

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

ΤΙΤΛΟΣ

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΧΕΙΡΟΛΑΒΗΣ ΝΕΑΡΩΝ
ΑΝΤΡΩΝ ΚΑΙ ΓΥΝΑΙΚΩΝ. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ.**

της

**Ψύχου Δήμητρας
Υπότροφος ΙΚΥ**

**Επιβλέπων Καθηγητής
Γεροδήμος Βασίλειος**

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Εγκεκριμένη από το Καθηγητικό σώμα:

Γεροδήμος Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΣΕΦΑΑ-ΠΘ

Σούλας Δημήτριος, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΣΕΦΑΑ-ΠΘ

Τσιόκανος Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΣΕΦΑΑ-ΠΘ

Τρίκαλα 2014

Ευχαριστίες

Ξεκινώντας, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο επιβλέποντα, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γεροδόμο Βασίλειο, για την αμέριστη συμπαράσταση, τη συστηματική παρακολούθηση και τις εποικοδομητικές του υποδείξεις, σε όλες τις φάσεις της διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή κ. Σούλα Δημήτριο και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Τσιόκανο Αθανάσιο, που ως μέλη της τριμελούς επιτροπής προσέφεραν ουσιαστική βοήθεια, με τις παρατηρήσεις και τις υποδείξεις τους, στην ολοκλήρωση της διατριβής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Υποψήφιους Διδάκτορες Καρατράντου Κων/να και Γρίβα Γεράσιμο για τη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήταν παράλειψή μου να μην ευχαριστήσω τους φοιτητές και τις φοιτήτριες του ΤΕΦΑΑ οι οποίοι-ες έλαβαν μέρος στην έρευνα.

Η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε μέσω του Έργου «Υποτροφίες ΙΚΥ» από πόρους του ΕΠ «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ , 2007-2013.

Περίληψη

Η αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής είναι μια μέθοδος που σχετίζεται με την ικανότητα των ατόμων να ανταποκρίνονται με επιτυχία στις καθημερινές τους δραστηριότητες. Επομένως, είναι απαραίτητο να μελετηθεί η αξιοπιστία διαφόρων πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξεταστεί η αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής νεαρών αντρών και γυναικών, καθώς και η επίδραση του χεριού και του φύλου στην αξιοπιστία των πρωτοκόλλων αυτών. Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά 60 άτομα, φυσικά δραστήρια (30 νεαροί άντρες ηλικίας 18-22 ετών και 30 νεαρές γυναίκες ηλικίας 18-22 ετών). Αξιολογήθηκε η αντοχή στη δύναμη χειρολαβής και των δύο χεριών χρησιμοποιώντας ένα στατικό πρωτόκολλο (50% της μέγιστης εκούσιας σύσπασης με αξιολόγηση του χρόνου παραμονής σε s) και τρία δυναμικά πρωτόκολλα (12 μέγιστες επαναλήψεις των 3 s με διάλειμμα 5 s μεταξύ τους, με αξιολόγηση του δείκτη κόπωσης % κατά την 8^η, 10^η και 12^η προσπάθεια). Πραγματοποιήθηκαν δυο μετρήσεις σε κάθε πρωτόκολλο με δυο ημέρες κενό μεταξύ τους. Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης και επαναμέτρησης (test retest reliability analysis). Χρησιμοποιήθηκαν δείκτες για την αξιολόγηση τόσο της σχετικής (ICC) όσο και της απόλυτης αξιοπιστίας (SEM, SEM%, 95%LOA). Για να εξετασθεί αν υπάρχουν διαφορές στην αντοχή της δύναμης χειρολαβής μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με τρεις παράγοντες με επαναλαμβανόμενους μετρήσεις στους παράγοντες «μέτρηση» και «χέρι αξιολόγησης». Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.05$. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε μέτρια έως υψηλή αξιοπιστία του στατικού πρωτοκόλλου (ICC=0,78-0,90) και χαμηλή έως

μέτρια των δυναμικών πρωτοκόλλων (ICC=0,19-0,71). Όσον αφορά στην επίδραση του χεριού και του φύλου στην αξιοπιστία των πρωτοκόλλων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική ($p<0.05$) διαφορά μόνο μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στο στατικό πρωτόκολλο στο χέρι προτίμησης. Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι προτείνεται η αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής να γίνεται με στατικό πρωτόκολλο.

Λέξεις κλειδιά: κόπωση, χειρολαβή, στατικό πρωτόκολλο, δυναμικό πρωτόκολλο, φύλο

Abstract

Muscle fatigue of handgrip measurement is necessary to define someone's ability to correspond in everyday activities. The purpose of this study was to investigate the reliability of handgrip endurance using different measurement protocols (static and dynamic). The effect of hand and sex on reliability was, also, examined. Sixty healthy physically active individuals (30 men, 30 women, 18-22 years) volunteered to participate in the present study. The participants performed a two assessment sessions separated by two days. Both assessments included a testing protocol for the evaluation of static (sustained an isometric contraction at 50% of Maximal Voluntary Contraction) and dynamic (12 maximal repetitive isometric contractions, 3 s duration and 5 s rest) handgrip endurance. Intraclass correlation coefficient (ICC), standard error of measurement (SEM and SEM%) and 95% limits of agreement (LOA) were calculated. A three way ANOVA with repeated measures on the "test" and "hand" factors was used to analyze the differences in handgrip endurance between test and retest. The level of significance was $p < .05$. The test – retest reliability was moderate to high for the static protocol (ICC = 0,78 – 0,90) and low to moderate for the dynamic test (ICC = 0,19 – 0,71). There was a significant effect of the "hand" factor in reliability of static protocol. Specifically, there was significant difference ($p < 0,05$) between test and retest values of the preferred hand. In conclusion, it is suggested that it should be used static test for handgrip fatigue measurement.

Key Words: fatigue, handgrip, static test, dynamic test, sex, hand

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	3
Abstract	5
Πίνακας περιεχομένων	6
Λίστα με πίνακες	8
Λίστα με σχεδιαγράμματα – εικόνες	10
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	11
1.1 Σκοπός	13
1.2 Σημασία της έρευνας	13
1.3 Ορισμοί	14
1.4 Κριτήρια Συμμετοχής	14
1.5. Οριοθετήσεις - Περιορισμοί της Έρευνας	15
1.6. Μηδενικές υποθέσεις	15
Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	16
2.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής	16
2.2. Επίδραση της ηλικίας στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής	16
2.3. Επίδραση του φύλου στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής	17
2.4 Επίδραση του χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής	19
2.5 Επίδραση των διαστάσεων της παλάμης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής	21
2.6 Αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής	22
2.7 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής	26
2.8. Επίδραση της ηλικίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής	26
2.9 Επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής	27
2.10 Επίδραση του χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής	28
2.11 Αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής	29
Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία	33

Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα	40
4.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής	40
4.2 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)	43
4.3 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικά πρωτόκολλα)	46
Κεφάλαιο 5. Συζήτηση	55
5.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής ανά φύλο και χέρι	55
5.2 Αξιοπιστία στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής	56
5.3 Αντοχή ανά φύλο και χέρι (στατικό)	56
5.4 Αντοχή ανά φύλο και χέρι (δυναμικό)	58
5.5 Αξιοπιστία στην αντοχή στη δύναμη (στατικό πρωτόκολλο)	58
5.6 Αξιοπιστία στην αντοχή στη δύναμη (δυναμικά πρωτόκολλα)	60
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προτάσεις	62
Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία	63
Παραρτήματα	68

Λίστα με πίνακες

- Πίνακας 1: Έρευνες σχετικές με την αξιοπιστία στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής
- Πίνακας 2: Έρευνες σχετικές με την αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής
- Πίνακας 3: Σωματομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων ανά φύλο (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση)
- Πίνακας 4: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής
- Πίνακας 5: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ανά φύλο και χέρι
- Πίνακας 6: Επίδραση φύλου και χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)
- Πίνακας 7: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο), ανά φύλο και χέρι
- Πίνακας 8: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 8 επαν.)
- Πίνακας 9: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 8 επαν.), ανά φύλο και χέρι
- Πίνακας 10: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.)
- Πίνακας 11: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 10 επαν.), ανά φύλο και χέρι
- Πίνακας 12: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.)

Πίνακας 13: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 12 επαν.), ανά φύλο και χέρι

Λίστα με σχεδιαγράμματα - εικόνες

Σχεδιάγραμμα 1: Ενδεικτικός προγραμματισμός αξιολόγησης δοκιμαζόμενου

Σχεδιάγραμμα 2. Επίδραση φύλου στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής.

Σχεδιάγραμμα 3. Επίδραση χεριού στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Σχεδιάγραμμα 4. Επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Σχεδιάγραμμα 5. Επίδραση του χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Σχεδιάγραμμα 6. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 8 επαν.).

Σχεδιάγραμμα 7. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 8 επαν.)

Σχεδιάγραμμα 8. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.).

Σχεδιάγραμμα 9. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.)

Σχεδιάγραμμα 10. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.).

Σχεδιάγραμμα 11. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.)

Εικόνα 1. Μέτρηση μέγιστης δύναμης χειρολαβής

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Η αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής είναι μια απλή και χαμηλού κόστους δοκιμασία που δίνει χρήσιμες πληροφορίες για τη λειτουργικότητα των μυών, των οστών και των συνδέσμων των άνω άκρων (Schreuters et al., 2000; Di Monaco et al., 2000). Χρησιμοποιείται από φυσικοθεραπευτές, ιατρούς και γυμναστές στις κλινικές μετρήσεις που έχουν σχέση με τη θεραπεία και την αποκατάσταση τραυματισμένων άκρων (Fess, 1995a.; Blankenship, 1994). Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται και ως ένας δείκτης για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης όσον αφορά στη δύναμη των άνω άκρων (De Smet et al., 2001).

Η μέγιστη δύναμη χειρολαβής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι η ηλικία (De Smet & Vercammen, 2001; Hager-Ross & Rosblad, 2002), το φύλο (Clerke, Clerke, & Adams, 2005; Cohen et al., 2010), τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ανάστημα, διαστάσεις παλάμης) (Gerodimos et al., 2013; Hager-Ross & Rosblad, 2002; Nicolay & Walker, 2005), το χέρι αξιολόγησης (Clerke et al., 2005), το επίπεδο φυσικής κατάστασης (αθλητές και μη-αθλούμενοι) (Gerodimos et al., 2013) ή το άθλημα (Koc et al., 2010), οι οποίοι όμως δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς όσον αφορά στον τρόπο που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και επηρεάζουν τη συγκεκριμένη ικανότητα (δύναμη χειρολαβής).

Αρκετές δραστηριότητες της καθημερινότητας απαιτούν τη διατήρηση της δύναμης χειρολαβής για αρκετό διάστημα. Επομένως, εκτός από τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής, σημαντικός παράγοντας για την επαρκή λειτουργικότητα των άνω άκρων είναι και η αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Τα επίπεδα δύναμης και η κόπωση των μυών της χειρολαβής είναι ισχυροί παράγοντες πρόβλεψης απώλειας της λειτουργικότητας του ατόμου. Συγκεκριμένα, η κόπωση των μυών της χειρολαβής φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη ασθενειών, που

σχετίζονται με παθήσεις των άνω άκρων, του αυχένα αλλά και των οστών (Carmeli, Patish & Coleman, 2003).

Όσον αφορά στη μέτρηση της αντοχής στη δύναμη των μυών της χειρολαβής έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα πρωτόκολλα. Κάποια περιλαμβάνουν συνεχόμενες προσπάθειες σε υπομέγιστες εντάσεις στο 30%, 50% ή και 75% της μέγιστης εκούσιας σύσπασης (Desrosiers et al., 1996; West et al., 1995), ενώ άλλα επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες διάρκειας 2 s (διάλειμμα 3 s) και συνέχιση ως την εξάντληση (Bemben et al., 1996) ή 12 επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες διάρκειας 3 s με 5 s διάλειμμα ανά προσπάθεια (White et al., 2013). Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν στην κόπωση των μυών χειρολαβής έχουν αναφερθεί αντικρουόμενα αποτελέσματα σε ό,τι αφορά στις διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Συγκεκριμένα, κάποιες έρευνες τονίζουν ότι η κόπωση εμφανίζεται ταχύτερα στους άνδρες από ό,τι στις γυναίκες, ενώ άλλες δεν διαπιστώνουν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα (West et al., 1995; Misner et al., 1990; Yoon et al., 2007).

Σε ό,τι αφορά στην αξιοπιστία, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες που μελετούν την αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής. Συγκεκριμένα έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν την επίδραση διαφόρων παραγόντων όπως η ηλικία (Molenaar et al., 2008; Svensson et al., 2008), το φύλο (Clerke et al., 2005), το όργανο αξιολόγησης (España-Romero et al., 2010), το χέρι αξιολόγησης (Hopkins et al., 2001; España-Romero et al., 2010), και το άθλημα (Gerodimos, 2012) στην αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής. Από τα αποτελέσματα των ερευνών προκύπτει ότι η δοκιμασία αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής είναι μια αξιόπιστη διαδικασία.

Αντίθετα, σε ό,τι αφορά στην αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής υπάρχει μικρός αριθμός ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία, με τις περισσότερες έρευνες να μελετούν την αξιοπιστία στατικών πρωτοκόλλων, (Lagerstrom & Nordgren, 1996; 1998; Adams et al., 2013; Reuter et al., 2011; Bowie & Cumming, 1968; Wallamies & Turjanmaa, 1993; Capodaglio et al., 2010), και μόνο μια να μελετά την αξιοπιστία δυναμικών (Wallstrom & Nordenskiold, 2001). Από τη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει ότι καμία έρευνα δεν έχει πραγματοποιηθεί που να συγκρίνει την αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (στατικά vs δυναμικά) και παράλληλα να μελετά την επίδραση του φύλου και του χεριού προτίμησης.

