή ως προς τα αποτελέσματα κατά τις μετρήσεις, μελέτη αξιοπιστίας ελέγχου-επανελέγχου στο «Εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στη Λαμία.

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ευκολίας με στόχο τη συμμετοχή τουλάχιστον 40 υγιών εθελοντών ηλικίας 18-40 ετών, που θα ήταν διαθέσιμοι το χρονικό διάστημα διεξαγωγής της έρευνας και θα πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής. Αποκλείονταν όσοι είχαν κάποιο από τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Ιστορικό χειρουργείου στο γόνατο
2. Ενέσιμες θεραπείες στο γόνατο τους τελευταίους 3 μήνες
3. Οξύς τραυματισμός στο γόνατο
4. Νευρολογικές διαταραχές/παθήσεις
5. Φλεγμονώδεις παθήσεις των αρθρώσεων των κάτω άκρων συστηματικές ή μη
6. Ψυχιατρικές διαταραχές ή γνωστικά ελλείμματα
7. Διαταραχές μνήμης
8. Εγκυμοσύνη ή θηλασμός
9. Χρόνια χρήση κορτικοστεροειδών
10. Κόπωση σωματική ή πνευματική τη στιγμή της μέτρησης

3.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 Pro (Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, New York, USA), που διαθέτει το εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πρόκειται για ένα μηχανικά αξιόπιστο εργαλείο για την μέτρηση της αρθρικής γωνιακής θέσης, της ισομετρικής ροπής και της ταχύτητας με ICC (2,k)=0.99 για κάθε μεταβλητή και προσφέρει αξιόπιστες επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Drouin et al., 2004).

3.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

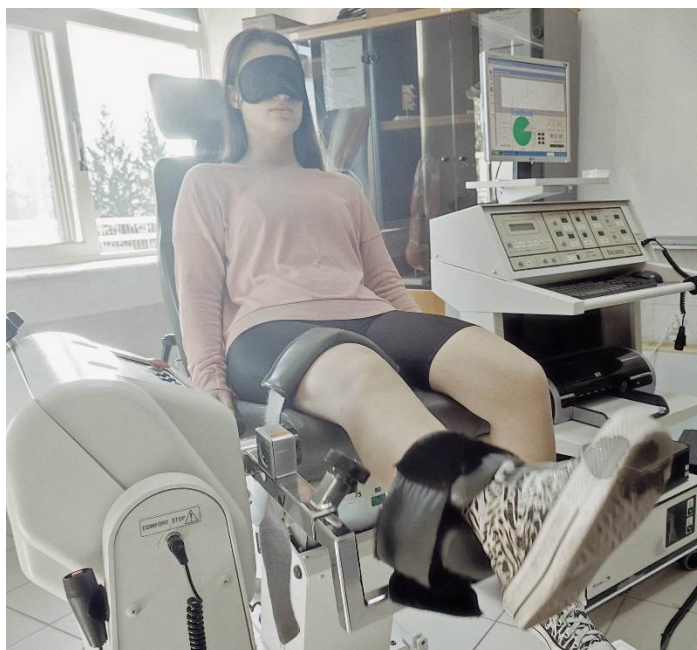
A. Γενικά

Οι εθελοντές προσέρχονταν στο χώρο των μετρήσεων φορώντας σορτσάκι όπως τους είχε ζητηθεί όταν δήλωσαν συμμετοχή (για να μην υπάρχει τάση στο δέρμα και τους μηχανοϋποδοχείς του δέρματος κατά τη μέτρηση και να μην εμποδίζεται η κίνηση στην άρθρωση του γόνατος), καθώς επίσης και αποχή από έντονη σωματική δραστηριότητα. Πριν την διαδικασία γίνονταν διευκρινήσεις από τους δύο ερευνητές που πραγματοποίησαν τις μετρήσεις, Κατσαβέλη Ιωάννα και Κελλάρη Ανθή, Υποψήφια Διδάκτορα του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

B. Τοποθέτηση του δοκιμαζομένου

Ο δοκιμαζόμενος καθόταν στο κάθισμα του ισοκινητικού, του οποίου η πλάτη ήταν ρυθμισμένη στις 120°, ώστε να αποφεύγεται η τάση στους οπίσθιους μηριαίους. Το κάθισμα προσαρμοζόταν σε τρία επίπεδα (εγκάρσιο, οβελιαίο, μετωπιαίο), ώστε να βρίσκεται ο νοητός άξονας κίνησης του μετρούμενου γόνατός του στην ίδια ευθεία με τον άξονα περιστροφής του δυναμομέτρου. Στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε το εύρος κίνησης του γόνατος ήταν από 0 έως 90°.

Καθόλη τη διάρκεια των μετρήσεων οι εθελοντές φορούσαν μάσκα με σκοπό την μείωση της οπτικής ανατροφοδότησης και οι συνθήκες του Εργαστηρίου παρέμεναν σταθερές. Οι δοκιμαζόμενοι δέχονταν τις ίδιες οδηγίες πριν από κάθε μέτρηση.



Εικόνα 9. Εθελοντής στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 pro.

Γ. Φάση Επίδειξης και Αναπαραγωγής

Κατά την φάση της επίδειξης το γόνατο κινούνταν παθητικά με τη σταθερή αρθρική γωνιακή ταχύτητα επιλογής για 5 επαναλήψεις. Ο δοκιμαζόμενος καλούνταν να επικεντρωθεί στην ταχύτητα της παθητικής κίνησης και έπειτα να αναπαράγει ενεργητικά την κίνηση όσο πιο πιστά μπορούσε ως προς την ταχύτητα-στόχο, για 5 φορές. Οι εξεταστές διέκοπταν τη διαδικασία μετά την εκτέλεση των 5 επαναλήψεων. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις υπόλοιπες αρθρικές γωνιακές ταχύτητες με 5 λεπτά διάλειμμα μεταξύ της κάθε δοκιμασίας.

Η παραπάνω διαδικασία ήταν τυχαιοποιημένη, με τις αρθρικές γωνιακές ταχύτητες να αντιστοιχούν σε ένα γράμμα της αλφαβήτου. Το Α αντιστοιχούσε στις 75°/s, το Β στις 60°/s, το Γ στις 30°/s, το Δ στις 90°/s και το Ε στις 45°/s. Με τον τρόπο αυτό, ο δοκιμαζόμενος επέλεγε τυχαία με ποια σειρά θα εξεταζόταν στις διαφορετικές αρθρικές γωνιακές ταχύτητες χωρίς να γνωρίζει ποια είναι κάθε φορά αυτή. Επίσης, οι αξιολογητές ήταν τυφλοί ως προς τα αποτελέσματα, καθότι δεν είναι δυνατό να εξαχθεί το αποτέλεσμα πριν την επεξεργασία του σήματος.

Δ. Χρονικές μεταβλητές

Συνολικά οι δοκιμασίες ελέγχου (test) για τις 5 αρθρικές γωνιακές ταχύτητες διαρκούσαν 30 λεπτά και την ίδια ημέρα έπειτα από 30 λεπτά διαλείμματος πραγματοποιούνταν το retest από τους ίδιους αξιολογητές. Η σύσταση που δόθηκε στους δοκιμαζόμενους για το χρονικό διάστημα του διαλείμματος, ήταν να απέχουν από οποιαδήποτε (έντονη) δραστηριότητα θα τους επηρέαζε σωματοαισθητικά.

Ε. Επεξεργασία σήματος

Για τους εθελοντές των οποίων οι προσπάθειες ήταν έγκυρες πραγματοποιήθηκε επεξεργασία σήματος μέσω του Excel. Η συλλογή δεδομένων από το ισοκινητικό έγινε με συχνότητα λήψης τιμών 100Hz. Πραγματοποιήθηκε εξομάλυνση του σήματος (smoothing) με κινητό παράθυρο τις 80 τιμές (Moving Average Filter). Στο ομαλοποιημένο σήμα υπολογίστηκε ο μέσος όρος της ταχύτητας που είχε κάθε συμμετέχοντας σε κάθε μία από τις τρεις τελευταίες προσπάθειες κατά την έκταση γόνατος και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών, καθώς και η απόκλιση του μέσου όρου

από την ταχύτητα στόχο. Οι πρώτες δύο επαναλήψεις θεωρήθηκαν εξοικείωσης με τη διαδικασία και το βάρος του βραχίονα και δεν λήφθηκαν υπόψιν.

3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος IBM SPSS® 26 (IBM Corp. Released 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.). Τα διαστήματα εμπιστοσύνης (CI) τέθηκαν στο 95% και ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $p < 0.05$. Δημιουργήθηκαν διαγράμματα boxplot για τον έλεγχο ακραίων τιμών και πραγματοποιήθηκε απεικόνιση με ιστογράμματα. Η περιγραφή του δείγματος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας περιγραφικούς στατιστικούς δείκτες όπως μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις. Η σύγκριση των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με στατιστικές δοκιμασίες σύγκρισης παραμετρικού και μη παραμετρικού ελέγχου σύμφωνα με τον έλεγχο κανονικότητας κατανομής των μεταβλητών. Όλες οι μορφές αξιοπιστίας εξετάστηκαν με τον συντελεστή ενδοταξικής συσχέτισης, ICC (Intraclass Correlation Coefficient).

3.7 ΗΘΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Η παρούσα πρόταση κατατέθηκε προς έγκριση μαζί με τα απαραίτητα έγγραφα συναίνεσης στην Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που εγκρίθηκε με Αρ. Πρωτοκόλλου 864 (βλ. Παράρτημα Ζ). Σε όλους τους δοκιμαζόμενους μοιράστηκε Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή (βλ. Παράρτημα Η) για τον σκοπό της έρευνας και συναίνεσαν ενυπόγραφα πριν τη συμμετοχή τους σε αυτή. Οι δοκιμαζόμενοι διατηρούσαν το δικαίωμα να αποχωρίσουν από την έρευνα σε οποιοδήποτε στάδιό της, ακόμη και μετά την υπογραφή του Εντύπου Συναίνεσης (βλ. Παράρτημα Θ) χωρίς καμιά συνέπεια. Τηρήθηκε πλήρης ανωνυμία για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των εθελοντών.

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα, τα οποία παρατίθενται σε κάθε ενότητα, τόσο για το test όσο και για το retest.

4.1 ΔΕΙΓΜΑ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν συνολικά 43 δοκιμαζόμενοι με στατιστικά χαρακτηριστικά που παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.

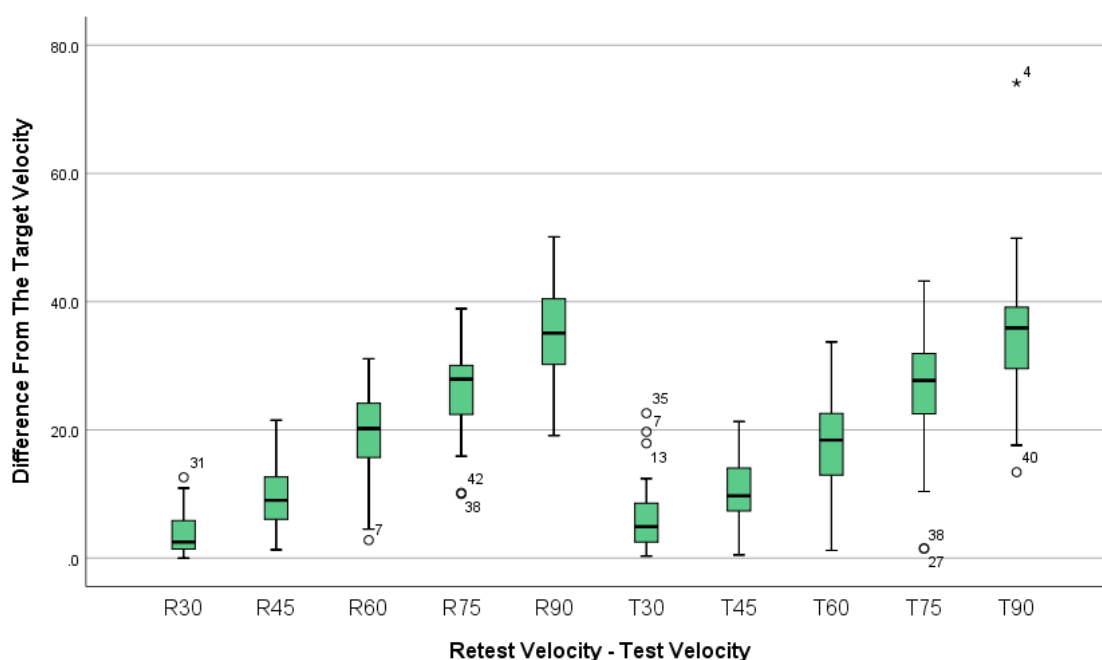
ΦΥΛΟ		ΗΛΙΚΙΑ	
Άρρεν	23	Μέγιστη	38
Θήλυ	20	Ελάχιστη	18
Σύνολο	43	Μέσος όρος	20,84

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα της περιγραφικής στατιστικής του δείγματος από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

4.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ OUTLIERS (BOXPLOTS)

Από τον έλεγχο ακραίων τιμών, δεν προέκυψαν δοκιμασίες τέτοιες που τα αποτελέσματά τους να δικαιολογούν τον αποκλεισμό τους από τη στατιστική ανάλυση, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.