1.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξεταστεί: α) η αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής νεαρών αντρών και γυναικών, β) η επίδραση του χεριού στην αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης αντοχής στη δύναμη χειρολαβής και η επίδραση του φύλου στην αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.

1.2 Σημασία της έρευνας

Ο ρόλος των άνω άκρων και ιδιαίτερα του χεριού στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων είναι αναμφισβήτητος. Πολύ συχνά στις καθημερινές δραστηριότητες είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνουμε τις ίδιες κινήσεις λιγότερο ή περισσότερο έντονα για μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση της κόπωσης. Η κόπωση της χειρολαβής είναι ένας αξιόπιστος δείκτης της λειτουργικότητας του

χειριού και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της λειτουργικής ικανότητας των ατόμων (Carmeli et al., 2003; Rittweger et al., 2000). Η αξιολόγηση της κόπωσης αποτελεί μια πρακτική μέθοδο μέτρησης που σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την ικανότητα των ατόμων να ανταποκρίνονται με επιτυχία στις καθημερινές τους δραστηριότητες. Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχουν αξιόπιστα πρωτόκολλα αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.

1.3 Ορισμοί

Αντοχή στη δύναμη: η ικανότητα αντίστασης του οργανισμού στην κόπωση, η οποία προέρχεται από κινητικές δραστηριότητες που διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα (Harre, 1970).

Ισομετρική δύναμη: η δύναμη που αναπτύσσεται χωρίς μεταβολή του μήκους του μυός (Kisner & Colby, 1990).

Κόπωση: η μείωση της μέγιστης δύναμης που μπορεί να καταβάλει ένας μυς (Fitts, 1996).

Μέγιστη εκούσια σύσπαση (Maximal Voluntary Contraction, MVC): η μέγιστη δύναμη που μπορεί να παράγει εκούσια ένας μυς σε σύντομο χρονικό διάστημα (Livingstone, 2008).

Χρόνος Κόπωσης: ο χρόνος από την αρχή της δοκιμασίας μέχρι το σημείο όπου παρατηρήθηκε πτώση της (Hunter et al., 2004a,b).

1.4. Κριτήρια Συμμετοχής

- άντρες
- γυναίκες
- ηλικία: 18-22 ετών

- φυσικά δραστήριοι - ες

1.5. Οριοθετήσεις - Περιορισμοί της Έρευνας

- Από τη συγκεκριμένη μελέτη αποκλείστηκαν άτομα με πρόσφατο (το τελευταίο εξάμηνο) τραυματισμό στα άνω άκρα.
- Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική, χωρίς καμία οικονομική ή υλική απολαβή.
- Πριν από τη μέτρηση προηγούνταν διάστημα 48 τουλάχιστον ωρών, μέσα στο οποίο οι εξεταζόμενοι απέφυγαν άσκηση ή εργασία που απαιτούσε έντονη ενεργοποίηση της χειρολαβής.
- Όλες οι μετρήσεις έγιναν από τους ίδιους ερευνητές, κάτω από σταθερές συνθήκες (χώρος, θερμοκρασία, υγρασία, ώρα της ημέρας).

1.6. Μηδενικές υποθέσεις

- Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία των πρωτοκόλλων.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική επίδραση του φύλου στην αξιοπιστία του στατικού πρωτοκόλλου.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική επίδραση του φύλου στην αξιοπιστία των δυναμικών πρωτοκόλλων.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική επίδραση του χεριού αξιολόγησης στην αξιοπιστία του στατικού πρωτοκόλλου.
- Δε θα υπάρξει στατιστικά σημαντική επίδραση του χεριού αξιολόγησης στην αξιοπιστία των δυναμικών πρωτοκόλλων.

Κεφάλαιο 2: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

2.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Η δύναμη χειρολαβής είναι απαραίτητη για την επίτευξη σημαντικών καθημερινών δραστηριοτήτων και χρησιμοποιείται, μετά από την αξιολόγησή της, από ειδικούς επιστήμονες ως δείκτης που συνδέεται με την υγεία (Boissey et al., 1999; Massey-Westrop et al., 2004). Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες όσον αφορά στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής και αναφέρονται τόσο σε αθλητές (Kraemer et al., 2001; Gerodimos, 2012; Visnapuu et al., 2007; Gerodimos et al., 2013) όσο και σε μη ασκούμενα άτομα, παιδιά (Clerke, Clerke και Adams , 2005; Ortega et al., 2008; Ruiz et al., 2006) και ενήλικες (Luna-Heredia et al., 2005; Moltacini et al. ,2012; Lagerstrom et al., 1998; Peolsson et al., 2001; Ruiz-Ruiz et al., 2002; Shechtman et al., 2005). Σύμφωνα με αυτά που αναφέρονται στις περισσότερες έρευνες έχει παρατηρηθεί ότι η δύναμη χειρολαβής επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το φύλο, το χέρι αξιολόγησης και οι διαστάσεις της παλάμης. Επιπλέον, αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει την αξιοπιστία διαφόρων πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής, με στόχο την εύρεση των πιο αξιόπιστων πρωτοκόλλων.

2.2. Επίδραση της ηλικίας στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Η μέγιστη δύναμη χειρολαβής (απόλυτες τιμές) αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας, τόσο σε αθλητές (Visnapuu et al., 2007; Visnapuu et al., 2009; Hansen et al., 1999; Gerodimos et al., 2013; Gerodimos, 2012) όσο και σε μη ασκούμενα άτομα (De Smet et al., 2001; Hager-Ross et al., 2002; Molenaar et al., 2010). Η αύξηση της δύναμης χειρολαβής παρατηρείται έως τα 20-30 χρόνια, οπότε εμφανίζονται και οι υψηλότερες

τιμές, ενώ στη συνέχεια παρατηρείται πτώση της δύναμης χειρολαβής (Vianna et al., 2007).

2.3. Επίδραση του φύλου στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Κατά την παιδική ηλικία η δύναμη χειρολαβής αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό σε αγόρια και κορίτσια. Σε έρευνά τους οι Juriemae et al., (2009) αξιολόγησαν τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής σε 27 αγόρια και 37 κορίτσια ηλικίας 8-11 ετών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής μεταξύ αγοριών (16,9 kg) και κοριτσιών (15,6 kg). Με την είσοδο στην εφηβεία, λόγω των ορμονικών μεταβολών που πραγματοποιούνται, παρουσιάζεται μια απότομη αύξηση της μυϊκής δύναμης έως τη μετεφηβική ηλικία (Blimkie, 1989; Malina et al., 1991; Seger et al., 2000).

Οι Ross και Rosblad (2002) σε έρευνά τους διαπίστωσαν ότι, κατά τη διάρκεια της εφηβικής ηλικίας, η δύναμη χειρολαβής των αγοριών είναι μεγαλύτερη από αυτή των κοριτσιών, με τιμές 490,6 και 322 N αντίστοιχα. Παρόμοια, οι Clerke, Clerke και Adams (2005) πραγματοποίησαν έρευνα με δείγμα 116 αγόρια και 122 κορίτσια ηλικίας 13 έως 17 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερες τιμές μέγιστης δύναμης χειρολαβής στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Επιπλέον, οι Cohen et al. (2009) σε έρευνά τους σε 7147 παιδιά ηλικίας 10-15 ετών διαπίστωσαν στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής σε όλες τις ηλικίες μεταξύ των δύο φύλων, με τα αγόρια να εμφανίζονται πιο δυνατά από τα κορίτσια.

Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα ερευνών, όσον αφορά στα δύο φύλα σε ενήλικα άτομα. Συγκεκριμένα, οι Moltacini et al. (2012) αξιολόγησαν τη δύναμη χειρολαβής σε 157 άνδρες και 178 γυναίκες ηλικίας 19-25 ετών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι γυναίκες παρουσίασαν μικρότερη τιμή δύναμης χειρολαβής σε σχέση με τους άνδρες,

με τιμές $27,70 \pm 4,3$ και $44,77 \pm 6,6$ kg, αντίστοιχα. Επιπλέον, οι Barbara et al. (2001) σε έρευνά τους σε άτομα 45 - 55 ετών παρατήρησαν σημαντική υπεροχή των αντρών έναντι των γυναικών στη δύναμη χειρολαβής (470 και 294 N, αντίστοιχα). Τέλος, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 229 άνδρες και 267 γυναίκες (19-97 ετών), βρέθηκε πως οι γυναίκες είχαν μικρότερη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με τους άνδρες, με τιμές 22,8 και 35,1 kg αντίστοιχα (Esther Luna - Herdia, 2004). Συνοψίζοντας, από τις μελέτες που παρουσιάστηκαν, φαίνεται ότι από τα 10 - 11 έτη και έπειτα παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση της μέγιστης δύναμης στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Το ίδιο παρατηρείται και στα ενήλικα άτομα, με τους άντρες να έχουν μεγαλύτερη δύναμη χειρολαβής από τις γυναίκες.

2.4 Επίδραση του χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Σχετικά με την επίδραση του χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες. Όσον αφορά στους μη ασκούμενους, οι Petersen et al., (1989) σε έρευνά τους σε 310 φοιτητές και φοιτήτριες διαπίστωσαν ότι η δύναμη χειρολαβής στο χέρι προτίμησης ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με το άλλο χέρι. Επιπλέον, οι Ertem et al., (2003) αξιολόγησαν 365 υγιείς άνδρες 19 - 33 ετών και ανέφεραν ότι το χέρι προτίμησης ήταν δυνατότερο κατά 2,4% έναντι του άλλου χεριού. Στην ίδια έρευνα διαπιστώθηκε ότι όταν το χέρι προτίμησης των δοκιμαζόμενων ήταν το δεξί τότε η διαφορά στη δύναμη με το άλλο χέρι ήταν της τάξης του 11,2%. Παρόμοια, οι Incel et al., (2002) πραγματοποίησαν έρευνα σε 81 άντρες και 68 γυναίκες (24-60 ετών), εκ των οποίων 128 ήταν δεξιόχειρες και 21 αριστερόχειρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι δεξιόχειρες είχαν υψηλότερη δύναμη κατά 8,20% για το χέρι προτίμησης, ενώ οι αριστερόχειρες 3,20%. Επιπρόσθετα, οι Luna - Heredia et al., (2005) σε έρευνά τους διαπίστωσαν ότι η δύναμη χειρολαβής είναι μεγαλύτερη στο χέρι προτίμησης και στα δυο φύλα, σε δείγμα 267 γυναικών και 229 ανδρών ηλικίας 17-97 ετών. Συγκεκριμένα, οι τιμές για το χέρι προτίμησης στους άντρες ήταν 39,95 kg και για το άλλο χέρι 35,1 kg, ενώ στις γυναίκες 25,72 kg και 22,8 kg αντίστοιχα.

Σε ό,τι αφορά στην επίδραση του χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής στις μικρότερες ηλικίες, οι Clerke, Clerke & Adams (2005) αξιολόγησαν 116 αγόρια και 112 κορίτσια ηλικίας 13-17 ετών. Από τα αποτελέσματα διαπίστωσαν ότι το χέρι προτίμησης ήταν πιο δυνατό και στα δυο φύλα κατά 2,53 kg. Αντίθετα με τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης, οι De Smet et al. (2001), που αξιολόγησαν τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής μη ασκούμενων αγοριών και κοριτσιών, ηλικίας 5 έως 15 ετών, δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη δύναμη

χειρολαβής μεταξύ των δύο χεριών (χέρι προτίμησης και άλλο χέρι). Συμπερασματικά, αυτή η διαφορά στα αποτελέσματα των ερευνών πιθανόν να οφείλεται στα διαφορετικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν, αλλά και στο διαφορετικό δείγμα.

Σε ό,τι αφορά στους αθλητές, οι Fleming et al., (2005) αξιολόγησαν τη δύναμη χειρολαβής σε 20 αθλητές αντισφαίρισης (ηλικίας $24,6 \pm 9,3$ ετών). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το χέρι προτίμησης ήταν πιο δυνατό από το άλλο χέρι, με τιμές 51,19 kg και 43,03 kg αντίστοιχα. Επιπλέον, οι Gojanovic et al. (2009) σε ενήλικες αθλητές αντισφαίρισης και οι Margonato et al. (1994) σε ενήλικες αθλητές ξιφασκίας βρήκαν σημαντικές διαφορές στη δύναμη χειρολαβής μεταξύ των δύο χεριών. Αντίθετα, ο Gerodimos (2012) δε βρήκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ χεριού προτίμησης και άλλου χεριού σε 90 καλαθοσφαιριστές τριών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, παιδιών (9.8 ± 0.7 ετών), έφηβων (14.4 ± 0.6 ετών) και ενήλικων (26.1 ± 5.6 ετών). Παρόμοια, σε έρευνα των Gerodimos et al., (2013) σε 122 αθλητές πάλης τεσσάρων διαφορετικών ομάδων, παιδιών (9-11 ετών), έφηβων (13-15 ετών), νεαρών (16-17) και ενηλίκων (18-28) δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ χεριού προτίμησης και άλλου χεριού στη δύναμη χειρολαβής.

Συμπερασματικά, αυτή η διαφορά στα αποτελέσματα των ερευνών πιθανόν να οφείλεται στα διαφορετικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν, αλλά και στο διαφορετικό δείγμα. Επιπλέον, η εξειδίκευση (μεγαλύτερη συμμετοχή του ενός χεριού στις κινήσεις του αθλήματος) του κυρίαρχου χεριού, τόσο στην προπόνηση όσο και στον αγώνα, σε συγκεκριμένα αθλήματα (π.χ. αντισφαίριση και ξιφασκία) πιθανόν να ευθύνεται για τη σημαντική διαφορά στη δύναμη χειρολαβής μεταξύ των δύο χεριών. Αντίθετα, σε άλλα αθλήματα όπως η πάλη, αλλά και η καλαθοσφαίριση, όπου κατά τη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα συμμετέχουν και τα δύο χέρια

σε διάφορες κινήσεις, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού.

2.5 Επίδραση των διαστάσεων της παλάμης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Όσον αφορά στην επίδραση των χαρακτηριστικών παλάμης (πλάτος, μήκος, περιφέρεια) στη δύναμη χειρολαβής, οι Wu et al., (2009) σε έρευνά τους σε 492 ενήλικες παρατήρησαν στατιστικά υψηλή θετική συσχέτιση του μήκους παλάμης με τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Επιπρόσθετα, οι Nicolay et al., (2005) σε έρευνά τους μελέτησαν την επίδραση των διαστάσεων της παλάμης στη δύναμη χειρολαβής. Από τα αποτελέσματα προέκυψε θετική συσχέτιση του πλάτους και του μήκους παλάμης ($r > 0.70$) με τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Οι Gerodimos et al., (2013) μελέτησαν την επίδραση των διαστάσεων της παλάμης (μήκος, πλάτος, περιφέρεια) σε 122 αθλητές πάλης και 122 μη ασκούμενους τεσσάρων διαφορετικών ομάδων, παιδιών (9-11 ετών), έφηβων (13-15 ετών), νεαρών (16-17) και ενηλίκων (18-28). Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της παλάμης (μήκος: $r = 0,818$, πλάτος: $r = 0,747$ και περιφέρεια: $r = 0,796$) και της μέγιστης δύναμης χειρολαβής για τους μη ασκούμενους. Παρόμοια, για τους αθλητές πάλης τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά υψηλή θετική συσχέτιση των διαστάσεων της παλάμης (μήκος: $r = 0,850$ πλάτος: $r = 0,792$ και περιφέρεια: $r = 0,781$). Φαίνεται ότι τόσο το μήκος όσο και το πλάτος και η περιφέρεια της παλάμης επιδρούν θετικά στη μέγιστης δύναμης χειρολαβής.

2.6 Αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής

Η αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής έχει μελετηθεί τόσο σε μη ασκούμενα άτομα όσο και σε αθλητές, σε διάφορες ηλικίες (πίνακας 1). Συγκεκριμένα, σε μη ασκούμενα άτομα, οι Molenaar et al., (2008) εξέτασαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά δυναμόμετρα (Lode Dynamometer και Martin vigorimeter), σε 104 παιδιά τριών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων (4 - 6, 7 - 9, και 10 - 12 ετών). Από τα αποτελέσματα προέκυψε υψηλή αξιοπιστία (ICC = 0,97 για το χέρι προτίμησης και ICC= 0,95 για το άλλο χέρι), τόσο για το Lode όσο και για το Martin (ICC = 0,84 για το χέρι προτίμησης και ICC= 0,86 για το άλλο χέρι). Επιπλέον, οι Svensson et al., (2008) σύγκριναν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής μεταξύ παιδιών ηλικίας 6, 10 και 14 ετών. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 3 μέγιστες προσπάθειες σε κάθε χέρι, με διάλειμμα 2 λεπτών μεταξύ των προσπαθειών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρωτόκολλο είναι πιο αξιόπιστο για την αξιολόγηση παιδιών 6 (ICC = 0,96) και 14 ετών (ICC = 0,96) σε σχέση με τα παιδιά ηλικίας 10 ετών (ICC = 0,78). Βιομηχανικοί παράγοντες, όπως για παράδειγμα το μέγεθος του χεριού καθώς και η θέση λαβής του δυναμόμετρου, πιθανόν, σύμφωνα με τους συγγραφείς, να ευθύνονται γι' αυτές τις διαφορές. Παρόμοια, οι Clerke, Clerke & Adams, (2005) μελέτησαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της δύναμης χειρολαβής σε 74 αγόρια και 74 κορίτσια, 13-17 ετών. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 διαφορετικές ομάδες, ανάλογα με το μέγεθος της παλάμης. Μεταξύ της πρώτης μέτρησης και της επαναμέτρησης υπήρξε κενό 15,5 ημερών. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία του πρωτοκόλλου για τα αγόρια (ICC= 0,954 – 0,977) και χαμηλή έως υψηλή για τα κορίτσια (ICC= 0,920 - 0,476).

Παρόμοιες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί και σε ενήλικα άτομα. Συγκεκριμένα, οι Hamilton et al., (1994) αξιολόγησαν 33 ενήλικες (16 άντρες και 17 γυναίκες). Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 3 μέγιστες προσπάθειες για κάθε χέρι και στις 5 θέσεις του χειροδυναμόμετρου (Jamar). Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικοί τρόποι αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής: α) το σκορ της πρώτης προσπάθειας, β) ο μέσος όρος του σκορ και των 3 προσπαθειών, γ) ο μέσος όρος του σκορ των δυο πρώτων προσπαθειών και δ) η υψηλότερη τιμή και των 3 προσπαθειών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι 5 θέσεις του Jamar είναι αξιόπιστες για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής και με τους 4 παραπάνω τρόπους αξιολόγησης (ICC = 0,88 – 0,97). Οι Lagerstrom et al., (1998) για την έρευνά τους χρησιμοποίησαν το δυναμόμετρο Grippit. Μελέτησαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής σε 29 άτομα, 28–71 ετών. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε τρεις μέγιστες προσπάθειες σε κάθε χέρι. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία (ICC = 0,97 – 0,98). Επίσης, ο Shechtman et al., (2005) εξέτασαν την αξιοπιστία σε 50 άνδρες και 50 γυναίκες ηλικίας 20-40 ετών, χρησιμοποιώντας τα δυναμόμετρα DynEx και Jamar. Η δοκιμασία και για τις δυο μετρήσεις περιελάμβανε τρεις μέγιστες προσπάθειες και με τα δυο δυναμόμετρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία για το DynEx ($r = 0,99$) και το Jamar ($r = 0,99$). Τέλος, οι Essendrop et al., (2001) μελέτησαν την αξιοπιστία σε 19 ενήλικες. Οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να φτάσουν μέσα σε 5 s στη μέγιστη προσπάθειά τους και να τη διατηρήσουν για 2 s. Μεταξύ των 3 προσπαθειών που πραγματοποιήθηκαν υπήρξε 30 s διάλειμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία του πρωτοκόλλου (ICC = 0,98).

Σε ό,τι αφορά στους αθλητές, οι Coelho e Silva et al., (2008) αξιολόγησαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου μέγιστης δύναμης χειρολαβής σε 21 νεαρούς

καλαθοσφαιριστές, ηλικίας 14 – 15,9 ετών. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 2 μέγιστες προσπάθειες. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία του πρωτοκόλλου ($r = 0,99$). Σε έρευνά του, ο Gerodimos, (2012) μελέτησε την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής σε 90 καλαθοσφαιριστές τριών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων παιδιών ($9,8 \pm 0,7$ ετών), έφηβων ($14,4 \pm 0,6$ ετών), και ενήλικων ($26,1 \pm 5,6$ ετών). Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 μέγιστες προσπάθειες των 5 s σε κάθε χέρι, με διάλειμμα 60 s μεταξύ των προσπαθειών. Η επαναξιολόγηση του πρωτοκόλλου πραγματοποιήθηκε 3 μέρες μετά. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία για το χέρι προτίμησης ($ICC = 0,94 - 0,98$) και για το άλλο χέρι ($ICC = 0,96 - 0,98$). Επιπλέον, οι Gerodimos & Karatrantou, (2013) μελέτησαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής σε παλαιστές. Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν 27 παιδιά ($9,49 \pm 0,96$ ετών) και 27 έφηβοι ($14,60 \pm 0,50$ ετών). Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 3 μέγιστες προσπάθειες σε κάθε χέρι και επαναμέτρηση μετά από μια ημέρα. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν α) η πρώτη προσπάθεια, β) η καλύτερη προσπάθεια μεταξύ των δύο και τριών προσπαθειών, γ) ο μέσος όρος των δύο και τριών προσπαθειών. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία μεταξύ των μετρήσεων, τόσο στα παιδιά όσο και στους έφηβους ($ICC = 0,87 - 0,99$).

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι η αξιοπιστία πρωτοκόλλων για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής είναι υψηλή, τόσο σε μη ασκούμενους όσο και σε αθλητές διαφορετικών ηλικιών.

Πίνακας 3: Έρευνες σχετικές με την αξιοπιστία στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Συγγραφείς	Δείγμα	Πρωτόκολλο	Όργανο μέτρησης	Αποτελέσματα
Molenaar et al. (2008)	N=104, 45♂ & 59♀ (4 - 12 ετών)	3 μέγιστες προσπ.	Lode Dynamometer και Martin vigorimeter	Lode ICC = 0,97 ΧΠ ICC= 0,95 ΑΧ Martin ICC= 0,84 ΧΠ ICC= 0,86 ΑΧ
Svensson et al. (2008)	N=58, 26♂ & 26♀ (6, 10 & 14 ετών)	3 μέγιστες προσπ. διάρκεια 10 s διάλ. 2 min	Grippit	6 & 14 ετών ICC 0,96 10 ετών ICC = 0,78.
Clerke, Clerke & Adams (2005)	N=149 74 ♂ & 75 ♀ (13-17 ετών)	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 3 s 15 s διάλ.	GripTrack	♂ ICC= 0,95-0,97 ♀ ICC=0,92-0,47
Hamilton et al. (1994)	N=33 16 ♂ & 17 ♀ (20-55 ετών)	3 μέγιστες προσπ. Διαλ. 4min	Jamar	ICC = 0,88-0,97
Lagerstrom et al. (1998)	N=29 4♂ & 25♀ 28-71 ετών	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 4 s Διαλ. 30 s	Grippit	ICC=0,97-0,98
Shechtman et al. (2005)	N=100 50 ♂ & 50♀ 20-40 ετών	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 3 s Διαλ. 30 s	DynEx Jamar	DynEx r=0,99 Jamar r = 0,99 ICC=0,98
Essendrop et al. (2001)	N= 19 6♂&13♀ 25-48 ετών	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 5 s Διαλ. 30 s	Jamar	
Coelho e Silva et al. (2008)	N=21♂ καλαθοσφαιριστές 14 - 15,9 ετών	2 μέγιστες προσπ.	Lafayette	r = 0,99
Gerodimos, (2012)	N=90 ♂ καλαθοσφαιριστές (9,8 ± 0,7ετών), (14,4 ± 0,6ετών), (26,1 ± 5,6 ετών)	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 5 s Διαλ.60 s	Jamar	ICC=0,94-0,98 ΧΠ ICC=0,96-0,98 ΑΧ
Gerodimos & Karatrantou, (2013)	N=54 ♂ (9,49± 0,96 ετών) (14,60 ± 0,50 ετών) Παλαιστές	3 μέγιστες προσπ. Διάρκεια 5 s Διαλ.60 s	Jamar	παιδιά&έφηβοι ICC=0,87-0,99

ΧΠ: Χέρι προτίμησης, ΑΧ: Άλλο χέρι, N: αριθμός δείγματος, ♂: άντρες ή αγόρια, ♀: γυναίκες ή κορίτσια, ICC-
intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, r: δείκτης συσχέτισης

2.7 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής

Αρκετές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί ως τώρα που αφορούν στην κόπωση των μυών χειρολαβής και χρησιμοποιούν διάφορα πρωτόκολλα. Συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί στατικά πρωτόκολλα, όπου οι δοκιμαζόμενοι ενθαρρύνονται να διατηρήσουν τη δύναμη χειρολαβής τους σε υπομέγιστες εντάσεις (20, 30, 40, 50, και 75% της μέγιστης εκούσιας σύσπασης), για συγκεκριμένο χρόνο ή για όσο περισσότερο χρόνο μπορούν (Desrosiers et al., 1997; Petrofsky & Lind, 1973; Sperling, 1980; Smolander et al., 1998; West et al., 1995). Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί δυναμικά πρωτόκολλα, όπου οι δοκιμαζόμενοι εκτελούν επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες, συγκεκριμένης διάρκειας και διαλείμματος μεταξύ των προσπαθειών, ως την εξάντληση ή με συγκεκριμένο αριθμό μέγιστων προσπαθειών (Bemben et al., 1996; White et al., 2013).

Από τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν παρατηρηθεί διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην κόπωση της χειρολαβής. Λίγες είναι οι έρευνες που εξετάζουν την επίδραση του χεριού αξιολόγησης, ενώ καμία έρευνα δεν έχει πραγματοποιηθεί που να εξετάζει την επίδραση των διαστάσεων της παλάμης στην κόπωση των μυών χειρολαβής.