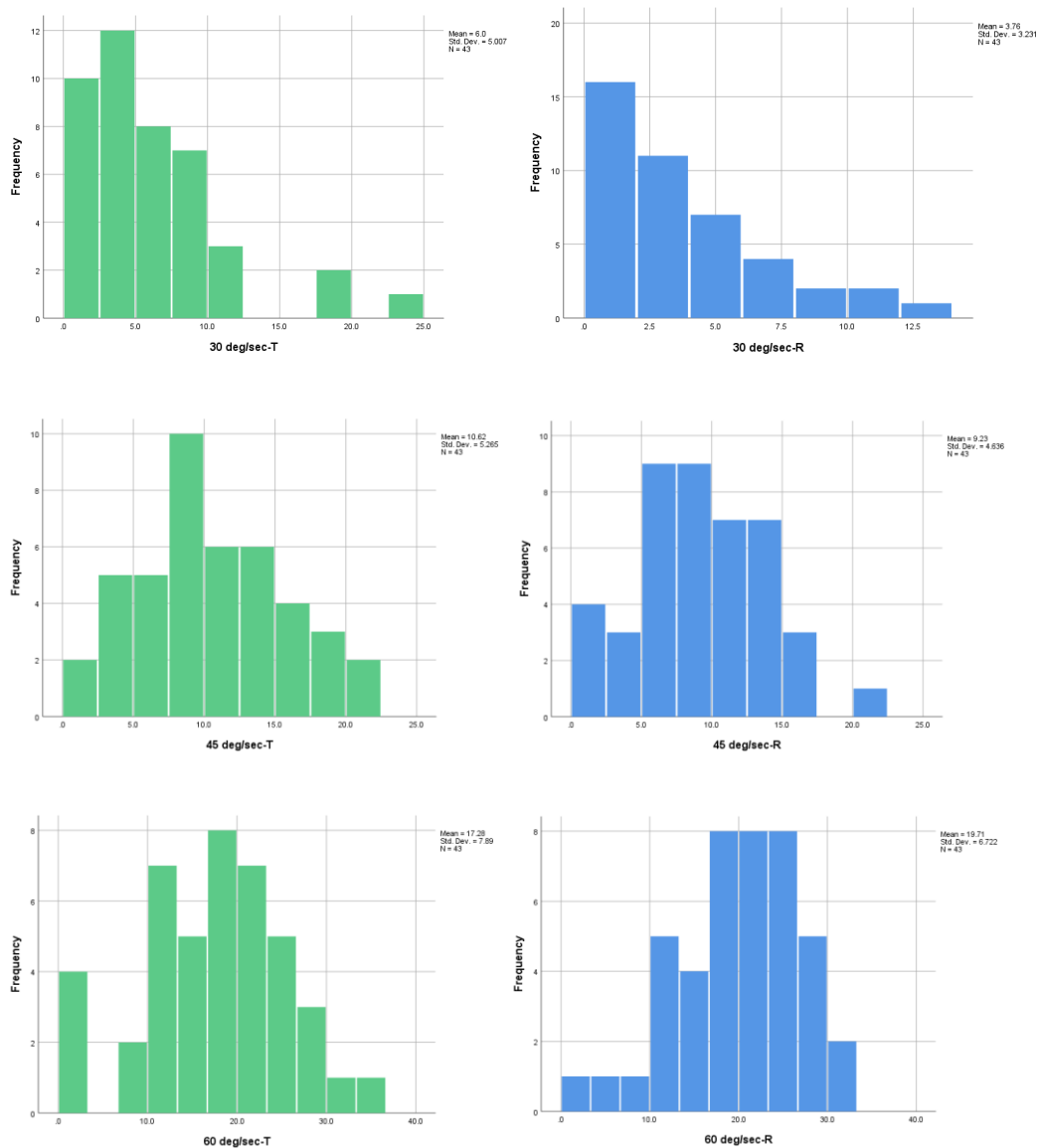
Πίνακας 4. Διάγραμμα boxplot για τον έλεγχο outliers.

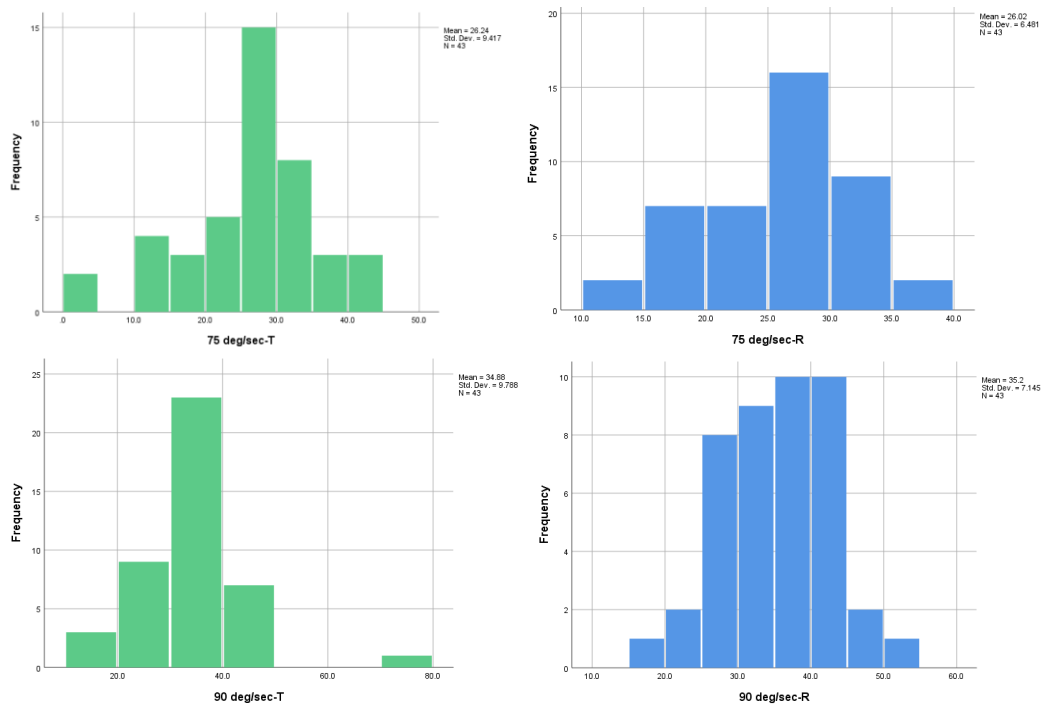


4.3 ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Παρακάτω παρατίθενται τα ιστογράμματα του σφάλματος σε σχέση με την ταχύτητα στόχο στις διάφορες αρθρικές γωνιακές ταχύτητες (30°/s, 45°/s, 60°/s, 75°/s, και 90°/s) κατά το test (πράσινο) και retest (μπλε).

Πίνακας 5. Ιστογράμματα του σφάλματος σε σχέση με την ταχύτητα-στόχο. Με το πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι δοκιμασίες ελέγχου και με το μπλε του επανελέγχου.





4.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

I. Για τις επιτευχθείσες αριθμικές γωνιακές ταχύτητες.

VELOCITY (DEG/S)	p (sig.) test	p (sig.) retest
30	0.000367	0.693
45	0.077	0.946
60	0.012	0.135
75	0.006	0.09
90	0.000372	0.888

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι μεταβλητές που ακολουθούν κανονική κατανομή είναι για το test οι 45°/s και όλες οι μεταβλητές που αφορούν το retest.

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα Β.

II. Για τις αποκλίσεις (errors) των ταχυτήτων που επιτεύχθηκαν από την γωνιακή ταχύτητα-στόχο.

VELOCITY (DEG/S)	p (sig.) test	p (sig.) retest
30	0.000046	0.001
45	0.688	0.572
60	0.432	0.459
75	0.019	0.09
90	0.000372	0.888

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι μεταβλητές που ακολουθούν κανονική κατανομή είναι για το test οι 45°/s, 60°/s και οι 45°/s, 60°/s, 75°/s, 90°/s για το retest.

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα Γ.

4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΩΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ (βλ. σελ. 20).

Βάσει της κατανομής των μεταβλητών ακολουθήθηκε παραμετρικός (Paired t-test) ή μη παραμετρικός (Wilcoxon) έλεγχος.

Παρακάτω εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου της στατιστικά σημαντικής ή μη διαφοράς, μεταξύ των ταχυτήτων που επιτεύχθηκαν και της ταχύτητας στόχου.

A. Για το Test

Για την ταχύτητα 30°/s $p=0.45$ (>0.05)

Για την ταχύτητα 45°/s $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 60°/s $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 75°/s $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 90°/s $p=0.000$ (<0.05)

B. Για το Retest

Για την ταχύτητα 30°/s: $p=0,662$ (>0.05)

Για την ταχύτητα 45°/s: $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 60°/s: $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 75°/s: $p=0.000$ (<0.05)

Για την ταχύτητα 90°/s: $p=0.000$ (<0.05)

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα Δ.

4.6 ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙ ΤΟΙΣ ΕΚΑΤΟ

Παράθεση των μέσων όρων των αποκλίσεων και των επί τοις εκατό διαφορών μεταξύ των ταχυτήτων που επιτεύχθηκαν και των ταχυτήτων στόχων.

velocity	TEST					RETEST				
	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
AVG error	6.0	10.6	17.3	26.2	34.9	3.8	9.2	19.7	26.0	35.2
%	20.0	23.6	28.8	35.0	38.8	12.6	20.5	32.9	34.7	39.1

4.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ (βλ. σελ. 21).

Βάσει της κατανομής των μεταβλητών ακολουθήθηκε παραμετρικός (Paired t-test) ή μη παραμετρικός (Wilcoxon) έλεγχος.

Παρακάτω εμφανίζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου πιθανής στατιστικά σημαντικής ή μη διαφοράς, μεταξύ των αποκλίσεων από την ταχύτητα-στόχο στις διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες.

A. Για το Test

	30°/s	45°/s	60°/s	75°/s	90°/s
30°/s		p=0.000209	p=0.000003	p=0.000	p=0.000
45°/s			p=0.000003	p=0.000	p=0.000
60°/s				p=0.000	p=0.000
75°/s					p=0.000

B. Για το Retest

	30°/s	45°/s	60°/s	75°/s	90°/s
30°/s		p=0.000012	p=0.000	p=0.000	p=0.000
45°/s			p=0.000	p=0.000	p=0.000
60°/s				p=0.000	p=0.000
75°/s					p=0.000

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι όλες οι τιμές p είναι μικρότερες του 0.05, που υποδηλώνει ότι οι αποκλίσεις από την ταχύτητα-στόχο όλες στατιστικά σημαντικά διαφορετικές μεταξύ τους.

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα Ε.

4.8 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ

Συχνότητα εμφάνισης του σφάλματος της επιτευχθείσας ταχύτητας σε σχέση με την ταχύτητα στόχο, ως υπολειπόμενο ή υπέρτερο αυτής. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφεται ο αριθμός των δοκιμαζομένων που σημείωσαν ταχύτητες με σφάλμα άνωθεν (overshooting) ή κάτωθεν (undershooting) της ταχύτητας στόχου.

velocity	TEST					RETEST				
	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
ΠΙΟ ΓΡΗΓΟΡΑ:	15	5	3	2	0	18	2	1	0	0
ΠΙΟ ΑΡΓΑ:	28	38	40	41	43	25	41	42	43	43

4.9 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΕΝΔΟΕΞΕΤΑΣΤΗ

Παρακάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα ελέγχου της αξιοπιστίας ενδοεξεταστή για όλες τις γωνιακές ταχύτητες με τον δείκτη αξιοπιστίας για κάθε μία από αυτές.