2.8. Επίδραση της ηλικίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής

Στη διεθνή βιβλιογραφία οι έρευνες σχετικά με την επίδραση της ηλικίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα, καθώς ορισμένοι μελετητές παρατήρησαν ότι η αντοχή στη δύναμη χειρολαβής δεν επηρεάζεται από την ηλικία, ενώ άλλοι ότι τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας έχουν μεγαλύτερη αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Συγκεκριμένα, οι Petrofsky & Lind (1975) δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε άντρες 22-29, 30-39, 41-49,

και 51-62 ετών στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (40% MVC). Παρόμοια, οι Bemben et al., (1996) δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε άντρες διαφορετικών ηλικιών (20-74 ετών, ανά δεκαετία). Αντίθετα, οι Larsson et al., (1978), σε έρευνά τους σε άνδρες 22 έως 65 ετών, υποστηρίζουν ότι η κόπωση επέρχεται ταχύτερα στα νεότερα άτομα. Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ό,τι οι ηλικιωμένοι παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές μέγιστης δύναμης χειρολαβής (Larsson et al., 1978).

2.9 Επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής

Σε ό,τι αφορά στην επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Συγκεκριμένα, αρκετές μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία συμφωνούν ότι η κόπωση εμφανίζεται πιο γρήγορα στους άνδρες απ' ό,τι στις γυναίκες, ενώ άλλες ότι δεν υπάρχει επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Πιο συγκεκριμένα, οι West et al., (1995) ανέφεραν στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντοχή μεταξύ νέων ανδρών και γυναικών (21 ετών), σε τρεις διαφορετικές υπομέγιστες εντάσεις (30, 50 και 75% της MVC), καθώς οι γυναίκες είχαν καλύτερες επιδόσεις στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής από τους άντρες (400 vs 364 s, 205 vs 139 s, 89 vs 66 s αντίστοιχα, για τα πρωτόκολλα των 20, 50 και 75% της MVC). Παρόμοια, οι Misner et al., (1990) αξιολόγησαν την κόπωση σε μέγιστη δοκιμασία 2 λεπτών, σε νέους άνδρες και γυναίκες 18-32 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι γυναίκες είχαν μεγαλύτερη αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Επιπλέον, σε έρευνα των Hunter και Epoca (2001) σε 14 άνδρες και γυναίκες (26.5 ετών) οι γυναίκες παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές μέγιστης δύναμης χειρολαβής, αλλά ταυτόχρονα αυξημένη ικανότητα αντοχής στη δύναμη χειρολαβής σε σύγκριση με τους άντρες. Επιπρόσθετα, οι Bilodeau et al., (2001) αξιολόγησαν την

αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε 10 άντρες και γυναίκες ηλικίας 23-32 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι γυναίκες είχαν μεγαλύτερη αντοχή στη δύναμη ($93,8 \pm 38,3$ s) σε σχέση με τους άντρες ($60,5 \pm 16,1$ s).

Αντίθετα, οι Yoon et al., (2007), σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε άντρες και γυναίκες 21 - 33 ετών, χρησιμοποιώντας στατικό πρωτόκολλο στο 50% της MVC, δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αντοχή στη δύναμη μεταξύ ανδρών και γυναικών. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα της έρευνας των Thompson et al., (2007), οι οποίοι αξιολόγησαν την αντοχή στη δύναμη χειρολαβής στο 50% της MVC, σε 30 άντρες και γυναίκες ($22,8 \pm 0,6$ ετών).

Αντικρουόμενα είναι τα αποτελέσματα και σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας. Ο Sperling (1980), σε έρευνά του σε ηλικιωμένα άτομα (70 ετών), διαπίστωσε διαφορά στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής μεταξύ των δύο φύλων. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι γυναίκες εμφάνισαν μεγαλύτερη αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με τους άντρες. Αντίθετα, οι Desrosiers et al., (1997) δεν παρατήρησαν διαφορές σε ηλικιωμένους άνδρες και γυναίκες 60-90 ετών.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι τα αποτελέσματα των ερευνών σε ό,τι αφορά στην επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής είναι αντικρουόμενα. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένοι ερευνητές βρίσκουν ότι οι γυναίκες έχουν μεγαλύτερη αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, ενώ άλλοι δεν βρίσκουν διαφορά ανάμεσα στα δυο φύλα.

2.10 Επίδραση του χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής

Σε ό,τι αφορά στην επίδραση του χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, οι Desrosiers et al., (1997) σε έρευνά τους διαπίστωσαν ότι το χέρι προτίμησης εμφανίζει υψηλότερες τιμές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής από το άλλο χέρι.

Αντίθετα, τα αποτελέσματα στην έρευνα του Nicolay et al., (2005), όπου εξετάστηκε η επίδραση του χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε άτομα ηλικίας 18-33 ετών, έδειξαν ότι το χέρι προτίμησης παρουσιάζει μικρότερη αντοχή στη δύναμη (59% της αρχικής τιμής) σε σχέση με το άλλο χέρι (64% της αρχικής τιμής).

Τέλος, οι Lucki & Nicolay, (2007), σε έρευνα τους σε άτομα ηλικίας 19-26 ετών, δεν παρατήρησαν διαφορά μεταξύ των χεριών σε πρωτόκολλο στατικής αντοχής στη δύναμη χειρολαβής, ούτε σε πρωτόκολλο δυναμικής αντοχής.

2.11 Αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.

Σε ό,τι αφορά στην αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής υπάρχει μικρός αριθμός ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία (πίνακας 2). Σε ό,τι αφορά στους ενήλικες, οι Lagerstrom & Nordgren (1996) πραγματοποίησαν έρευνα αξιοπιστίας, χρησιμοποιώντας στατικό πρωτόκολλο αξιολόγησης της κόπωσης της δύναμης χειρολαβής. Συγκεκριμένα, οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν μέγιστη εκούσια σύσπαση για 60 s και αξιολογήθηκε η κόπωση ως προς την υψηλότερη τιμή της δύναμης χειρολαβής, κατά τη διάρκεια της σύσπασης, καθώς και ως προς το χρόνο επίτευξης της μέγιστης δύναμης. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλή αξιοπιστία της υψηλότερης τιμής της δύναμης χειρολαβής ($r=0,83-0,99$), ενώ ο χρόνος επίτευξης της μέγιστης τιμής δεν ήταν αξιόπιστος παράγοντας ($r=0,35-0,46$). Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα σε μεταγενέστερη έρευνά τους (Lagerstrom & Nordgren, 1998), όπου οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν μέγιστη εκούσια σύσπαση για 40 s, με την αξιοπιστία να είναι της τάξης του $r = 0,84- 0,95$.

Σε έρευνά τους οι Adams et al. (2013) μελέτησαν την αξιοπιστία ενός στατικού πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής, σε άντρες και γυναίκες ηλικίας 19-57 ετών. Κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης οι δοκιμαζόμενοι

αρχικά πραγματοποίησαν τρεις μέγιστες προσπάθειες στο χειροδυναμόμετρο και στα δύο χέρια. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να διατηρήσουν το 50% της μέγιστης δύναμής τους για όσο περισσότερο χρόνο μπορούσαν (πραγματοποιήθηκαν 4 προσπάθειες). Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλή έως μέτρια αξιοπιστία του πρωτοκόλλου (ICC= 0.27 – 0.72).

Επιπλέον, στη μελέτη τους, οι Reuter et al., (2011) εξέτασαν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής. Έλαβαν μέρος 21 ενήλικες, οι οποίοι πραγματοποίησαν τρεις μέγιστες προσπάθειες στο χειροδυναμόμετρο και στα δύο χέρια. Από αυτές, η καλύτερη χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστεί το 50% της μέγιστης προσπάθειάς τους. Έπειτα, ζητήθηκε από τους ασκούμενους να διατηρήσουν το 50% της μέγιστης δύναμής τους για όσο το δυνατό περισσότερο χρόνο. Στο τέλος, 10 s μετά τη λήξη του πρωτοκόλλου, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν μια μέγιστη ισομετρική σύσπαση, προκειμένου να αξιολογηθεί η κόπωση. Οι δοκιμαζόμενοι αξιολογήθηκαν 3 φορές σε 3 διαφορετικές ημέρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια αξιοπιστία του πρωτοκόλλου, τόσο στο χέρι προτίμησης (ICC = 0,582) όσο και στο άλλο χέρι (ICC = 0,572).

Οι Walamies & Turjanmas, (1993) αξιολόγησαν 40 ενήλικες ηλικίας 23-49 ετών. Αρχικά οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 μέγιστες προσπάθειες των 5 s, με διάλειμμα 2 min μεταξύ των προσπαθειών. Στη συνέχεια εκτέλεσαν πρωτόκολλο αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής, που περιελάμβανε διατήρηση του 50% της μέγιστης προσπάθειας για όσο περισσότερο χρόνο μπορούσαν. Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε στο χέρι προτίμησης. Η επαναμέτρηση έγινε μετά από 1-2 μήνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια αξιοπιστία του πρωτοκόλλου κόπωσης ($r= 0.73$).

Επιπρόσθετα, οι Wallstrom & Nordenskiold (2001) πραγματοποίησαν τη μοναδική έρευνα της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιεί δυναμικά πρωτόκολλα για την

αξιολόγηση της αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστεί η αξιοπιστία του ίδιου πρωτοκόλλου σε δυο διαφορετικά χρονικά σημεία της μέτρησης (90 s και 180 s). Οι δοκιμαζόμενοι ήταν 20 ενήλικες με ιστορικό τραυματισμού στα άνω άκρα και 60 υγιείς ενήλικες. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις στο χειροδυναμόμετρο για 180 s. Ο χρόνος σύσπασης ήταν 2,5 s, ενώ το διάλειμμα 1 s. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρωτόκολλο ήταν πιο αξιόπιστο για τα 90 s ($r = 0,73$) απ' ό,τι για τα 180 s ($r = 0,54$).

Τέλος, σε έρευνα τους, οι Carpodaglio et al., (1997), σε 30 ενήλικες ηλικίας 31 ± 7 ετών, χρησιμοποίησαν πρωτόκολλο που περιελάμβανε διατήρηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής για 1 min (άντρες) ή για 30s (γυναίκες), σε δυο διαφορετικές στάσεις του αγκώνα: 1^η στάση προσαγωγή και κάμψη του αγκώνα 90 μοίρες και 2^η στάση: ο αγκώνας σε απαγωγή και περιστροφή και κάμψη 90 μοίρες. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν 6 μετρήσεις (3 για την 1^η στάση του αγκώνα και 3 για την 2^η), σε 3 διαφορετικές ημέρες. Μεταξύ των μετρήσεων υπήρξε κενό τουλάχιστον 3 ημερών. Για την αξιολόγηση της κόπωσης χρησιμοποιήθηκε ο χρόνος πτώσης της δύναμης στο 20 30 και 50% της αρχικής τιμής. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλή έως υψηλή αξιοπιστία για τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν (χέρι προτίμησης, άλλο χέρι, 1^η στάση αγκώνα, 2^η στάση αγκώνα, χρόνος πτώσης στο 20, 30, και 50%) ($ICC = 0,355 - 0,93$).

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της κόπωσης της χειρολαβής σε παιδιά δεν έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες. Συγκεκριμένα, μόνο οι Bowie & Cumming (1968) εξέτασαν την αξιοπιστία πρωτοκόλλου της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής σε 82 αγόρια και κορίτσια ηλικίας 13-17 ετών. Αρχικά οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 μέγιστες προσπάθειες για 1-3 s. Ο μέσος όρος των 2 υψηλότερων προσπαθειών θεωρήθηκε ως η μέγιστη προσπάθεια. Την επόμενη μέρα ο κάθε δοκιμαζόμενος

αξιολογήθηκε στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, προσπαθώντας να διατηρήσει το 40% της μέγιστης προσπάθειάς του για όσο περισσότερο χρόνο μπορούσε. Η προσπάθεια ολοκληρωνόταν όταν η αρχική τιμή (40% τις μέγιστης προσπάθειας) έπεφτε κάτω από το 10% για περισσότερες από 3 φορές. Η ίδια δοκιμασία επαναλήφθηκε μετά από 1-3 μέρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια αξιοπιστία ($r = 0,62$).

Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι η αξιοπιστία στατικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής της δύναμης χειρολαβής έχει ερευνηθεί σε περισσότερες μελέτες, σε σχέση με την αξιοπιστία δυναμικών πρωτοκόλλων. Από τα αποτελέσματα των ερευνών διαπιστώνουμε ότι η αξιοπιστία των στατικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής κυμαίνεται από χαμηλή έως υψηλή, ενώ για τα δυναμικά η αξιοπιστία θεωρείται μέτρια.