Για την ταχύτητα 30°/s: ICC=0.402 (SEM=3.5 / SDD=9.7)

Για την ταχύτητα 45°/s: ICC=0.613 (SEM= 3.67 / SDD=10.15)

Για την ταχύτητα 60°/s: ICC=0.727 (SEM=4.64 / SDD=12.84)

Για την ταχύτητα 75°/s: ICC=0.737 (SEM=5.25 / SDD=14.52)

Για την ταχύτητα 90°/s: ICC=0.716 (SEM=5.73 / SDD=15.85)

[SEM=SQR (mean square residual) , SDD= SEM*1.96*SQR(2)]

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα από το SPSS παρατίθενται στο Παράρτημα ΣΤ.

5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η αντίληψη της ταχύτητας, σε αντίθεση με αυτήν της θέσης, είναι η παράμετρος της ιδιοδεκτικότητας που δεν έχει μελετηθεί επαρκώς.

Από την ανασκόπηση έγινε φανερό ότι μόνο 8 άρθρα υπάρχουν που μελετούν την ιδιοδεκτική αντίληψη της ταχύτητας. Από αυτά, οι έρευνες των Deshpande et al., και Westlake et al., αφορούν την αξιοπιστία και την δομική εγκυρότητα διαφορετικών μετρήσεων ιδιοδεκτικότητας στην ποδοκνημική άρθρωση (Deshpande et al., 2003; Westlake et al., 2007). Εξετάζουν, δηλαδή, μόνο την εγκυρότητα και την αξιοπιστία και όχι την ίδια την αντίληψη. Από τις 3 που πραγματοποιήθηκαν στον ώμο (Djupsjöbacka & Domkin, 2005b; Jerosch et al., 2003; Lönn et al., 2001), των Djupsjöbacka & Domkin και Lönn et al., χρησιμοποιήθηκε αυτοσχέδιος μηχανισμός. Σε αυτή των Jerosch και των συνεργατών του χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο μόνο για την επίδειξη της κίνησης και η αναπαραγωγή μετρήθηκε με κάμερες ανάλυσης κίνησης με στόχο την δημιουργία ενός τεστ αξιολόγησης, η γωνιακή ταχύτητα που μελετήθηκε δεν ταιριάζει με αυτές της παρούσας μελέτης, και δεν έγινε έλεγχος αξιοπιστίας της μεθόδου.

Από τις υπόλοιπες τρεις μελέτες, μία μελέτη πραγματοποιήθηκε στην ποδοκνημική με αυτοσχέδια συσκευή (Verschueren et al., 2002), μία στην οσφύ επίσης με αυτοσχέδιο μηχανισμό (Soltys & Wilson, 2008) και μόνο μία στην άρθρωση του γόνατος με τη χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου, που, όμως, όπως και οι πρώτοι ασχολήθηκαν με την σταθερότητα και ακρίβεια των μετρήσεων, χρησιμοποίησαν μόνο μέρος της τροχιάς του γόνατος για τα αποτελέσματά τους και πολύ χαμηλές γωνιακές ταχύτητες (Drouin et al., 2003).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι όλες οι οκτώ μελέτες που υπάρχουν στην αρθρογραφία και αφορούν την διερεύνηση της ιδιοδεκτικής αντίληψης και αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας δεν σχετίζονται με την παρούσα μελέτη και δεν μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματά τους, καθώς: είτε αφορούν custom-made εργαλεία, είτε άλλα πρωτόκολλα, είτε άλλες αρθρώσεις.

Μία συχνή παρανόηση στην αρθρογραφία είναι ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν από μία συγκεκριμένη μέθοδο αναφορικά με ένα συγκεκριμένο μέλος του σώματος (πχ άρθρωση, μυς) μπορούν να γενικευτούν. Με άλλα λόγια, υπάρχει (συχνά έμμεσα) η υπόθεση ότι η γενικεύσιμη ιδιοδεκτική ακρίβεια υφίσταται και ότι κάθε τεστ εξετάζει

αυτή την γενική ικανότητα. Εάν αυτό ίσχυε, θα υπήρχε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των αποτελεσμάτων των διαφορετικών δοκιμασιών σε διαφορετικά μέρη του σώματος. Τα ευρήματα, ωστόσο, δεν υποστηρίζουν την ύπαρξη μιας τόσο ισχυρής σχέσης (Horváth et al., 2022).

Με τις παραπάνω μελέτες να είναι οι μοναδικές που υπάρχουν για τη μελέτη της αναπαραγωγής της ταχύτητας μέχρι σήμερα, η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της ιδιοδεκτικής πτυχής της με επαρκή αριθμό δείγματος, αξιόπιστο και ερευνητικά διαθέσιμο εξοπλισμό και αυστηρή μεθοδολογία, ήταν επιτακτική. Στην κατεύθυνση αυτή συντάχθηκε η παρούσα έρευνα και παρακάτω αναλύονται τα κύρια συμπεράσματά της.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των στατιστικών δοκιμασιών που διεξήχθησαν, **οι αρθρικές γωνιακές ταχύτητες που επιτεύχθηκαν από τους δοκιμαζόμενους** στις δοκιμασίες αναπαραγωγής αρθρικής γωνιακής ταχύτητας 45, 60, 75, 90°/s ήταν στατιστικά σημαντικά διαφορετικές από την αντίστοιχη γωνιακή ταχύτητα-στόχο τόσο στη διαδικασία ελέγχου όσο και στη διαδικασία επανελέγχου, πράγμα που σημαίνει ότι οι ταχύτητες που επιτεύχθηκαν ήταν διαφορετικές από την ταχύτητα στόχο.

Αντίθετα, μεταξύ της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας που επιτεύχθηκε από τους δοκιμαζόμενους κατά τη δοκιμασία αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των 30°/s και της γωνιακής ταχύτητας-στόχου των 30°/s δεν αποδεικνύεται διαφορά με στατιστική σημαντικότητα, τόσο κατά τον έλεγχο, όσο και κατά τον επανέλεγχο.

Συγκρίνοντας τις αποκλίσεις (σφάλμα) από την αρθρική γωνιακή ταχύτητα-στόχο που σημειώνονται στις δοκιμασίες των διαφορετικών γωνιακών ταχυτήτων, προκύπτει ότι όλες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους τόσο στο test όσο και στο retest, πράγμα που σημαίνει ότι οι δοκιμαζόμενοι απέκλιναν διαφορετικά σε κάθε αρθρική γωνιακή ταχύτητα.

Η απόκλιση αυτή, τόσο σε απόλυτη τιμή, όσο και σε επί τοις εκατό ποσοστό της ταχύτητας στόχου, φάνηκε να βαίνει αυξανόμενη όσο αυξανόταν η αρθρική γωνιακή ταχύτητα. Έτσι, το μικρότερο σφάλμα εμφανίζεται στις δοκιμασίες αναπαραγωγής της γωνιακής ταχύτητας των 30°/s, που είναι η χαμηλότερη και οι τιμές που παίρνει είναι 6.0°/s σε απόλυτη τιμή και 20.0% της ταχύτητας στόχου. Το μεγαλύτερο σφάλμα παρατηρείται στη μεγαλύτερη εκ των δοκιμαζόμενων αρθρικών γωνιακών ταχυτήτων, αυτή των 90°/s, το οποίο είναι 34.9°/s και 38.8% αντίστοιχα.

Η εικόνα που παρουσιάζεται στις δοκιμασίες ελέγχου είναι όμοια στις δοκιμασίες επανελέγχου. Το σφάλμα στο retest λαμβάνει την χαμηλότερη μέση τιμή του στις 30°/s και όσο η ταχύτητα των δοκιμασιών αυξάνεται, τόσο αυξάνεται και το σφάλμα. Ο μέσος όρος σφάλματος στις 30°/s στο retest είναι 3.8 και 12.6% και στις 90°/s 35.2 και 39.1%.

Τόσο από τις αναπαραγόμενες ταχύτητες σε σχέση με την ταχύτητα στόχο, όσο και από το σφάλμα, τα παραπάνω αποτελέσματα καταδεικνύουν το γεγονός ότι το άτομο έχει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται και να αναπαράγει με μεγαλύτερη ακρίβεια την ταχύτητα των 30°/s και η αύξηση της ταχύτητας μειώνει σημαντικά την ιδιοδεκτική αντίληψη της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας.

Η στατιστικά σημαντική διαφορά στο σφάλμα μεταξύ των διαφορετικών γωνιακών ταχυτήτων υποδηλώνει ότι οι δοκιμαζόμενοι δεν κάνουν το ίδιο λάθος σε όλες τις δοκιμασίες, και το σφάλμα δείχνει να επηρεάζεται σε μέγεθος από την αύξηση της ταχύτητας.

Όσο αυξάνεται η ταχύτητα φάνηκε ότι είναι, πιθανόν, πιο δύσκολο για τον δοκιμαζόμενο να κατανοήσει με ποια ταχύτητα κινήθηκε κατά την παθητική επίδειξη και αποκλίνει αναλογικά αυξανόμενα κατά την αναπαραγωγή της. Επίσης, η απόκλιση αυτή παραμένει σταθερή σε μέγεθος στη διαδικασία επανελέγχου, πράγμα που υποδεικνύει την απουσία τυχαιότητας στα αποτελέσματα.

Για τον έλεγχο αξιοπιστίας ελέγχου-επανελέγχου χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης ICC, ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως για τον σκοπό αυτό σε ίδιων και διαφορετικών αξιολογητών (inter-rater και intra-rater) αναλύσεις αξιοπιστίας και υπολογίζει την σταθερότητα των τιμών. Στην παρούσα μελέτη, οι δοκιμαζόμενοι φαίνεται να αποδίδουν στο retest με παρόμοιο τρόπο με αυτό του test και επιτυγχάνουν παρόμοιες σε μέγεθος αποκλίσεις από τον εκάστοτε στόχο. Ενδεικτικά, η τιμή που λαμβάνει το ICC κατά τον στατιστικό έλεγχο της διαδικασίας ελέγχου-επανελέγχου της δοκιμασίας αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των 30°/s είναι 0,402 και αυτή των 90°/s είναι 0,716 (σχεδόν διπλάσια τιμή) (βλ. σελ. 31). **Συνεπώς, φαίνεται οι δοκιμαζόμενοι να επαναλαμβάνουν το ίδιο σφάλμα με συνέπεια, και όχι τυχαία. Αυτή όμως η συνέπεια είναι διαφορετική μεταξύ των γωνιακών ταχυτήτων, και αυξάνεται όσο η γωνιακή ταχύτητα δοκιμασίας αυξάνει.**

Στις χαμηλότερες αρθρικές γωνιακές ταχύτητες, το ICC της τάξης του 0.4 υποδηλώνει ότι κάποιες φορές είναι οι δοκιμαζόμενοι πιο κοντά στην ταχύτητα στόχο στο test ή στο retest, ενώ στις μεγαλύτερες γωνιακές ταχύτητες, το ICC της τάξης του 0.7 υποδηλώνει μια πολύ μεγαλύτερη συνέπεια στο -μεγαλύτερο γι' αυτές τις ταχύτητες- σφάλμα. Αυτό πιθανόν ερμηνεύεται από το γεγονός ότι σε μικρότερες ταχύτητες, όπως φάνηκε, το μέσο σφάλμα είναι μικρότερο και ο εγκέφαλος φαίνεται να μπορεί καλύτερα να ανταποκριθεί, απ' ότι στις μεγαλύτερες ταχύτητες, όπου το σφάλμα είναι πολύ μεγαλύτερο.