Πίνακας 4. Έρευνες σχετικές με την αξιοπιστία πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής

Συγγραφείς	Δείγμα	Πρωτόκολλο	Όργανο μέτρησης	αποτελέσματα
Lagerstrom & Nordgren (1996)	N=11 7♂ & 6♀ 24-62 ετών	Στατικό πρωτόκ. MVC 60 s	Pressductor	Μέγιστη προσπάθεια $r=0,83-0,99$ χρόνος επίτευξης $r=0,35-0,46$
Lagerstrom & Nordgren (1998)	N=29 4♂ & 25♀ 21-71 ετών	Στατικό πρωτόκ. MVC 40 s	Grippit	$r = 0,84- 0,95$
Adams et al. (2013)	N=51 20♂ & 30♀ 19-57 ετών	Στατικό πρωτόκ. 50% MVC	Iowa Oral Performance Instrument	ICC= 0,27 – 0,72
Reuter et al (2011)	N=21 12♂ & 9♀ 22-37 ετών	Στατικό πρωτόκ. 50% MVC	Smedly Hand Dynamometer	ICC = 0,58 XII ICC = 0,57 AX
Wallstrom & Nordenskiold (2001)	N=60 30♂ & 30♀ 18-62 ετών	Δυναμικό πρωτόκ. 180 s	Grippit	90s $r= 0,73$ 180s $r = 0,54$
Walamies & Turjanmas, (1993)	N=40 13♂ & 27♀ 23-49 ετών	Στατικό πρωτόκ. 50% MVC	MIE Myometer	$r= 0,73$
Capodaglio et al. (1997)	N=30 15♂ & 15♀ 24-31 ετών	Στατικό πρωτόκ. Διατήρηση MVC 1min ♂ ή 30 s ♀	Lido WorkSET	ICCC=0,35-0,93
Bowie & Cumming (1968)	N=82 35♂ & 32♀ 13-17 ετών	Στατικό πρωτόκ. 40% MVC	PIAB spring ergometer	$r = 0,62$

XII: Χέρι προτίμησης, AX: Άλλο χέρι, N: αριθμός δείγματος, ♂: άντρες ή αγόρια, ♀: γυναίκες ή κορίτσια, ICC-intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, r: δείκτης συσχέτισης, MVC:Μέγιστη εκούσια σύσπαση

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

Δείγμα: Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά 60 άτομα, φυσικά δραστήρια (30 άντρες ηλικίας 18-22 ετών και 30 γυναίκες ηλικίας 18-22 ετών), χωρίς ιστορικό τραυματισμών στα άνω άκρα. Πριν την έναρξη της μελέτης οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν και υπέγραψαν σχετική φόρμα συγκατάθεσης για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Η παρούσα έρευνα εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του ΤΕΦΑΑ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η ηλικία και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3: Ηλικία και σωματομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων ανά φύλο (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση).

Μεταβλητές	Άντρες	Γυναίκες
n	30	30
Ηλικία (έτη)	20,36±1,45	20,30±1,39
Ανάστημα (m)	1,76±0,06	1,63±0,06
Σωματική μάζα (kg)	74,66±9,18	62,86±9,26
Μήκος παλάμης (cm)	18,95±0,72	17,53±0,77
Πλάτος παλάμης (cm)	22,60±1,28	20,01±1,31
Περιφέρεια παλάμης (cm)	8,93±0,80	7,93±0,59

Μετρήσεις

Ανάστημα: Το ανάστημα μετρήθηκε σε ειδικό σταθερό αναστημόμετρο (Seca model 220, Seca, Hamburg, Germany). Οι εξεταζόμενοι στέκονταν όρθιοι, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια, τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα στα πλάγια, τα πόδια ενωμένα και το κεφάλι όρθιο. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια εκατοστού (1cm) και επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman, Roche, & Martorell, 1988).

Σωματική μάζα: Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν ελαφρά ντυμένοι στο κέντρο του ζυγού, με το βάρος του σώματος να κατανέμεται εξίσου στα δύο πόδια. Η μέτρηση έγινε με ακρίβεια μισού χιλιόγραμμου (0,5 kg) και επαναλήφθηκε 2 φορές (Lohman et al., 1988). Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας (Seca model 755, Seca, Hamburg, Germany).

Μέτρηση Διαστάσεων Παλάμης

Μήκος: Το μήκος παλάμης ορίστηκε ως η απόσταση μεταξύ του καρπού και του άκρου του μέσου δακτύλου. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μετροταινίας και ακρίβεια 0,5 cm (Clerke et al., 2005).

Πλάτος: Το πλάτος της παλάμης μετρήθηκε ως η απόσταση μεταξύ του αντίχειρα και του μικρού δακτύλου, έχοντας την παλάμη σε μέγιστο άνοιγμα. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μετροταινίας και ακρίβεια 0,5 cm (Ruiz et al., 2006).

Περιφέρεια: Η μέτρηση της περιφέρειας της παλάμης έγινε από τη βάση του αντίχειρα ακολουθώντας τον άξονα της κεφαλής των μετακαρπίων οστών με τη χρήση μετροταινίας (Clerke et al., 2005).



Εικόνα 1. Μέτρηση μέγιστης δύναμης χειρολαβής

Μέτρηση μέγιστης δύναμης χειρολαβής: Οι δοκιμαζόμενοι από καθιστή θέση με τον αγκώνα του εξεταζόμενου χεριού σε γωνία 90° και τον καρπό να βρίσκεται σε ουδέτερη θέση, εκτελούσαν μέγιστη ισομετρική σύσπαση για 5 s (Εικόνα 1; Gerodimos et al., 2013). Η μέτρηση επαναλήφθηκε 3 φορές, με διάλειμμα 60 s μεταξύ των προσπαθειών, και αξιολογήθηκε η καλύτερη προσπάθεια. Κατά τη διάρκεια

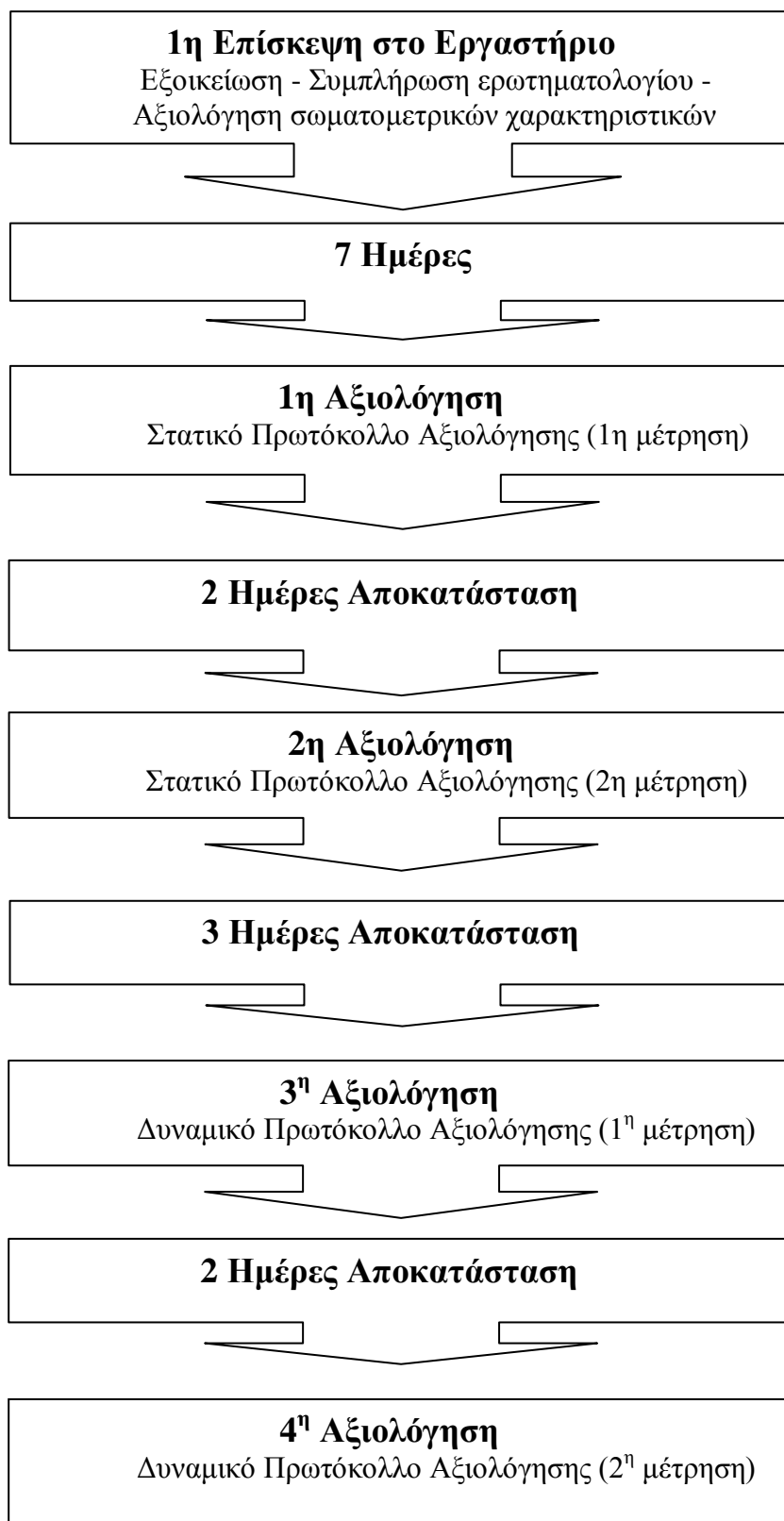
της μέτρησης υπήρξε λεκτική παρακίνηση, η οποία ήταν ίδια για όλους τους δοκιμαζόμενους (ένταση φωνής, ίδιες λέξεις κλειδιά κ.α.). Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε οπτική ανατροφοδότηση. Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε φορητό υδραυλικό δυναμόμετρο Jamar (Jamar, 5030J1, Jamar Technologies, Horsham, PA, USA). Η καταγραφή της μέγιστης ισομετρικής δύναμης χειρολαβής έγινε σε χιλιόγραμμα (kg). Η αξιοπιστία της μέτρησης, σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες κυμαίνεται μεταξύ 0,94 και 0,99, ανάλογα με την ηλικία (παιδιά, έφηβοι, ενήλικες; Gerodimos, 2013). Αξιολογήθηκε η μέγιστη δύναμη χειρολαβής και των δύο χεριών (χέρι προτίμησης και άλλο χέρι).

Δοκιμασία Στατικής Αντοχής στη Δύναμη Χειρολαβής: Οι εξεταζόμενοι στην αρχική θέση (περιγράφεται παραπάνω), εφάρμοσαν και προσπάθησαν να διατηρήσουν το 50% της μέγιστης δύναμής τους, (όπως αυτό αξιολογήθηκε από τη δοκιμασία μέγιστης δύναμης χειρολαβής) για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μπορούσαν. Στο χειροδυναμόμετρο ρυθμίστηκε ειδική βελόνα, ώστε ο ερευνητής να βλέπει την τιμή της υπομέγιστης έντασης στην οποία έπρεπε να διατηρηθεί η δύναμη. Η προσπάθεια τελείωνε κάθε φορά που παρατηρούταν πτώση της δύναμης κατά 10%, για διάστημα 5 s (Hunter et al., 2004 a,b). Η καταγραφή της κόπωσης των μυών χειρολαβής έγινε σε δευτερόλεπτα (s) (West et al., 1995). Κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε λεκτική παρακίνηση και οπτική ανατροφοδότηση (Kellis, 1998; Hunter et al., 2004 a,b; Johanson et al., 1983). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε και στα δυο χέρια με τυχαία σειρά.

Δοκιμασία Δυναμικής Αντοχής στη Δύναμη Χειρολαβής: Οι εξεταζόμενοι στην αρχική θέση (περιγράφεται παραπάνω) εκτέλεσαν 12 μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις

για 3 s, με διάλειμμα 5 s μεταξύ των προσπαθειών (White et al., 2013). Η καταγραφή της μέγιστης ισομετρικής δύναμης χειρολαβής έγινε σε χιλιόγραμμα (kg). Κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε λεκτική παρακίνηση και οπτική ανατροφοδότηση. Η αντοχή αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το δείκτη κόπωσης (fatigue index), χρησιμοποιώντας τον εξής τύπο: (προσπάθεια 1- προσπάθεια 12) /προσπάθεια 1 *100 (White et al., 2013). Παρόμοια έγινε και η αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη κατά την 8^η και 10^η προσπάθεια. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε και στα δύο χέρια με τυχαία σειρά.

Διαδικασία: Πριν την έναρξη της έρευνας πραγματοποιήθηκε στο Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενημέρωση και εξοικείωση των συμμετεχόντων με τις μετρήσεις και το όργανο μέτρησης (χειροδυναμόμετρο) και συμπληρώθηκε ερωτηματολόγιο με τα προσωπικά χαρακτηριστικά του κάθε δοκιμαζόμενου. Επίσης, την ίδια μέρα πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος και ορίστηκε ως χέρι προτίμησης για κάθε δοκιμαζόμενο το χέρι που χρησιμοποιείται για το γράψιμο. Στη συνέχεια ο κάθε δοκιμαζόμενος επισκέφτηκε το εργαστήριο 4 φορές. Πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις, 2 για κάθε πρωτόκολλο (μέτρηση – επαναμέτρηση) με κενό 2 ημερών μεταξύ των μετρήσεων. Τα πρωτόκολλα πραγματοποιήθηκαν με τυχαία σειρά, την ίδια ώρα και κάτω από τις ίδιες συνθήκες από το δείγμα (Σχεδιάγραμμα 1).



Σχεδιάγραμμα 1: Ενδεικτικός προγραμματισμός αξιολόγησης δοκιμαζόμενου

Στατιστική Ανάλυση

Το στατιστικό πακέτο SPSS 13 χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων. Για να εξετασθεί αν υπάρχουν διαφορές στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής και στην αντοχή της δύναμης χειρολαβής μεταξύ των δύο φύλων και των δύο χεριών χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (2 way ANOVA; φύλο x χέρι αξιολόγησης, 2 x 2), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα «χέρι αξιολόγησης».

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της μέτρησης (μέγιστη δύναμη χειρολαβής και αντοχή στη δύναμη χειρολαβής) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης και επαναμέτρησης (test-retest reliability analysis). Για την επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν δείκτες για την αξιολόγηση τόσο της σχετικής (ICC) όσο και της απόλυτης αξιοπιστίας (SEM, SEM%, 95% LOA) (Atkinson & Nevill, 1998; Bland & Altman, 1986). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) υπολογίστηκε σύμφωνα με τον εξής τύπο: $SEM = SD \cdot (1 - ICC)$, όπου SD είναι η τυπική απόκλιση του δείγματος και ICC είναι ο δείκτης αξιοπιστίας που υπολογίστηκε (Atkinson & Nevill, 1998). Στη συνέχεια υπολογίστηκε το τυπικό σφάλμα της μέτρησης % (SEM%) με τον εξής τύπο: $SEM\% = (SEM / \text{mean}) \cdot 100$, όπου SEM είναι το τυπικό σφάλμα της μέτρησης που υπολογίστηκε προηγουμένως και mean είναι ο μέσος όρος των δύο μετρήσεων (μέτρηση και επαναμέτρηση) (Svensson, Waling, & Hager-Ross, 2008). Επιπρόσθετα, για την εκτίμηση της συμφωνίας μεταξύ των δύο μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κατά Bland-Altman, και πιο συγκεκριμένα υπολογίστηκαν τα κατώτατα και τα ανώτατα όρια συμφωνίας (95% LOA). Τα 95% ανώτατα και κατώτατα όρια συμφωνίας υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους εξής τύπους: $LOA = \text{inter-trials mean difference} + 1.96SD$ και $LOA = \text{inter-trials mean difference} - 1.96SD$, για το κατώτατο και το ανώτατο όριο συμφωνίας, αντίστοιχα,

όπου inter-trials mean difference είναι η διαφορά σε απόλυτες τιμές μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης (επαναμέτρηση - μέτρηση) και SD ο μέσος όρος της τυπικής απόκλισης των δύο μετρήσεων (μέτρηση και επαναμέτρηση) (Atkinson & Nevill, 1998; Bland & Altman, 1986).

Τέλος, για να εξετασθεί αν υπάρχουν διαφορές στη μέγιστη δύναμη και στην αντοχή της δύναμης χειρολαβής μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (three-way ANOVA; μέτρηση x φύλο x χέρι αξιολόγησης, 2 x 2 x 2), με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους παράγοντες «μέτρηση» και «χέρι αξιολόγησης». Επιπρόσθετα, για τη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των μετρήσεων, των δύο φύλων και των δύο χεριών χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές συγκρίσεις με τη μέθοδο Sidak, όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

4.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Επίδραση φύλου και χεριού στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «φύλο» x «χέρι» στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 2,73, p > 0,05$) (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

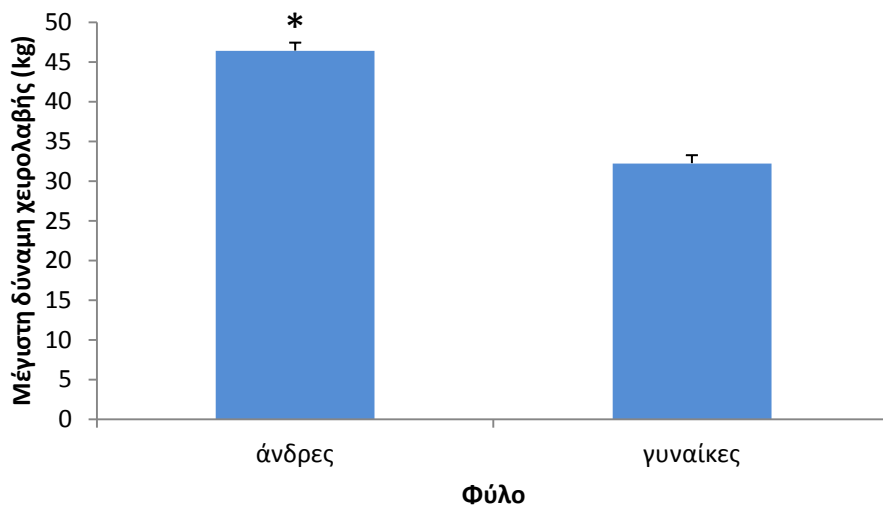
	Φύλο	Μ. Ο.	Τ. Α.	N
Χέρι προτίμησης	<i>Άντρες</i>	47,83	7,25	30
	<i>Γυναίκες</i>	32,70	4,48	30
Άλλο χέρι	<i>Άντρες</i>	44,96	6,68	30
	<i>Γυναίκες</i>	31,76	4,82	30

Μ.Ο.: Μέσος όρος, Τ.Α.: Τυπική απόκλιση, N: αριθμός δείγματος

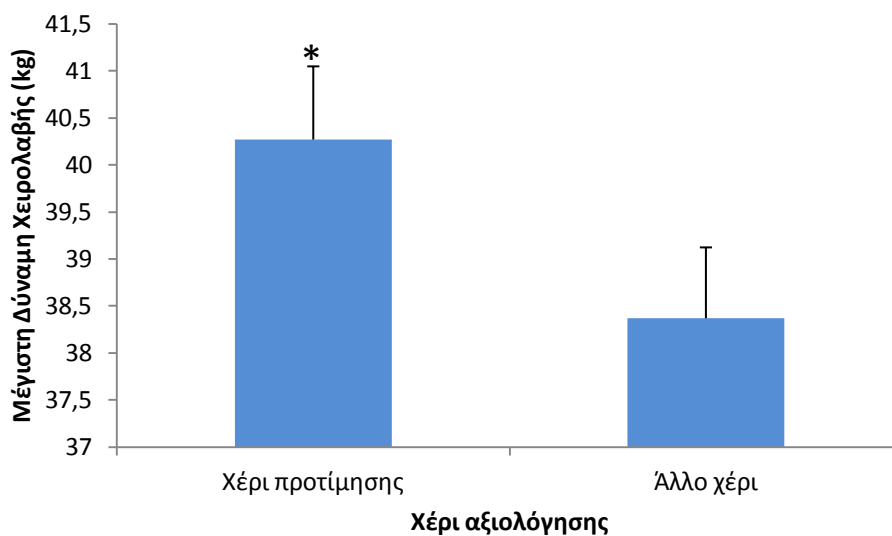
Αντίθετα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «φύλο» ($F_{1,58} = 100,02, p < 0,05$) και «χέρι» στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 10,54, p < 0,05$).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδραση του φύλου οι άντρες εμφάνισαν υψηλότερη μέγιστη δύναμη χειρολαβής (Μ.Ο = $46,4 \pm 1,00$ kg) από τις γυναίκες (Μ.Ο = $32,2 \pm 1,00$ kg) (Σχεδιάγραμμα 2).

Σε ό,τι αφορά στο χέρι αξιολόγησης από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο χεριών στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής, με το χέρι προτίμησης να υπερτερεί σε δύναμη έναντι του άλλου χεριού (Μ.Ο. = $40,4 \pm 0,77$ kg και Μ.Ο. = $38,3 \pm 0,75$ kg, αντίστοιχα) (Σχεδιάγραμμα 3).



Σχεδιάγραμμα 2. Επίδραση φύλου στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Όπου * $p < 0,05$ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών



Σχεδιάγραμμα 3. Επίδραση χεριού αξιολόγησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Όπου * $p < 0,05$ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού

Αξιοπιστία στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Σύμφωνα με την ανάλυση αξιοπιστίας με τη μέθοδο μέτρησης και επαναμέτρησης (test retest reliability analysis), ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στο χέρι προτίμησης ήταν υψηλός, τόσο για τους άνδρες 0,94 όσο και για τις γυναίκες 0,92. Όσον αφορά στο άλλο χέρι, το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής παρουσίασε, επίσης, υψηλή αξιοπιστία, τόσο στους άνδρες (ICC=0,92) όσο και στις γυναίκες (ICC=0,89). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) σε απόλυτες τιμές κυμάνθηκε από 1,27 έως 1,90 kg, ενώ το SEM % κυμάνθηκε από 3,52 έως 5 %, ανάλογα με το φύλο και το χέρι αξιολόγησης. Τα όρια συμφωνίας (95% LOA) κυμάνθηκαν από -5,84 kg έως 4,58 kg. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες σχετικής (ICC) και απόλυτης (SEM, SEM%, 95% LOA) αξιοπιστίας ανά φύλο και χέρι αξιολόγησης. Επίσης, από την ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (μέτρηση x φύλο x χέρι) δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0,05$) μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής, τόσο στο χέρι προτίμησης όσο και στο άλλο χέρι. Τέλος, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία, τόσο μεταξύ των δύο φύλων όσο και μεταξύ των δύο χεριών.

Πίνακας 5: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στη Μέγιστη Δύναμη χειρολαβής, ανά φύλο και χέρι.

	Μέτρηση 1 (kg)	Μέτρηση 2 (kg)	ICC	SEM (kg)	SEM%	95%LOA Κατώτατο (kg)	95%LOA Ανώτατο (kg)
<i>Αντρες</i>							
Χέρι προτίμησης	47,83±7,25	47,46±6,44	0,941	1,67	3,52	-5,01	4,27
Άλλο χέρι	44,96±6,68	44,33±6,67	0,919	1,90	4,25	-5,84	4,58
<i>Γυναίκες</i>							
Χέρι προτίμησης	32,70±4,48	32,56±4,28	0,915	1,27	3,91	-3,71	3,45
Άλλο χέρι	31,76±4,84	31,53±4,81	0,893	1,58	4,99	-4,64	4,18

ICC - intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, SEM – standard error of measurement: τυπικό σφάλμα μέτρησης, SEM% - standard error of measurement %: τυπικό σφάλμα μέτρησης %, 95% LOA – 95% limits of agreement: 95% κατώτατο και ανώτατο όριο συμφωνίας

4.2 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Επίδραση φύλου και χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «φύλο» x «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 1,16, p > 0,05$) (πίνακας 6).

Πίνακας 6: Επίδραση φύλου και χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

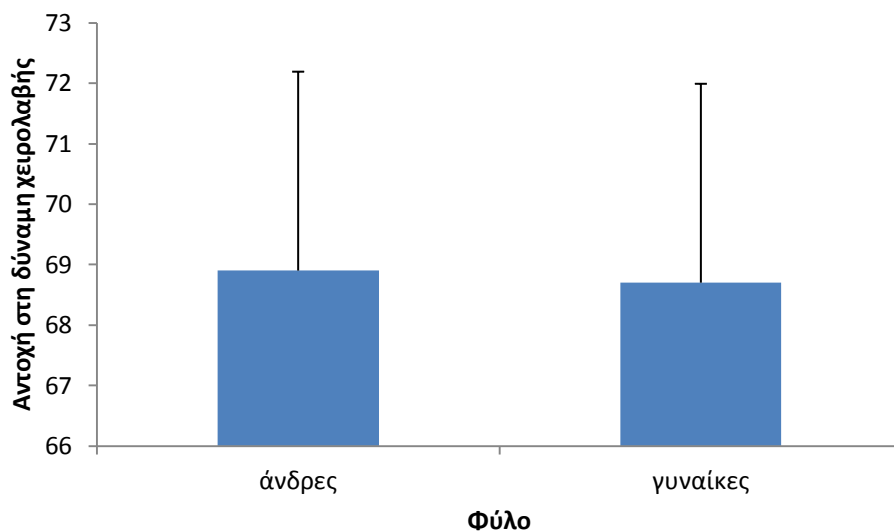
	Φύλο	Μ. Ο.	Τ. Α.	N
Χέρι προτίμησης	<i>Άντρες</i>	69,20	22,62	30
	<i>Γυναίκες</i>	69,76	17,44	30
Άλλο χέρι	<i>Άντρες</i>	68,66	18,20	30
	<i>Γυναίκες</i>	67,63	19,88	30

Μ.Ο.: Μέσος όρος, Τ.Α.: Τυπική απόκλιση, N: αριθμός δείγματος

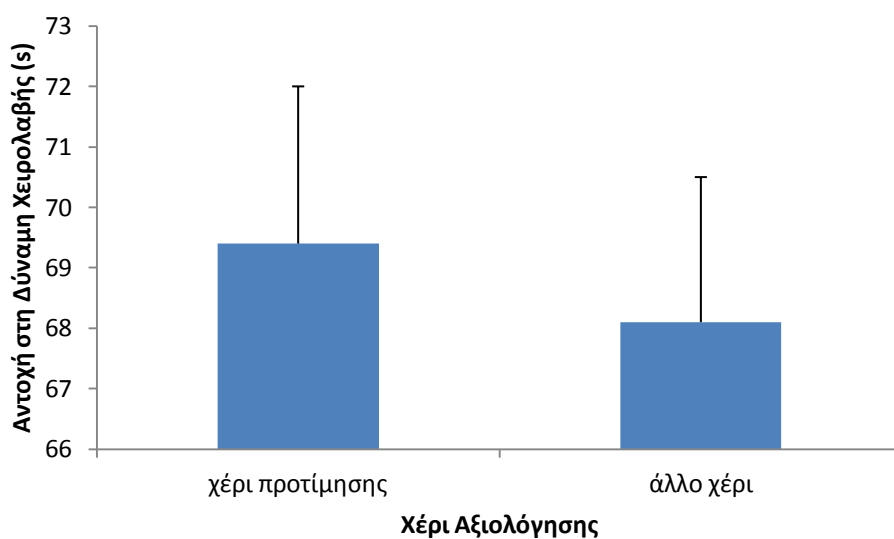
Επίσης, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «φύλο» και «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 0,003, p > 0,05$ και $F_{1,58} = 0,44, p > 0,05$, αντίστοιχα).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδραση του φύλου οι άντρες εμφάνισαν παρόμοιες τιμές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (Μ.Ο = $68,93 \pm 3,29$ s) με τις γυναίκες (Μ.Ο = $68,7 \pm 3,29$ s) (Σχεδιάγραμμα 4).