Μία ακόμη παρατήρηση που προκύπτει από τα δεδομένα των μετρήσεων, είναι ότι στις δοκιμασίες με τις χαμηλές αρθρικές γωνιακές ταχύτητες-στόχο η συντριπτική πλειοψηφία επιτυγχάνει μικρότερες ταχύτητες από την γωνιακή ταχύτητα-στόχο και στις μεγαλύτερες όλοι πετυχαίνουν αποκλειστικά μικρότερες του στόχου (βλ. σελ. 31). Το φαινόμενο αυτό ίσως να έχει τη βάση του στο γεγονός ότι δεδομένου ότι ο εγκέφαλος γνωρίζει ότι αδυνατεί να προσδιορίσει με ακρίβεια την ταχύτητα που κινείται το μέλος και αποτυγχάνει να την προβλέψει επ' ακριβώς, ίσως επιλέγει για λόγους πρόληψης τραυματισμού, από το φάσμα των πιθανών ταχυτήτων μία εκ των μικροτέρων. Φαίνεται δηλαδή ότι πιθανόν, ο εγκέφαλος γνωρίζοντας ότι θα σφάλει κατά ένα ποσοστό, να επιλέγει να σφάλει με μικρότερες ταχύτητες παρά με μεγαλύτερες.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, οι κύριες απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα σχηματίζονται ως εξής:

- Φαίνεται πως η αρθρική γωνιακή ταχύτητα που δύνανται να αναπαράξουν με μεγαλύτερη ακρίβεια είναι αυτή των 30°/s τόσο για το test όσο και για το retest. Στις υπόλοιπες υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά με την αντίστοιχη ταχύτητα στόχο.
- Η ιδιοδεκτική αντίληψη μοιάζει να επηρεάζεται από την ταχύτητα. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα τόσο αυξάνεται το σφάλμα.
- Η διαδικασία ελέγχου-επανελέγχου κατέδειξε ότι σε μεγαλύτερες αρθρικές γωνιακές ταχύτητες υπήρχε πολύ μεγαλύτερη συνέπεια ως προς το σφάλμα, σε σχέση με τις μικρότερες, όπου φάνηκε, μέσω της μικρότερης αξιοπιστίας, μικρότερη συνέπεια σε αυτό.
- Η πολύ μεγάλη συχνότητα εμφάνισης του σφάλματος της επιτευχθείσας ταχύτητας σε σχέση με την ταχύτητα στόχο, ως υπολειπόμενο αυτής, πιθανά να στηρίζεται στην ανικανότητα πρόβλεψης της ταχύτητας κίνησης και την επιλογή μιας χαμηλής για λόγους προστασίας των δομών.

Τα παραπάνω είναι μερικά πιθανά συμπεράσματα που εξάγονται. Το θέμα χρήζει περαιτέρω μελέτης, για να σχηματιστεί πιο ολοκληρωμένη εικόνα γύρω από την ιδιοδεκτική αντίληψη της ταχύτητας.

6.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Έναν πιθανό περιορισμό της έρευνας θα μπορούσε να αποτελεί η επιλογή του δείγματος. Η μελέτη αυτή αφορά νέους 18-40 ετών χωρίς κάποια παθολογία. Επίσης, λόγω του ότι αφορά μόνο την άρθρωση του γόνατος και συγκεκριμένα την κίνηση της έκτασης του γόνατος, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν στις υπόλοιπες αρθρώσεις. Το φάσμα των ταχυτήτων στις οποίες έγιναν οι μετρήσεις ήταν οι άνω χαμηλές και μεσαίες. Η απουσία δεδομένων για τις χαμηλές και υψηλές αρθρικές γωνιακές ταχύτητες θα μπορούσε να θεωρηθεί ακόμη ένας περιορισμός, ωστόσο, η συμπερίληψή τους στην παρούσα μελέτη θα κατέληγε σε μεγαλύτερης διάρκειας εξέταση και θα επέφερε πνευματική κόπωση στους εξεταζόμενους. Τέλος, περιορισμός

μπορεί να θεωρηθεί και το ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση ακριβούς εξοπλισμού.

6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί η ιδιοδεκτικότητα σε πληθυσμούς με διάφορες παθολογίες, σε παιδιά, αθλητές ή σε άτομα τρίτης ηλικίας καθώς και σε διαφορετικές ταχύτητες και άλλα είδη συστολών, ώστε να συλλεχθούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που κάθε ένας παράγοντας επηρεάζει την ιδιοδεκτική απόκριση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Adrian, E. D., & Zotterman, Y. (1926). The impulses produced by sensory nerve-endings: Part II. The response of a Single End-Organ. *The Journal of Physiology*, 61(2). <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1926.sp002281>
- Amaral, D. G. (2013). The functional organization of perception and movement. *Principles of Neural Science*.
- Áron Horváth, Eszter Ferentzi, Kristóf Schwartz, Nina Jacobs, Pieter Meyns, Ferenc Köteles, ,2022. The measurement of proprioceptive accuracy: A systematic literature review, *Journal of Sport and Health Science*
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? In *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (Vol. 9, Issue 3). <https://doi.org/10.1007/s001670100208>
- Bosco, G., & Poppele, R. E. (2001). Proprioception from a spinocerebellar perspective. In *Physiological Reviews* (Vol. 81, Issue 2). <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.2.539>
- Bronstein, A. M., Mossman, S., & Luxon, L. M. (1991). The neck-eye reflex in patients with reduced vestibular and optokinetic function. *Brain*, 114A(1). <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.brain.a101851>
- CLARK, F. J., BURGESS, R. C., & CHAPIN, J. W. (1986). PROPRIOCEPTION WITH THE PROXIMAL INTERPHALANGEAL JOINT OF THE INDEX FINGER. *Brain*, 109(6). <https://doi.org/10.1093/brain/109.6.1195>
- Clark FJ, Horch KW. 1986. Kinesthesia. In: Boff KR, Kaufman L, Thomas JP, editors. *Sensory processes and perception*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons. pp 33–62
- Clark, N. C., Röijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. *Manual Therapy*, 20(3). <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.009>
- Collins, D. F., Cameron, T., Gillard, D. M., & Prochazka, A. (1998). Muscular sense is attenuated when humans move. *Journal of Physiology*, 508(2). <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1998.00635.x>
- Cordo, P., Carlton, L., Bevan, L., Carlton, M., & Kerr, G. K. (1994). Proprioceptive coordination of movement sequences: Role of velocity and position information. *Journal of Neurophysiology*, 71(5). <https://doi.org/10.1152/jn.1994.71.5.1848>
- Cordo, P., Gurfinkel, V. S., Bevan, L., & Kerr, G. K. (1995). Proprioceptive consequences of tendon vibration during movement. *Journal of Neurophysiology*, 74(4). <https://doi.org/10.1152/jn.1995.74.4.1675>

- Corneil, B. D., Olivier, E., & Munoz, D. P. (2002). Neck muscle responses to stimulation of monkey superior colliculus. I. Topography and manipulation of stimulation parameters. *Journal of Neurophysiology*, *88*(4).
<https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.4.1980>
- Deshpande, N., Connelly, D. M., Culham, E. G., & Costigan, P. A. (2003). Reliability and validity of ankle proprioceptive measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*(6). [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00016-9)
- Djupsjöbacka, M., & Domkin, D. (2005a). Correlation analysis of proprioceptive acuity in ipsilateral position-matching and velocity-discrimination. *Somatosensory and Motor Research*, *22*(1–2).
<https://doi.org/10.1080/08990220500083711>
- Djupsjöbacka, M., & Domkin, D. (2005b). Correlation analysis of proprioceptive acuity in ipsilateral position-matching and velocity-discrimination. *Somatosensory and Motor Research*, *22*(1–2).
<https://doi.org/10.1080/08990220500083711>
- Drouin, J. M., Arnold, B. L., & Gansneder, B. M. (2003). Active knee joint velocity replication measures are stable and accurate in healthy individuals. *Somatosensory and Motor Research*, *20*(3–4).
<https://doi.org/10.1080/08990220310001623004>
- Drouin, J. M., Valovich-McLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, *91*(1). <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0933-0>
- Fourneret, P., & Jeannerod, M. (1998). Limited conscious monitoring of motor performance in normal subjects. *Neuropsychologia*, *36*(11).
[https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(98\)00006-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(98)00006-2)
- Freeman, M. A., Dean, M. R., & Hanham, I. W. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, *47*(4). <https://doi.org/10.1302/0301-620x.47b4.678>
- Gandevia, S. C. (1996). Kinesthesia: Roles for Afferent Signals and Motor Commands. In *Comprehensive Physiology*.
<https://doi.org/10.1002/cphy.cp120104>
- Gandevia, S. C., & Burke, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Sciences*, *15*(4). <https://doi.org/10.1017/s0140525x0007254x>
- Gandevia, S. C., McCloskey, D. I., & Burke, D. (1992). Kinaesthetic signals and muscle contraction. In *Trends in Neurosciences* (Vol. 15, Issue 2).
[https://doi.org/10.1016/0166-2236\(92\)90028-7](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90028-7)
- Gauffin, H., Tropp, H., & Odenrick, P. (1988). Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint.

- International Journal of Sports Medicine*, 9(2). <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024996>
- Gdowski, G. T., & McCrea, R. A. (2000). Neck proprioceptive inputs to primate vestibular nucleus neurons. *Experimental Brain Research*, 135(4). <https://doi.org/10.1007/s002210000542>
- Ghez, C., Hening, W., & Gordon, J. (1991). Organization of voluntary movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 1(4). [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(05\)80046-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(05)80046-7)
- Goble, D. J. (2010). Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: From basic science to general practice. In *Physical Therapy* (Vol. 90, Issue 8). <https://doi.org/10.2522/ptj.20090399>
- Gordon, J., Ghilardi, M. F., & Ghez, C. (1995). Impairments of reaching movements in patients without proprioception. I. Spatial errors. *Journal of Neurophysiology*, 73(1). <https://doi.org/10.1152/jn.1995.73.1.347>
- Grill, S. E., & Hallett, M. (1995). Velocity sensitivity of human muscle spindle afferents and slowly adapting type II cutaneous mechanoreceptors. *The Journal of Physiology*, 489(2). <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1995.sp021075>
- Haavik, H., & Murphy, B. (2012). The role of spinal manipulation in addressing disordered sensorimotor integration and altered motor control. In *Journal of Electromyography and Kinesiology* (Vol. 22, Issue 5). <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.012>
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., & Adams, R. (2013). Proprioceptive performance of bilateral upper and lower limb joints: Side-general and site-specific effects. *Experimental Brain Research*, 226(3). <https://doi.org/10.1007/s00221-013-3437-0>
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. In *Journal of Sport and Health Science* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
- Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015). Assessing Proprioception: A Systematic Review of Possibilities. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(10). <https://doi.org/10.1177/1545968315573055>
- Holme, E., Magnusson, S. P., Becher, K., Bieler, T., Aagaard, P., & Kjær, M. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 9(2). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00217.x>
- Horak, F. B., Shupert, C. L., & Mirka, A. (1989). Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. In *Neurobiology of Aging* (Vol. 10, Issue 6). [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(89\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0197-4580(89)90010-9)

- Hupperets, M. D. W., Verhagen, E. A. L. M., Heymans, M. W., Bosmans, J. E., van Tulder, M. W., & van Mechelen, W. (2010). Potential savings of a program to prevent ankle sprain recurrence: Economic evaluation of a randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 38(11).
<https://doi.org/10.1177/0363546510373470>
- Hurley, M. v. (1997). The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation. In *Manual Therapy* (Vol. 2, Issue 1).
<https://doi.org/10.1054/math.1997.0281>
- Hurley, M. v. (1999). The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 25(2).
[https://doi.org/10.1016/S0889-857X\(05\)70068-5](https://doi.org/10.1016/S0889-857X(05)70068-5)
- Imms, F. J., Exton-Smith, A. N., & Johnson, A. L. (1977). Falls in the elderly related to postural imbalance. *British Medical Journal*, 1(6056).
<https://doi.org/10.1136/bmj.1.6056.261>
- Janwantanakul, P., Jones, M. A., Magarey, M. E., & Miles, T. S. (2002). Characteristics of shoulder-position sense: Effects of mode of movement, scapular support, and arm orientation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(3).
<https://doi.org/10.1123/jsr.11.3.157>
- Jerosch, J., Brinkmann, T., & Schneppenheim, M. (2003). The angle velocity reproduction test (AVRT) as sensorimotor function of the glenohumeral complex. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 123(4).
<https://doi.org/10.1007/s00402-003-0485-0>
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M., Siegelbaum, S., Hudspeth, A.J. and Mack, S. eds., 2000. *Principles of neural science* (Vol. 4, pp. 1227-1246). New York: McGraw-hill.
- Kerr, G. K., & Marshall, R. N. (1995). Adaptation of arm movements to altered loads: Implications for sensorimotor transformations. *Advances in Psychology*, 111(C).
[https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(06\)80015-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(06)80015-4)
- Kerr, G. K., & Worringham, C. J. (2002). Velocity perception and proprioception. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 508.
https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0713-0_10
- Lephart SM. (2000). Introduction to the sensorimotor system. In *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*.
- Lönn, J., Djupsjöbacka, M., & Johansson, H. (2001). Replication and discrimination of limb movement velocity. *Somatosensory and Motor Research*, 18(1).
<https://doi.org/10.1080/08990220020021375>
- Lord, S. R., Clark, R. D., & Webster, I. W. (1991). Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *Journals of Gerontology*, 46(3). <https://doi.org/10.1093/geronj/46.3.m69>

- Lord, S. R., & Ward, J. A. (1994). Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. *Age and Ageing*, 23(6). <https://doi.org/10.1093/ageing/23.6.452>
- Manchester, D., Woollacott, M., Zederbauer-Hylton, N., & Marin, O. (1989). Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *Journals of Gerontology*, 44(4). <https://doi.org/10.1093/geronj/44.4.m118>
- Maravita, A., Spence, C., & Driver, J. (2003). Multisensory integration and the body schema: Close to hand and within reach. In *Current Biology* (Vol. 13, Issue 13). [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(03\)00449-4](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(03)00449-4)
- Marsden, C. D., Rothwell, J. C., & Day, B. L. (1984). The use of peripheral feedback in the control of movement. In *Trends in Neurosciences* (Vol. 7, Issue 7). [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(84\)80218-0](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(84)80218-0)
- Matthews, P. B. C., & Bagby, R. M. (1974). MAMMALIAN MUSCLE RECEPTORS AND THEIR CENTRAL ACTIONS. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 6(2). <https://doi.org/10.1249/00005768-197400620-00005>
- Maurer, C., Mergner, T., & Peterka, R. J. (2006). Multisensory control of human upright stance. *Experimental Brain Research*, 171(2). <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0256-y>
- McCloskey, D. I. (1978). Kinesthetic sensibility. In *Physiological Reviews* (Vol. 58, Issue 4). <https://doi.org/10.1152/physrev.1978.58.4.763>
- Milner, T. E., Hinder, M. R., & Franklin, D. W. (2007). How is somatosensory information used to adapt to changes in the mechanical environment? In *Progress in Brain Research* (Vol. 165). [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(06\)65022-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(06)65022-X)
- Moon, K. M., Kim, J., Seong, Y., Suh, B. C., Kang, K. J., Choe, H. K., & Kim, K. (2021). Proprioception, the regulator of motor function. *BMB Reports*, 54(8). <https://doi.org/10.5483/BMBRep.2021.54.8.052>
- 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 Medicine (SM Group Ebooks)*.
- Pearson, K. and Gordon, J., 2000. Spinal Reflexes. Principles of Neural Science, edited by Kandel, Schwartz, and Jessel.
- Peterson, B. W. (2004). Current approaches and future directions to understanding control of head movement. In *Progress in Brain Research* (Vol. 143). [https://doi.org/10.1016/s0079-6123\(03\)43035-5](https://doi.org/10.1016/s0079-6123(03)43035-5)
- Pleger, B., Schwenkreis, P., Dinse, H. R., Ragert, P., Höffken, O., Malin, J. P., & Tegenthoff, M. (2003). Pharmacological suppression of plastic changes in human primary somatosensory cortex after motor learning. *Experimental Brain Research*, 148(4). <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1324-1>

- Röijezon, U., Clark, N. C., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation: Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Manual Therapy*, 20(3). <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.008>
- Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Sterner, R., & Kuligowski, L. (1999). Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 29(8). <https://doi.org/10.2519/jospt.1999.29.8.478>
- Schwenkreis, P., Pleger, B., Höffken, O., Malin, J. P., & Tegenthoff, M. (2001). Repetitive training of a synchronised movement induces short-term plastic changes in the human primary somatosensory cortex. *Neuroscience Letters*, 312(2). [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)02196-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02196-6)
- Segal, N. A., Glass, N. A., Torner, J., Yang, M., Felson, D. T., Sharma, L., Nevitt, M., & Lewis, C. E. (2010). Quadriceps weakness predicts risk for knee joint space narrowing in women in the MOST cohort. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18(6). <https://doi.org/10.1016/j.joca.2010.02.002>
- Sittig, A. C., van der Gon Denier, J. J., & Gielen, C. C. A. M. (1987). The contribution of afferent information on position and velocity to the control of slow and fast human forearm movements. *Experimental Brain Research*, 67(1). <https://doi.org/10.1007/BF00269450>
- Sittig, A. C., van der Gon, J. J. D., & Gielen, C. C. A. M. (1985a). Separate control of arm position and velocity demonstrated by vibration of muscle tendon in man. *Experimental Brain Research*, 60(3). <https://doi.org/10.1007/BF00236930>
- Sittig, A. C., van der Gon, J. J. D., & Gielen, C. C. A. M. (1985b). Separate control of arm position and velocity demonstrated by vibration of muscle tendon in man. *Experimental Brain Research*, 60(3). <https://doi.org/10.1007/BF00236930>
- Soltys, J. S., & Wilson, S. E. (2008). Directional sensitivity of velocity sense in the lumbar spine. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(3). <https://doi.org/10.1123/jab.24.3.244>
- Stokes, M., & Young, A. (1984). The contribution of reflex inhibition to arthrogonous muscle weakness. In *Clinical Science* (Vol. 67, Issue 1). <https://doi.org/10.1042/cs0670007>
- Suprak, D. N. (2011). Shoulder joint position sense is not enhanced at end range in an unconstrained task. *Human Movement Science*, 30(3). <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.02.003>
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk Factors for Falls among Elderly Persons Living in the Community. *New England Journal of Medicine*, 319(26). <https://doi.org/10.1056/nejm198812293192604>
- Verschueren, S. M. P., Brumagne, S., Swinnen, S. P., & Cordo, P. J. (2002). The effect of aging on dynamic position sense at the ankle. *Behavioural Brain Research*, 136(2). [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(02\)00224-3](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(02)00224-3)

- Westlake, K. P., Wu, Y., & Culham, E. G. (2007). Velocity discrimination: Reliability and construct validity in older adults. *Human Movement Science, 26*(3).
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.12.002>
- Williams, S. R., Shenasa, J., & Chapman, C. E. (1998). Time course and magnitude of movement-related gating of tactile detection in humans. I. Importance of stimulus location. *Journal of Neurophysiology, 79*(2).
<https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.2.947>
- Wolpert, D. M., Diedrichsen, J., & Flanagan, J. R. (2011). Principles of sensorimotor learning. In *Nature Reviews Neuroscience* (Vol. 12, Issue 12).
<https://doi.org/10.1038/nrn3112>
- Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Nashner, L. M. (1986). Aging and posture control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *International Journal of Aging and Human Development, 23*(2).
<https://doi.org/10.2190/VXN3-N3RT-54JB-X16X>
- Xerri, C. (2012). Plasticity of cortical maps: Multiple triggers for adaptive reorganization following brain damage and spinal cord injury. In *Neuroscientist* (Vol. 18, Issue 2). <https://doi.org/10.1177/1073858410397894>
- Xerri, C., Merzenich, M. M., Peterson, B. E., & Jenkins, W. (1998). Plasticity of primary somatosensory cortex paralleling sensorimotor skill recovery from stroke in adult monkeys. *Journal of Neurophysiology, 79*(4).
<https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.4.2119>
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). The effects of core proprioception on knee injury: A prospective biomechanical-epidemiological study. *American Journal of Sports Medicine, 35*(3).
<https://doi.org/10.1177/0363546506297909>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	43	18	38	20.84	3.287
Valid N (listwise)	43				

Gender

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Άρρεν	23	53.5	53.5	53.5
	Θήλυ	20	46.5	46.5	100.0
	Total	43	100.0	100.0	

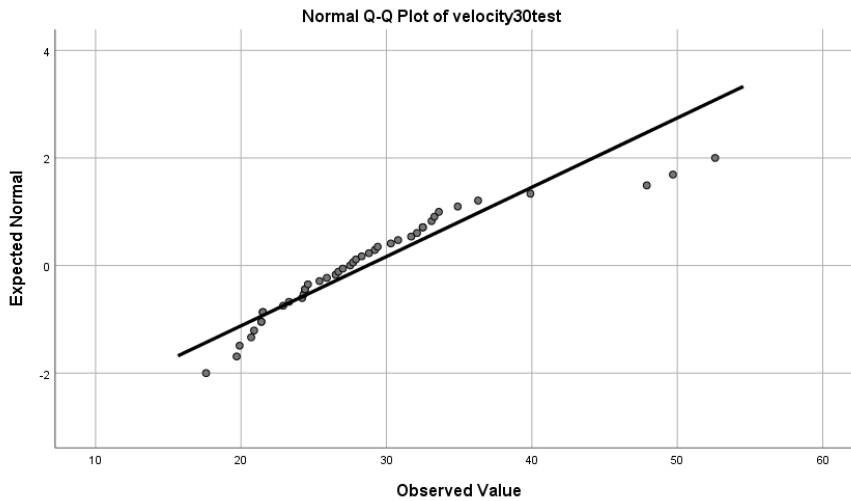
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β. ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

velocity30test

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity30test	.125	43	.092	.882	43	.000

a. Lilliefors Significance Correction



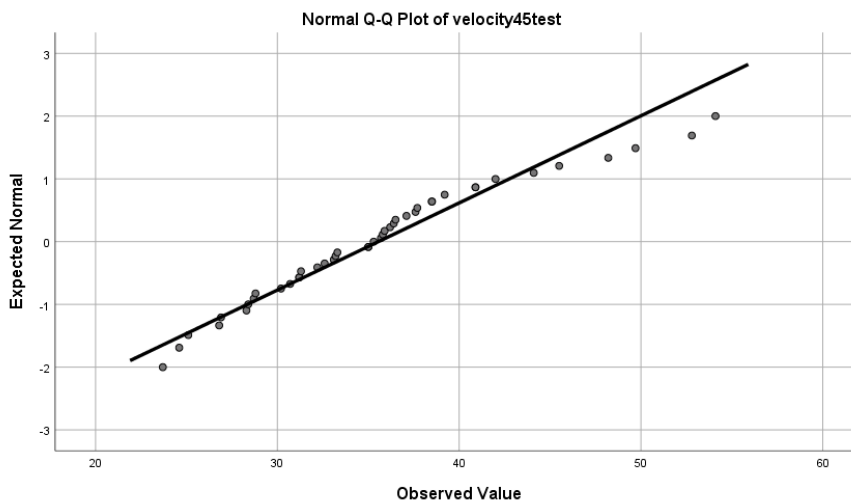
velocity45test

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity45test	.109	43	.200*	.953	43	.077

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



velocity60test

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity60test	.134	43	.051	.931	43	.012

a. Lilliefors Significance Correction

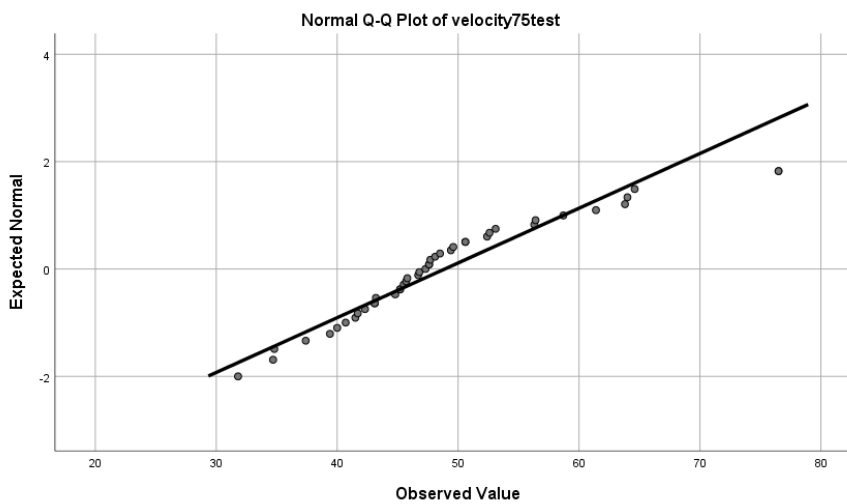


velocity75test

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity75test	.152	43	.014	.921	43	.006