Σε ό,τι αφορά στο χέρι αξιολόγησης, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, (Μ.Ο. = $69,48 \pm 2,60$ s και Μ.Ο. = $68,15 \pm 2,46$ s, αντίστοιχα) (Σχεδιάγραμμα 5).



Σχεδιάγραμμα 4. Επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)



Σχεδιάγραμμα 5. Επίδραση του χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Αξιοπιστία της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο)

Σύμφωνα με την ανάλυση αξιοπιστίας με τη μέθοδο μέτρησης και επαναμέτρησης, (test retest reliability analysis), ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στο χέρι προτίμησης ήταν υψηλός τόσο για τους άντρες 0,84 όσο και για τις γυναίκες 0,84. Όσον αφορά στο άλλο χέρι, το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής παρουσίασε, επίσης, υψηλή αξιοπιστία, τόσο στους άνδρες (ICC=0,90) όσο και στις γυναίκες (ICC=0,78). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) σε απόλυτες τιμές κυμάνθηκε από 5,53 έως 8,39 s, ενώ το SEM % κυμάνθηκε από 7,95 έως 12,26 %, ανάλογα με το φύλο και το χέρι αξιολόγησης. Τα όρια συμφωνίας (95% LOA) κυμάνθηκαν από -23,80 s έως 26,88 s. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες σχετικής (ICC) και απόλυτης (SEM, SEM%, 95% LOA) αξιοπιστίας ανά φύλο και χέρι αξιολόγησης. Επίσης, από την ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (μέτρηση x φύλο x χέρι) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης, στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής στο χέρι προτίμησης, ενώ στο άλλο χέρι δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης. Τέλος, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία μεταξύ των δύο φύλων.

Πίνακας 7: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (στατικό πρωτόκολλο), ανά φύλο και χέρι.

	Μέτρηση 1 (s)	Μέτρηση 2 (s)	ICC	SEM (s)	SEM%	95%LOA Κατώτατο (s)	95%LOA Ανώτατο (s)
<i>Άντρες</i>							
Χέρι προτίμησης	69,20±22,62	74,60±20,28	0,84	8,39	11,66	-16,08	26,88
Άλλο χέρι	68,66±18,20	70,50 ± 18,50	0,90	5,53	7,95	-13,32	16,98
<i>Γυναίκες</i>							
Χέρι προτίμησης	69,76 ±17,44	72,63 ±19,31	0,84	7,28	10,22	-16,98	22,72
Άλλο χέρι	67,63±19,88	67,13±16,08	0,78	8,26	12,26	-23,80	22,80

ICC - intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, SEM – standard error of measurement: τυπικό σφάλμα μέτρησης, SEM% - standard error of measurement %: τυπικό σφάλμα μέτρησης %, 95% LOA – 95% limits of agreement: 95% κατώτατο και ανώτατο όριο συμφωνίας

4.3 Αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικά πρωτόκολλα)

Επίδραση φύλου και χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (8 επαναλήψεις)

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «φύλο» x «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 0,26, p > 0,05$) (πίνακας 8).

Πίνακας 8: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό-8 επαν.).

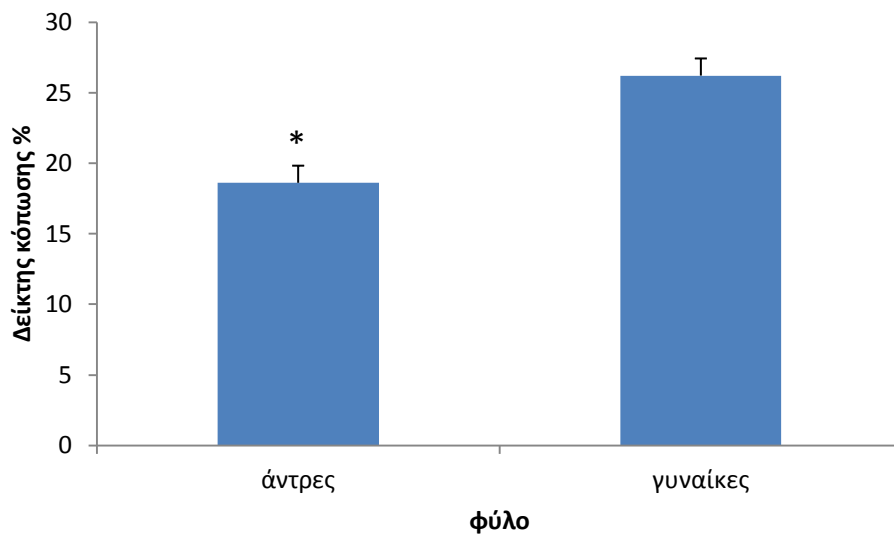
	Φύλο	Μ. Ο.	Τ. Α.	N
Χέρι προτίμησης	<i>Άντρες</i>	18,07	8,99	30
	<i>Γυναίκες</i>	24,74	8,80	30
Άλλο χέρι	<i>Άντρες</i>	19,30	10,29	30
	<i>Γυναίκες</i>	27,68	9,07	30

Μ.Ο.: Μέσος όρος, Τ.Α.: Τυπική απόκλιση, N: αριθμός δείγματος

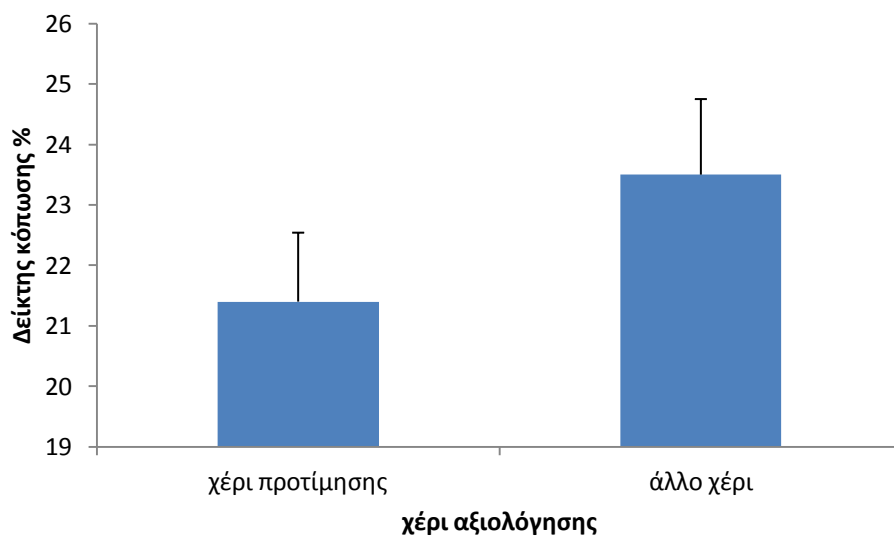
Αντίθετα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «φύλο» ($F_{1,58} = 19,12, p < 0,05$) στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Όμως δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 1,53, p > 0,05$).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδραση του φύλου, οι άντρες εμφάνισαν χαμηλότερο δείκτη κόπωσης (Μ.Ο = $18,69 \pm 1,21\%$) από τις γυναίκες (Μ.Ο = $26,2 \pm 1,21\%$) (Σχεδιάγραμμα 6).

Σε ό,τι αφορά στο χέρι αξιολόγησης, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, (Μ.Ο.= $21,41 \pm 1,14\%$ και Μ.Ο.= $23,49 \pm 1,25\%$, αντίστοιχα).



Σχεδιάγραμμα 6. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 8 επαν.). Όπου * $p < .05$ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών



Σχεδιάγραμμα 7. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 8 επαν.)

Αξιοπιστία της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (8 επαναλήψεις)

Σύμφωνα με την ανάλυση αξιοπιστίας με τη μέθοδο μέτρησης και επαναμέτρησης (test – retest reliability analysis), ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στο χέρι προτίμησης ήταν μέτριος 0,57 για τους άνδρες και χαμηλός για τις γυναίκες 0,31. Όσον αφορά στο άλλο χέρι, ο δείκτης κόπωσης παρουσίασε χαμηλή αξιοπιστία, τόσο στους άνδρες (ICC=0,22) όσο και στις γυναίκες (ICC=0,36). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) σε απόλυτες τιμές κυμάνθηκε από 5,77 έως 8,50%, ενώ το SEM % κυμάνθηκε από 30,28 έως 46,23 %, ανάλογα με το φύλο και το χέρι αξιολόγησης. Τα όρια συμφωνίας (95% LOA) κυμάνθηκαν από -25,87% έως 21,85%. Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες σχετικής (ICC) και απόλυτης (SEM, SEM%, 95% LOA) αξιοπιστίας ανά φύλο και χέρι αξιολόγησης. Επίσης, από την ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (μέτρηση x φύλο x χέρι) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$) μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, τόσο στο χέρι προτίμησης όσο και στο άλλο χέρι. Τέλος, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία, τόσο μεταξύ των δύο φύλων όσο και μεταξύ των δύο χεριών.

Πίνακας 9: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 8 επαν), ανά φύλο και χέρι

	Μέτρηση 1 (%)	Μέτρηση 2 (%)	ICC	SEM (%)	SEM %	95%LOA Κατώτατο (%)	95%LOA Ανώτατο (%)
<i>Άντρες</i>							
Χέρι προτίμησης	18,07±8,90	16,40±8,6	0,57	5,77	33,47	-16,14	15,80
Άλλο χέρι	19,30±10,20	17,50 ±8,9	0,22	8,50	46,23	-25,45	21,85
<i>Γυναίκες</i>							
Χέρι προτίμησης	24,74 ±8,8	22,2 ±11,4	0,31	8,38	35,67	-25,87	20,93
Άλλο χέρι	27,68 ±9,0	25,4± 11	0,36	8,05	30,28	-24,61	20,23

ICC - intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, SEM – standard error of measurement: τυπικό σφάλμα μέτρησης, SEM% - standard error of measurement %: τυπικό σφάλμα μέτρησης %, 95% LOA – 95% limits of agreement: 95% κατώτατο και ανώτατο όριο συμφωνίας

Επίδραση φύλου και χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (10 επαναλήψεις)

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «φύλο» x «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 0,28, p > 0,05$) (πίνακας 10).

Πίνακας 10: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.).

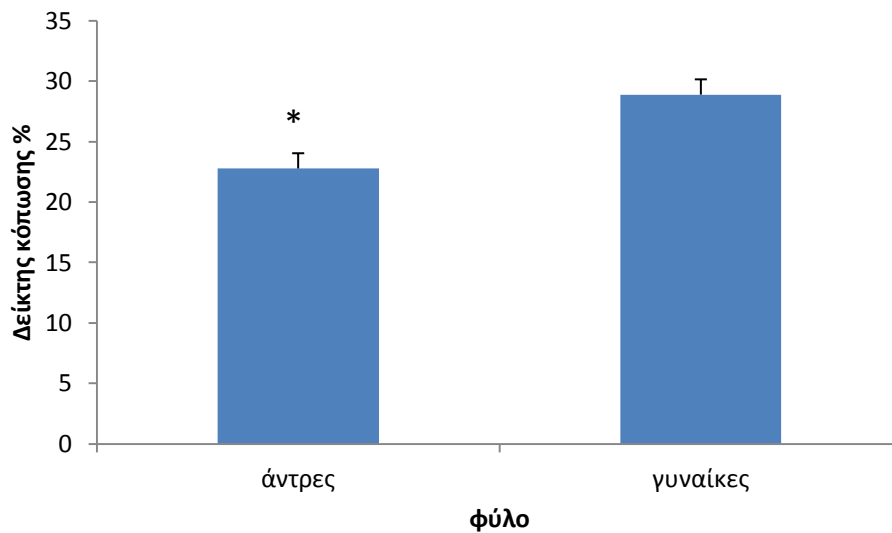
	Φύλο	Μ. Ο.	Τ. Α.	N
Χέρι προτίμησης	<i>Άντρες</i>	22,19	8,32	30
	<i>Γυναίκες</i>	27,53	8,74	30
Άλλο χέρι	<i>Άντρες</i>	23,37	8,98	30
	<i>Γυναίκες</i>	30,25	9,53	30

Μ.Ο.: Μέσος όρος, Τ.Α.: Τυπική απόκλιση, N: αριθμός δείγματος

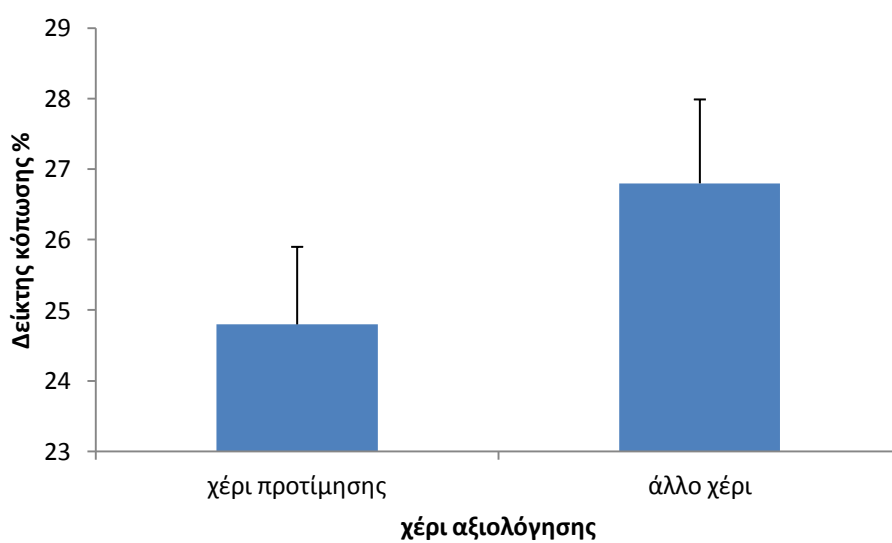
Αντίθετα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «φύλο» ($F_{1,58} = 11,76, p < 0,05$) στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Όμως δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 1,79 p > 0,05$).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδραση του φύλου οι άντρες εμφάνισαν μικρότερο δείκτη κόπωσης (Μ.Ο = $22,78 \pm 1,26$ %) από τις γυναίκες (Μ.Ο = $28,8 \pm 1,26$ %) (Σχεδιάγραμμα 8).