a. Lilliefors Significance Correction

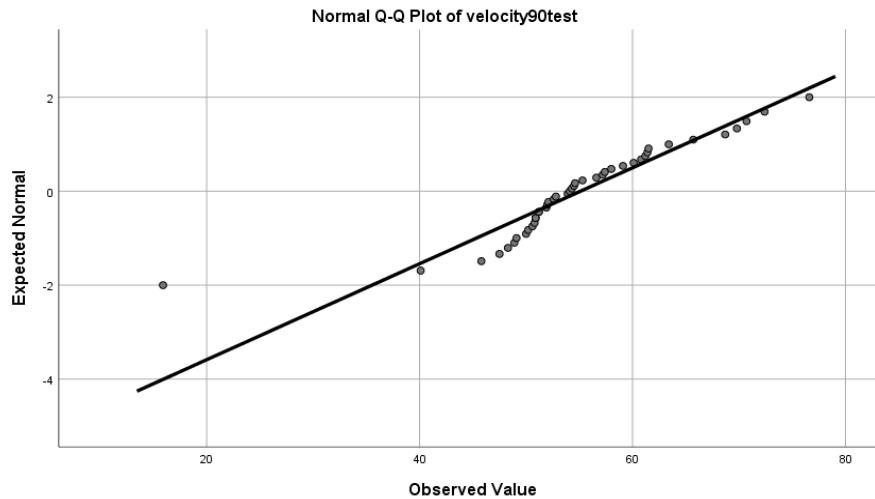


velocity90test

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity90test	.150	43	.016	.882	43	.000

a. Lilliefors Significance Correction



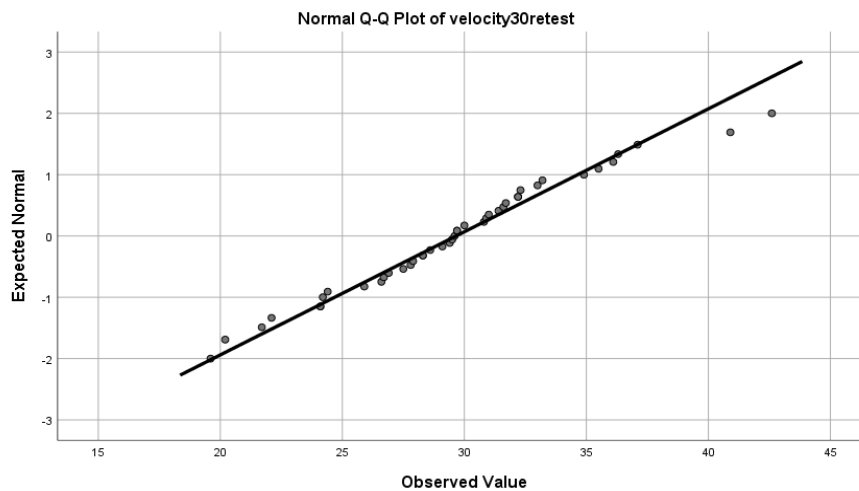
velocity30retest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity30retest	.089	43	.200*	.981	43	.693

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



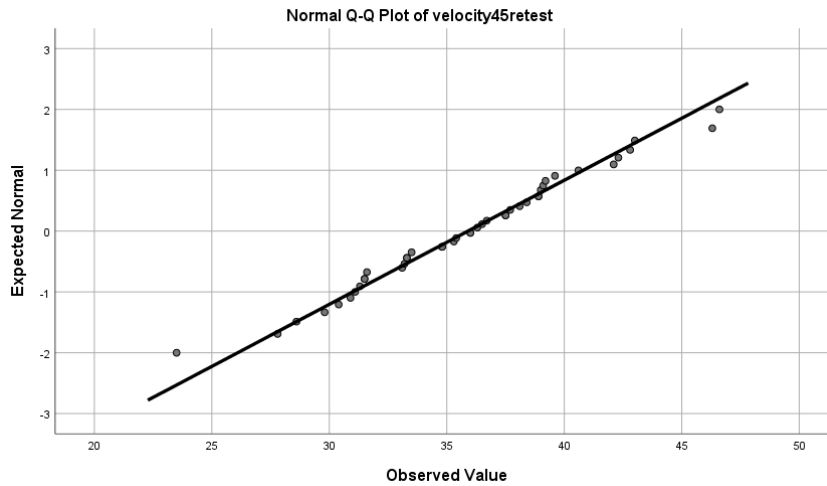
velocity45retest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity45retest	.066	43	.200*	.989	43	.946

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



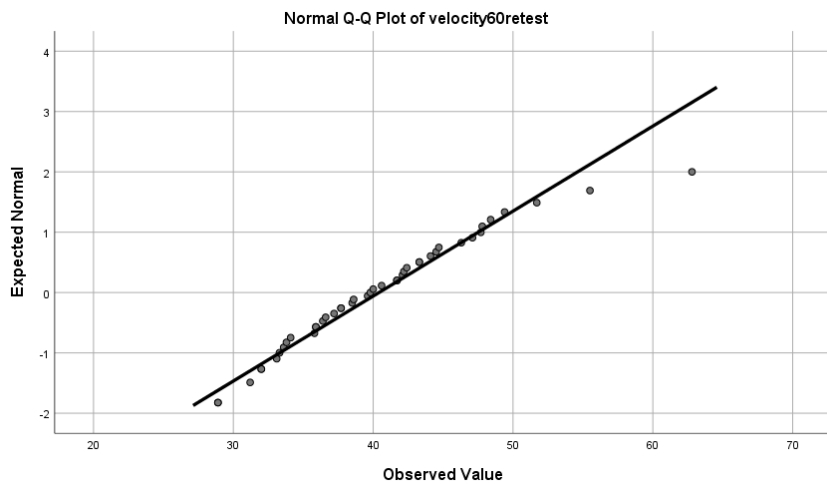
velocity60retest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity60retest	.068	43	.200 [*]	.960	43	.135

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

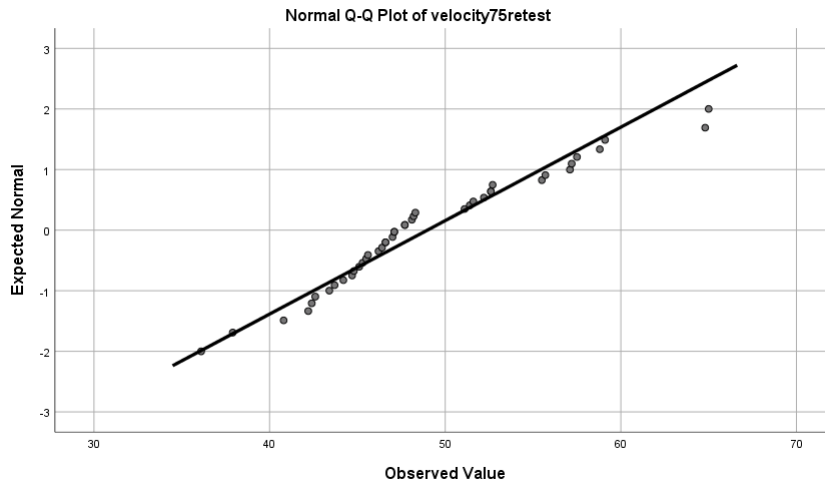


velocity75retest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity75retest	.170	43	.003	.955	43	.090

a. Lilliefors Significance Correction



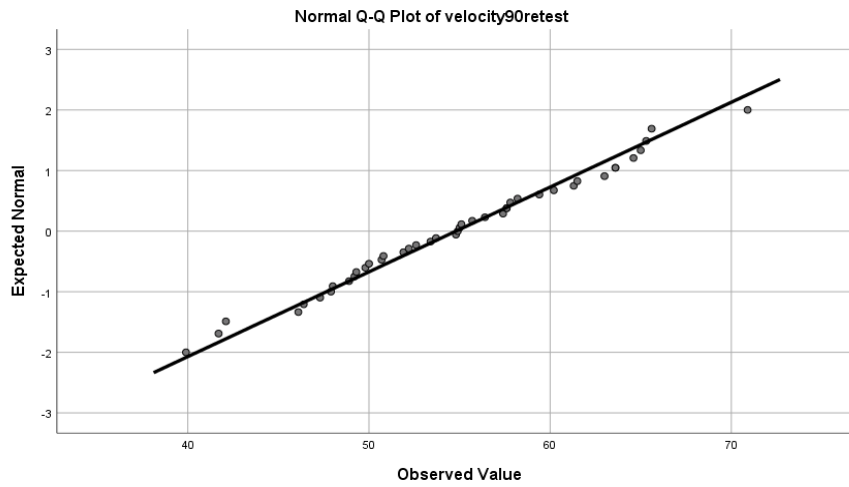
velocity90retest

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
velocity90retest	.061	43	.200 [*]	.987	43	.888

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



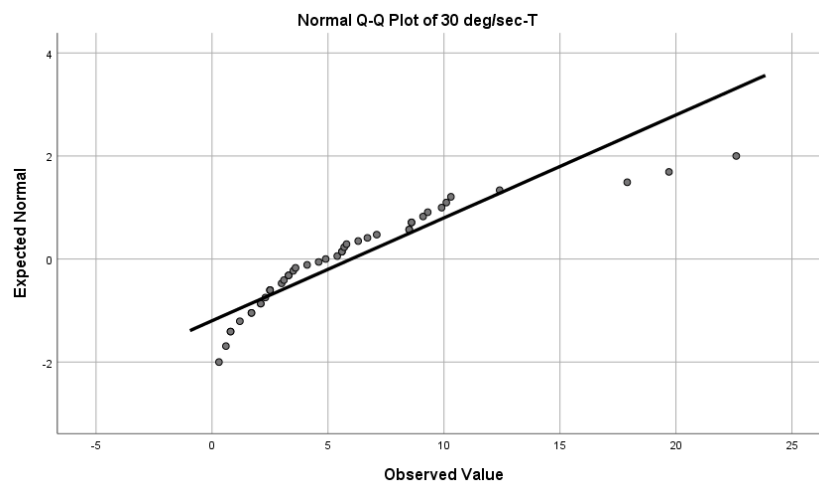
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ (T=test, R=retest)

30 deg/s-T

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
30 deg/s-T	.144	43	.025	.848	43	.000

a. Lilliefors Significance Correction



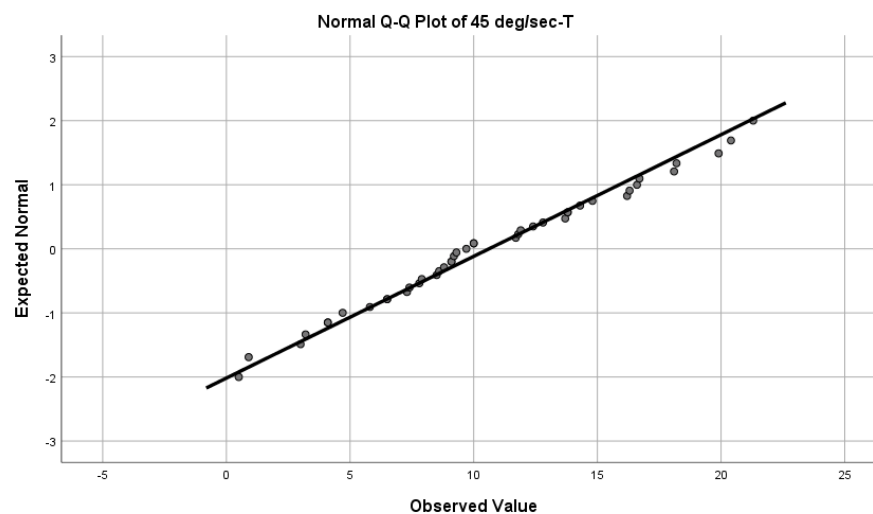
45 deg/s-T

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
45 deg/s-T	.105	43	.200*	.981	43	.688

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



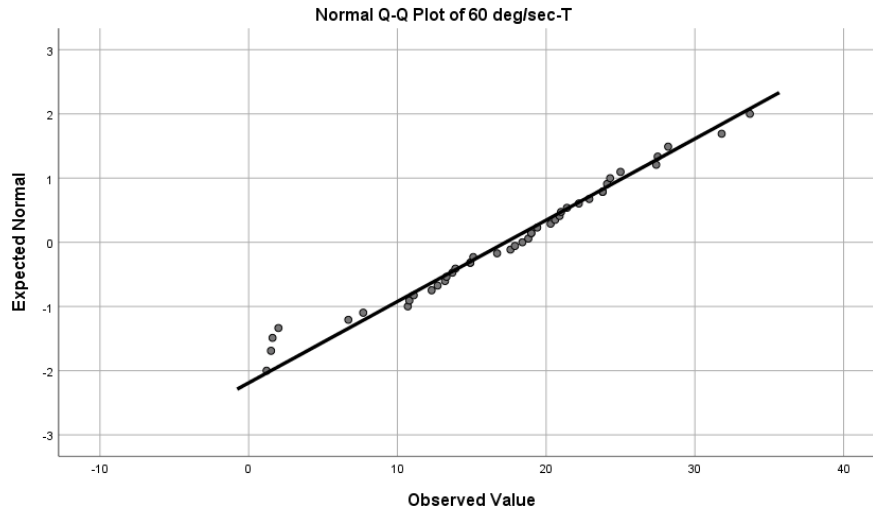
60 deg/s-T

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
60 deg/s-T	.074	43	.200*	.974	43	.432

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

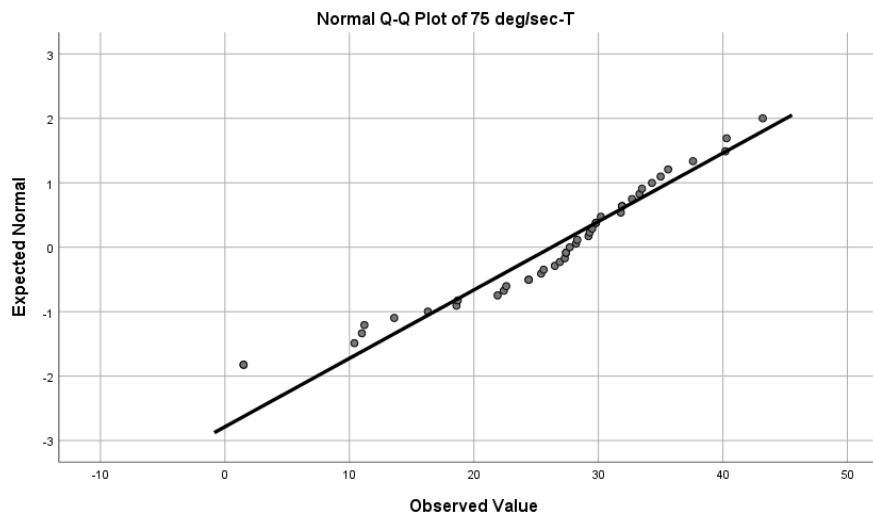


75 deg/s-T

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
75 deg/s-T	.143	43	.026	.936	43	.019

a. Lilliefors Significance Correction



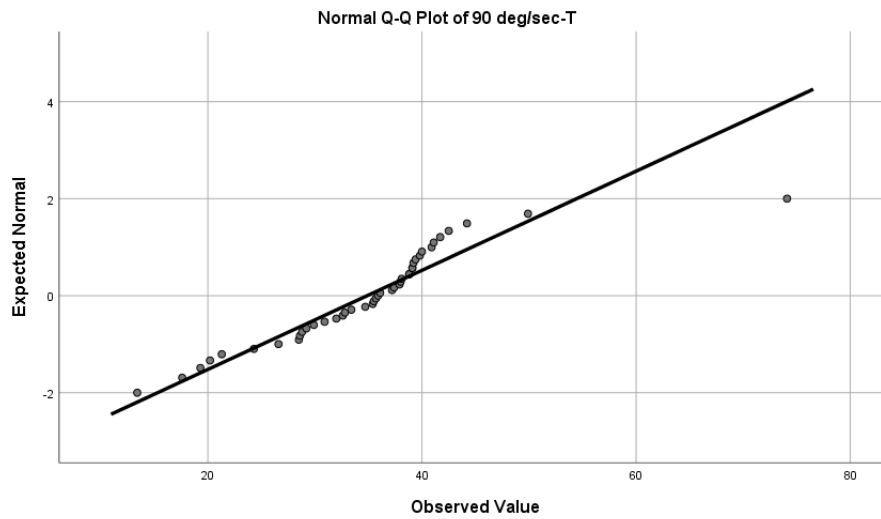
90 deg/s-T

Tests of Normality

Kolmogorov-Smirnov ^a	Shapiro-Wilk
---------------------------------	--------------

	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
90 deg/s-T	.150	43	.016	.882	43	.000

a. Lilliefors Significance Correction

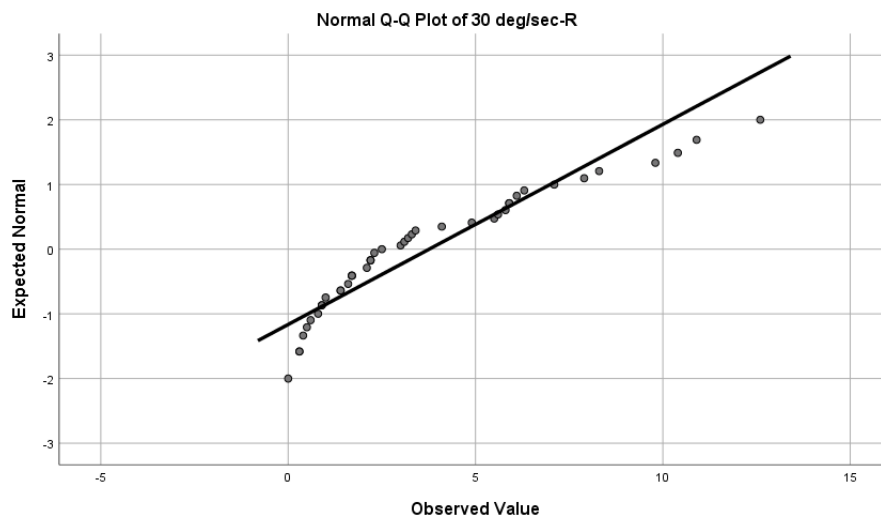


30 deg/s-R

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
30 deg/s-R	.173	43	.002	.887	43	.001

a. Lilliefors Significance Correction



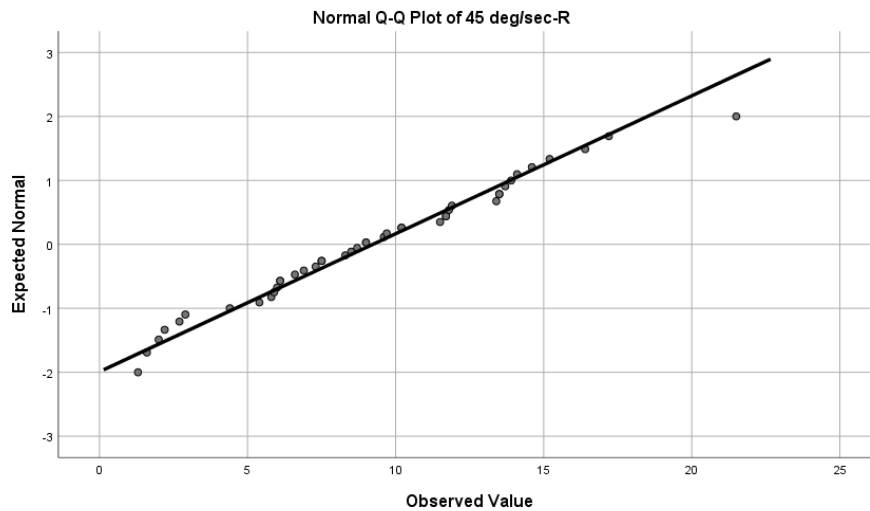
45 deg/s-R

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
45 deg/s-R	.071	43	.200*	.978	43	.572

*. This is a lower bound of the true significance.

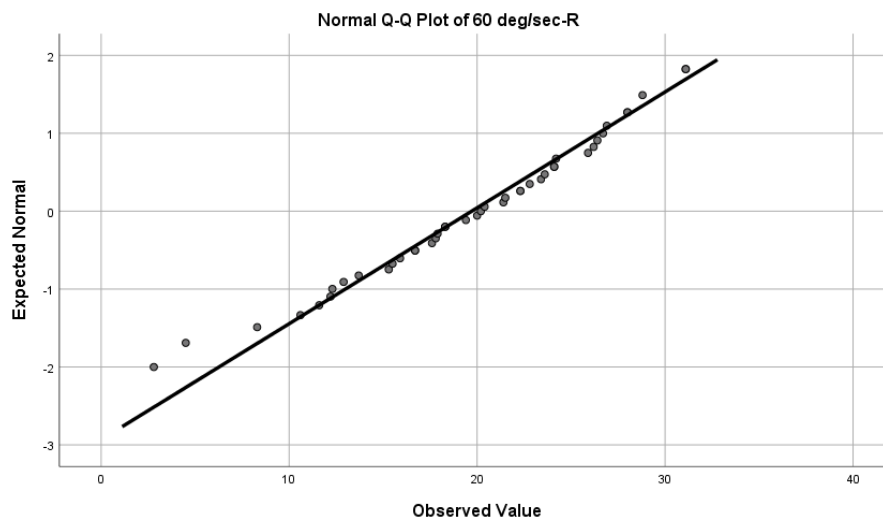
a. Lilliefors Significance Correction

**60 deg/s-R****Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
60 deg/s-R	.068	43	.200*	.975	43	.459

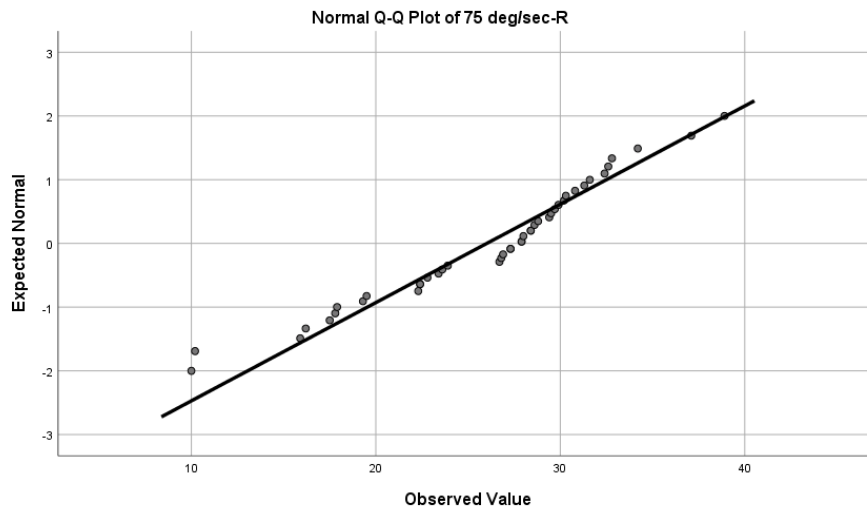
*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**75 deg/s-R****Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
75 deg/s-R	.170	43	.003	.955	43	.090

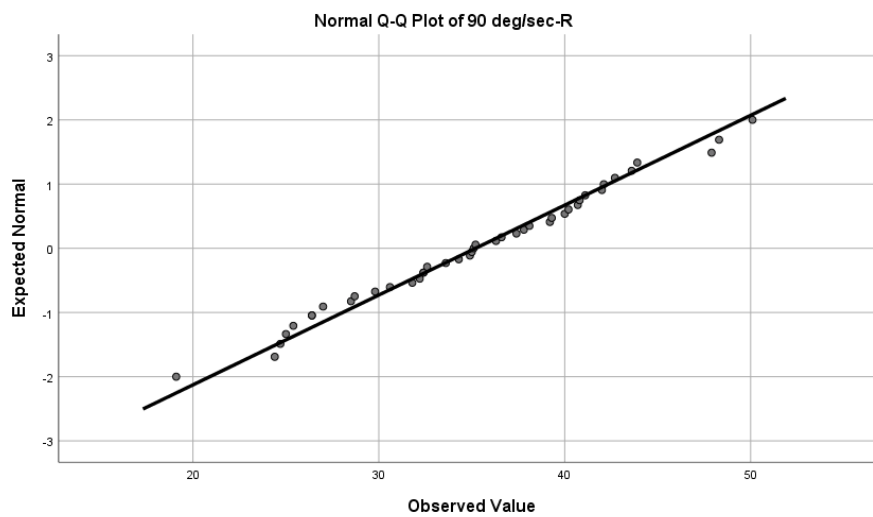
a. Lilliefors Significance Correction

**90 deg/s-R****Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
90 deg/s-R	.061	43	.200*	.987	43	.888

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΩΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ

Wilcoxon Signed Ranks Test

Test Statistics ^a				
	velocity30test - TARGET30	velocity60test - TARGET60	velocity75test - TARGET75	velocity90test - TARGET90
Z	-2.005 ^b	-5.470 ^b	-5.675 ^b	-5.712 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.045	.000	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

T-Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair					Lower	Upper			
Pair 1	velocity45test - TARGET45	-9.4442	7.2035	1.0985	-11.6611	-7.2273	-8.597	42	.000

T-Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair					Lower	Upper			
Pair 1	velocity30retest - TARGET30	-.3349	4.9818	.7597	-1.8681	1.1983	-.441	42	.662
Pair 2	velocity45retest - TARGET45	-9.0977	4.9019	.7475	-10.6062	-7.5891	-12.170	42	.000
Pair 3	velocity60retest - TARGET60	-19.5837	7.1012	1.0829	-21.7691	-17.3983	-18.084	42	.000
Pair 4	velocity75retest - TARGET75	-26.0186	6.4813	.9884	-28.0133	-24.0240	-26.324	42	.000
Pair 5	velocity90retest - TARGET90	-35.2000	7.1447	1.0896	-37.3988	-33.0012	-32.307	42	.000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΥΠΟΘΕΣΗΣ

Wilcoxon Signed Ranks Test

	Test Statistics ^a									
	30 deg/s-T - 45 deg/s- T	30 deg/s-T - 60 deg/s- T	30 deg/s- T - 75 deg/s-T	30 deg/s- T - 90 deg/s-T	45 deg/s- T - 75 deg/s-T	45 deg/s- T - 90 deg/s-T	60 deg/s- T - 75 deg/s-T	60 deg/s- T - 90 deg/s-T	75 deg/s- T - 90 deg/s-T	
	Z	-3.707 ^b	-4.685 ^b	-5.609 ^b	-5.712 ^b	-5.651 ^b	-5.712 ^b	-4.889 ^b	-5.712 ^b	-4.529 ^b
	Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

T-Test

	Paired Samples Test							Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	
				Lower	Upper			
Pair 1 45 deg/s-T - 60 deg/s-T	-6.6581	6.0464	.9221	-8.5190	-4.7973	-7.221	42	.000

NPar Test

Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
30 deg/s-R - 45 deg/s-R	Negative Ranks	36	23.21	835.50
	Positive Ranks	7	15.79	110.50
	Ties	0		
	Total	43		
30 deg/s-R - 60 deg/s-R	Negative Ranks	41	22.88	938.00
	Positive Ranks	2	4.00	8.00
	Ties	0		
	Total	43		
30 deg/s-R - 75 deg/s-R	Negative Ranks	43	22.00	946.00
	Positive Ranks	0	.00	.00
	Ties	0		

	Total	43		
30 deg/s-R - 90 deg/s-R	Negative Ranks	43	22.00	946.00
	Positive Ranks	0	.00	.00
	Ties	0		
	Total	43		

Test Statistics^a

	30 deg/s-R - 45 deg/s-R	30 deg/s-R - 60 deg/s-R	30 deg/s-R - 75 deg/s-R	30 deg/s-R - 90 deg/s-R
		R	R	
Z	-4.377 ^b	-5.615 ^b	-5.712 ^b	-5.712 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

T-Test

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Pair 1 45 deg/s-R - 60 deg/s-R	-10.4814	5.7625	.8788	-12.2548	-8.7079	-11.927	42	.000
Pair 2 45 deg/s-R - 75 deg/s-R	-16.7860	5.5693	.8493	-18.5000	-15.0721	-19.764	42	.000
Pair 3 45 deg/s-R - 90 deg/s-R	-25.9674	6.7845	1.0346	-28.0554	-23.8795	-25.098	42	.000
Pair 4 60 deg/s-R - 75 deg/s-R	-6.3047	6.8170	1.0396	-8.4026	-4.2067	-6.065	42	.000
Pair 5 60 deg/s-R - 90 deg/s-R	-15.4860	6.6040	1.0071	-17.5184	-13.4537	-15.377	42	.000
Pair 6 75 deg/s-R - 90 deg/s-R	-9.1814	5.1576	.7865	-10.7687	-7.5941	-11.673	42	.000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΕΝΔΟΕΞΕΤΑΣΤΗ

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	43	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	43	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.441	2

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People		956.527	42	22.774		
Within People	Between Items	108.058	1	108.058	8.488	.006
	Residual	534.692	42	12.731		
	Total	642.750	43	14.948		
Total		1599.277	85	18.815		

Grand Mean = 4.884

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			Sig
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	
Single Measures	.251 ^a	-.021	.499	1.789	42	42	.031
Average Measures	.402	-.043	.665	1.789	42	42	.031

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	43	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	43	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.624	2

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People		1502.103	42	35.764		
Within People	Between Items	41.443	1	41.443	3.081	.086
	Residual	564.862	42	13.449		
	Total	606.305	43	14.100		
Total		2108.408	85	24.805		

Grand Mean = 9.927

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			Sig
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	
Single Measures	.442 ^a	.174	.651	2.659	42	42	.001
Average Measures	.613	.297	.788	2.659	42	42	.001

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	43	100.0
	Excluded ^a	0	.0

Total	43	100.0
-------	----	-------

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.748	2

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People		3604.054	42	85.811		
Within People	Between Items	127.466	1	127.466	5.895	.020
	Residual	908.129	42	21.622		
	Total	1035.595	43	24.084		
Total		4639.649	85	54.584		

Grand Mean = 18.497

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	.571 ^a	.325	.744	3.969	42	42	.000
Average Measures	.727	.491	.853	3.969	42	42	.000

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	43	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	43	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.733	2

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Between People	4330.332	42	103.103		
Within People	Between Items	1.049	1	1.049	.038
	Residual	1158.136	42	27.575	
	Total	1159.185	43	26.958	
Total	5489.517	85	64.583		

Grand Mean = 26.129

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	.583 ^a	.344	.751	3.739	42	42	.000
Average Measures	.737	.512	.858	3.739	42	42	.000

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	43	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	43	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.711	2

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
--	----------------	----	-------------	---	-----

Between People		4785.633	42	113.944		
Within People	Between Items	2.182	1	2.182	.066	.798
	Residual	1382.393	42	32.914		
	Total	1384.575	43	32.199		
Total		6170.208	85	72.591		

Grand Mean = 35.041

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	.557 ^a	.309	.734	3.462	42	42	.000
Average Measures	.716	.472	.846	3.462	42	42	.000

Two-way random effects model where both people effects and measures effects are random.

- The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.
- Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ



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

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Λαμία 15-9-2022
Αριθμ. Πρωτ.: 864

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο:
Διερεύνηση της ιδιοδεκτικής αναπαραγωγής της θέσης σε διαφορετικές ενεργητικά παραγόμενες γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος.

Επιστημονικώς υπεύθυνος/η - επιβλέπων: Ασημάκης Κανελλόπουλος
Ιδιότητα: Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα: Φυσικοθεραπείας
Ίδρυμα: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Κύριος/α ερευνητής - φοιτητής: Κατσαβέλη Ιωάννα
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: ikatsaveli@uth.gr

Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την συνεδρίασή της, στις 30-8-2022 **εγκρίνει** τη διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο Πρόεδρος της Εσωτερικής
Επιτροπής Δεοντολογίας του
Τμήματος Φυσικοθεραπείας

Ιωάννης Πουλής
Αναπλ. Καθηγητής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

3^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132

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

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Έντυπο Ενημέρωσης Υποψήφιου Εθελοντή

Τίτλος της ερευνητικής εργασίας:

Διερεύνηση της ιδιοδεκτικής αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας σε διαφορετικές ενεργητικά παραγόμενες γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος και έλεγχος αξιοπιστίας ενδοεξεταστή.

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. Δεν είναι δεσμευτικό να απαντήσετε τώρα. 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 παράμετρο της θέσης της άρθρωσης, αυτή της ταχύτητάς της είναι ελάχιστα μελετημένη. Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνηθεί η ιδιοδεκτική ικανότητα αναπαραγωγής διαφορετικών γωνιακών ταχυτήτων στο γόνατο, καθώς και η αξιοπιστία της διαδικασίας. Η συνολική διάρκεια της έρευνας μέχρι την εξαγωγή των συμπερασμάτων θα είναι περίπου 5 μήνες. Ωστόσο, η δική σας συμμετοχή περιορίζεται σε 30 περίπου λεπτά για κάθε μία από τις δύο μετρήσεις με 30 λεπτά διάλειμμα μεταξύ τους.

Γιατί επιλέχθηκα;

Στην έρευνα μπορεί να συμμετέχει οποιοσδήποτε ενήλικας υγιής εθελοντής. Συνολικά θα συμμετέχουν τουλάχιστον 30 εθελοντές.

Είναι υποχρεωτικό να λάβω μέρος;

Η συμμετοχή σας στην έρευνα δεν είναι σε καμία περίπτωση υποχρεωτική. Αν αποφασίσετε 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 αυτό να σας επηρεάσει με 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. Οι μετρήσεις θα γίνουν από καθιστή θέση σε ένα ειδικό μηχάνημα με κινητό βραχίονα, όπου θα σταθεροποιηθεί το δεξί κάτω άκρο με ιμάντες. Σε όλες τις μετρήσεις τα μάτια σας θα είναι κλειστά με τη χρήση μάσκας ματιών που θα σας δοθεί, ώστε να μετρηθεί η κίνηση χωρίς την βοήθεια της όρασης. Πριν την δοκιμασία θα υπάρχουν κάποιες δοκιμαστικές επαναλήψεις για εξοικείωση με την διαδικασία. Η διάρκεια των μετρήσεων θα είναι συνολικά περίπου μιάμιση ώρα συμπεριλαμβανομένου 30λεπτου διαλείμματος. Η διαδικασία δεν είναι επώδυνη ή δυσάρεστη και είναι απόλυτα ασφαλής.

Τι περιορισμοί υπάρχουν;

Στο διάστημα μεταξύ των δύο μετρήσεων 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 ξαναζητήσει την συμμετοχή σας στην έρευνα. 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, βάσει 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 οποιοδήποτε παράπονο ή για οποιονδήποτε άλλο λόγο μπορείτε να επικοινωνήσετε είτε με τους υπεύθυνους ερευνητές είτε με τον εισηγητή της έρευνας στα τηλέφωνα που βρίσκονται παρακάτω.

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

Αν αποφασίσετε να λάβετε μέρος στην έρευνα, τα προσωπικά σας στοιχεία θα γίνουν 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. Τα αποτελέσματα θα ελέγχονται με τα προσωπικά σας στοιχεία (όνομα, επώνυμο, διεύθυνση κλπ) καλυμμένα, όπου είναι δυνατό. 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:

- Ιωάννα Κατσαβέλη
Φυσικοθεραπεύτρια, Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

Τηλ: 6946261082

Email: ikatsaveli@uth.gr

- Ανθή Κελλάρη
Φυσικοθεραπεύτρια, Διδακτορική Φοιτήτρια

Τηλ: 6988152585

Email: akellari@uth.gr

Και στον εισηγητή της έρευνας:

- Δρ. Ασημάκης Κ. Κανελλόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής

Τηλ: 6973513040

Email: akanellopoulos@uth.gr

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.

Ημερομηνία παράδοσης:.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

3^ο χλμ ΠΕΟ Λαμίας-Αθηνών, Λαμία 35132

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

Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας

Συναίνεση μετά από Πληροφόρηση

Ημερομηνία: ___/___/___

Όνοματεπώνυμο εθελοντή (ασθενή): _____

Αριθμός αναγνώρισης ασθενούς στην παρούσα έρευνα (#ID):

Ημερομηνία γέννησης: ___/___/___

Προϊστάμενος ερευνητής - εισηγητής: Δρ. Ασημάκης Κ. ΚανελλόπουλοςΦοιτητής/ερευνητής: Ιωάννα Κατσαβέλη

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 (εθελοντή). 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: 6946261082

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:

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 ιδιοδεκτικής αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας σε διαφορετικές ενεργητικά παραγόμενες γωνιακές ταχύτητες της άρθρωσης του γόνατος και έλεγχος αξιοπιστίας ενδοεξεταστή».

Μικρή επεξήγηση της ερευνητικής εργασίας:

Θα πραγματοποιηθούν δοκιμασίες αναπαραγωγής της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας των 30, 45, 60, 75 και 90°/s για το γόνατο με χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου, ώστε να διερευνηθεί η ιδιοδεκτική ικανότητα αναπαραγωγής της ταχύτητας, καθώς και η αξιοπιστία ενδοεξεταστή.

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 ___/___/___