Σε ό,τι αφορά στο χέρι αξιολόγησης, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, (Μ.Ο. = $24,86 \pm 1,10$ % και Μ.Ο. = $26,81 \pm 1,19$ %, αντίστοιχα) (Σχεδιάγραμμα 9).



Σχεδιάγραμμα 8. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.). Όπου * $p < .05$ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών



Σχεδιάγραμμα 9. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 10 επαν.)

Αξιοπιστία της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (10 επαναλήψεις)

Σύμφωνα με την ανάλυση αξιοπιστίας με τη μέθοδο μέτρησης και επαναμέτρησης (test – retest reliability analysis), ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στο χέρι προτίμησης ήταν μέτριος για τους άνδρες 0,56 και χαμηλός για τις γυναίκες 0,32. Όσον αφορά στο άλλο χέρι, ο δείκτης κόπωσης παρουσίασε χαμηλή αξιοπιστία στους άνδρες (ICC=0,25) και μέτρια στις γυναίκες (ICC=0,50). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) σε απόλυτες τιμές κυμάνθηκε από 5,51 έως 7,65 %, ενώ το SEM % κυμάνθηκε από 24,24 έως 32,83 %, ανάλογα με το φύλο και το χέρι αξιολόγησης. Τα όρια συμφωνίας (95% LOA) κυμάνθηκαν από -22,80% έως 20,07%. Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες σχετικής (ICC) και απόλυτης (SEM, SEM%, 95% LOA) αξιοπιστίας ανά φύλο και χέρι αξιολόγησης. Επίσης, από την ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (μέτρηση x φύλο x χέρι) δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0.05$) μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, τόσο στο χέρι προτίμησης όσο και στο άλλο χέρι. Τέλος, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία, τόσο μεταξύ των δύο φύλων όσο και μεταξύ των δύο χεριών.

Πίνακας 11: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 10 επαν.), ανά φύλο και χέρι

	Μέτρηση 1 (%)	Μέτρηση 2 (%)	ICC	SEM (%)	SEM%	95%LOA Κατώτατο (%)	95%LOA Ανώτατο (%)
<i>Άντρες</i>							
Χέρι προτίμησης	22,19± 8,3	20,8±8,3	0,56	5,51	25,65	-16,67	13,93
Άλλο χέρι	23,37± 8,9	21,06 ± 7,9	0,25	7,29	32,83	-22,53	17,91
<i>Γυναίκες</i>							
Χέρι προτίμησης	27,53 ± 8,7	26,01 ± 9,9	0,32	7,65	28,56	-22,80	19,76
Άλλο χέρι	30,25 ± 9,5	29,89±11,1	0,50	7,29	24,24	-20,81	20,07

ICC - intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, SEM – standard error of measurement: τυπικό σφάλμα μέτρησης, SEM% - standard error of measurement %: τυπικό σφάλμα μέτρησης %, 95% LOA – 95% limits of agreement: 95% κατώτατο και ανώτατο όριο συμφωνίας

Επίδραση χεριού και φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (12 επαναλήψεις)

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων «φύλο» x «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 0,15, p > 0,05$) (Πίνακας 6).

Πίνακας 12: Επίδραση φύλου και χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.).

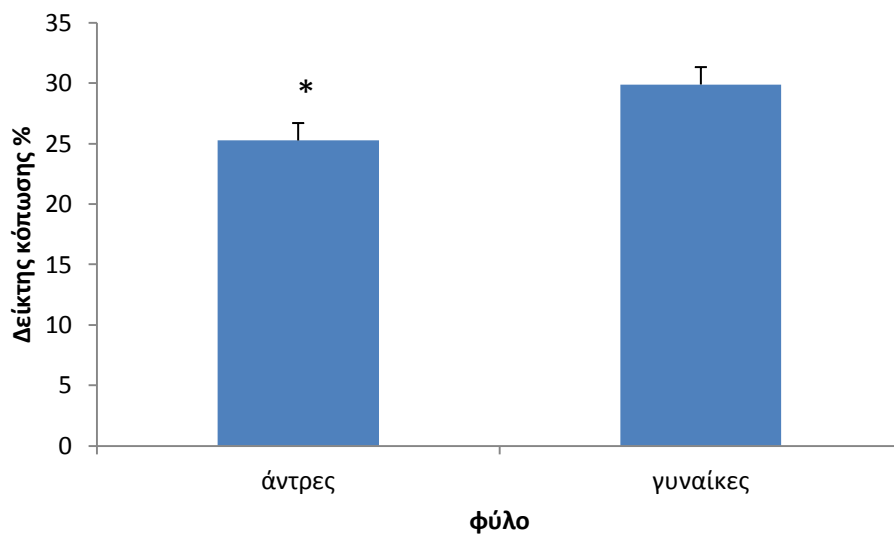
	Φύλο	Μ. Ο.	Τ. Α.	N
Χέρι προτίμησης	<i>Άντρες</i>	25,15	8,74	30
	<i>Γυναίκες</i>	30,38	9,61	30
Άλλο χέρι	<i>Άντρες</i>	25,38	9,88	30
	<i>Γυναίκες</i>	29,40	11,49	30

Μ.Ο.: Μέσος όρος, Τ.Α.: Τυπική απόκλιση, N: αριθμός δείγματος

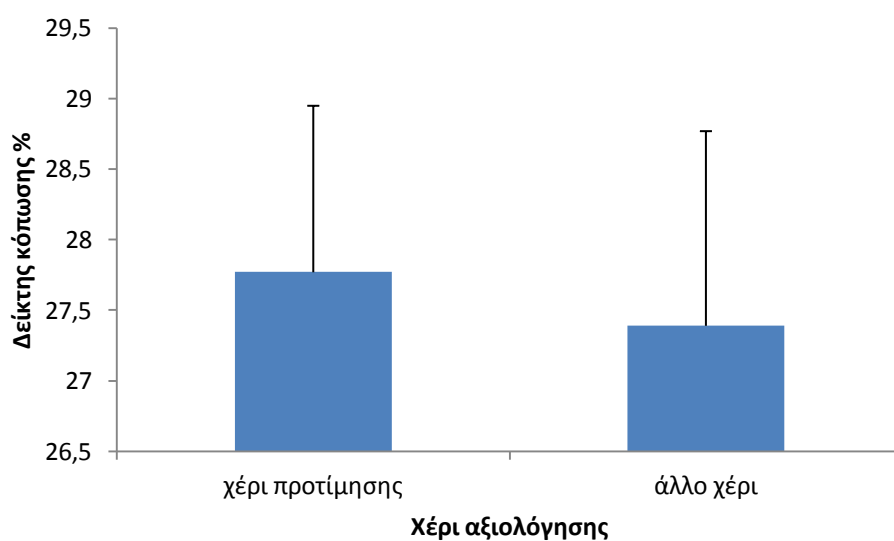
Αντίθετα, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «φύλο» ($F_{1,58} = 5,14 p < 0,05$) στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Όμως δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «χέρι» στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής ($F_{1,58} = 0,05 p > 0,05$).

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδραση του φύλου, οι άντρες εμφάνισαν μικρότερο δείκτη κόπωσης (Μ.Ο = $25,26 \pm 1,44$ %) από τις γυναίκες (Μ.Ο = $29,8 \pm 1,44$ %) (Σχεδιάγραμμα 10).

Σε ό,τι αφορά στο χέρι αξιολόγησης, από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (Μ.Ο. = $27,77 \pm 1,18$ % και Μ.Ο. = $27,39 \pm 1,38$ %, αντίστοιχα) (Σχεδιάγραμμα 11).



Σχεδιάγραμμα 10. Επίδραση φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.). Όπου * $p < .05$ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ανδρών και γυναικών



Σχεδιάγραμμα 11. Επίδραση χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό - 12 επαν.)

Αξιοπιστία στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (12 επαναλήψεις)

Σύμφωνα με την ανάλυση αξιοπιστίας με τη μέθοδο μέτρησης και επαναμέτρησης (test – retest reliability analysis), ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στο χέρι προτίμησης ήταν μέτριος για τους άνδρες 0,64 και χαμηλός για τις γυναίκες 0,19. Όσον αφορά στο άλλο χέρι, ο δείκτης κόπωσης παρουσίασε μέτρια αξιοπιστία, τόσο για τους άνδρες (ICC=0,50) όσο και για τις γυναίκες (ICC=0,71). Το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) σε απόλυτες τιμές κυμάνθηκε από 4,82 έως 8,94 %, ενώ το SEM % κυμάνθηκε από 19,24 έως 31,48 %, ανάλογα με το φύλο και το χέρι αξιολόγησης. Τα όρια συμφωνίας (95% LOA) κυμάνθηκαν από -28,60 % έως 20,66 %. Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες σχετικής (ICC) και απόλυτης (SEM, SEM %, 95% LOA) αξιοπιστίας ανά φύλο και χέρι αξιολόγησης. Επίσης, από την ανάλυση διακύμανσης τριπλής κατεύθυνσης (μέτρηση x φύλο x χέρι), δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0.05$) μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, τόσο στο χέρι προτίμησης όσο και στο άλλο χέρι. Τέλος, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αξιοπιστία, τόσο μεταξύ των δύο φύλων όσο και μεταξύ των δύο χεριών.

Πίνακας 13: Δείκτες σχετικής και απόλυτης αξιοπιστίας στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (δυναμικό 12 επαν.), ανά φύλο και χέρι

	Μέτρηση 1 (%)	Μέτρηση 2 (%)	ICC	SEM (%)	SEM%	95%LOA Κατώτατο (%)	95%LOA Ανώτατο (%)
<i>Άντρες</i>							
Χέρι προτίμησης	25,1±8,7	24,98±7,3	0,64	4,82	19,24	-13,72	13,40
Άλλο χέρι	25,3±9,8	23,82 ±7,7	0,50	6,20	25,23	-18,90	15,78
<i>Γυναίκες</i>							
Χέρι προτίμησης	30,38±9,6	26,4±10,3	0,19	8,94	31,48	-28,60	20,66
Άλλο χέρι	29,4±11,4	30,32±12,1	0,71	6,29	21,07	-16,67	18,53

ICC - intraclass correlation coefficient: δείκτης αξιοπιστίας, SEM – standard error of measurement: τυπικό σφάλμα μέτρησης, SEM% - standard error of measurement %: τυπικό σφάλμα μέτρησης %, 95% LOA – 95% limits of agreement: 95% κατώτατο και ανώτατο όριο συμφωνίας

Κεφάλαιο 5: Συζήτηση

Η παρούσα έρευνα εξέτασε τόσο την αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (στατικό και δυναμικά πρωτόκολλα) όσο και την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής νεαρών αντρών και γυναικών. Επιπλέον, διερεύνησε την επίδραση του χεριού και του φύλου στην αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής και της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.

5.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής ανά φύλο και χέρι

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φάνηκαν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Συγκεκριμένα, οι άντρες εμφάνισαν υψηλότερες τιμές μέγιστης δύναμης χειρολαβής σε σχέση με τις γυναίκες. Το παραπάνω εύρημα συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Moltacini et al. (2012), οι οποίοι αξιολόγησαν τη δύναμη χειρολαβής σε άνδρες και γυναίκες ηλικίας 19-25 ετών. Επιπλέον, στις μελέτες των Barbara et al., (2001) και Esther Luna – Herdia (2004) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική υπεροχή των αντρών έναντι των γυναικών στη δύναμη χειρολαβής. Αυτή η διαφορά, που αναφέρεται στις πιο πάνω έρευνες, πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη έκκριση ορμονών και κυρίως της τεστοστερόνης στους άνδρες, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μυϊκής μάζας (Ross & Rosblad, 2002).

Όσον αφορά στην επίδραση του χεριού στη δύναμη χειρολαβής, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι το χέρι προτίμησης ήταν πιο δυνατό από το άλλο χέρι. Με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα συμφωνούν οι Petersen et al., (1989), Ertem et al., (2003) και Incel et al., (2002), όπου σε έρευνές τους σε νεαρά άτομα διαπίστωσαν ότι

η δύναμη χειρολαβής στο χέρι προτίμησης είναι υψηλότερη σε σχέση με το άλλο χέρι. Αντίθετα, οι De Smet et al., (2001), σε έρευνά τους σε άτομα ηλικίας 5 – 15 ετών, δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του χεριού προτίμησης και του άλλου χεριού. Η διαφορά στα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι στην έρευνα των De Smet et al., (2001) μεγάλος αριθμός του δείγματος ήταν ηλικιακά κάτω από τα 10 έτη.

5.2 Αξιοπιστία στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν υψηλή αξιοπιστία του πρωτοκόλλου αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής (ICC = 0,89 - 0,94). Υψηλή αξιοπιστία του πρωτοκόλλου μέγιστης δύναμης χειρολαβής διαπιστώθηκε και στις έρευνες των Hamilton et al., (1994) (ICC = 0,88 – 0,97), Shechtman et al., (2005) ($r = 0,99$) και Essendrop et al., (2001) (ICC = 0,98), που πραγματοποιήθηκαν σε νεαρά άτομα. Άρα, από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης είναι αξιόπιστη διαδικασία.

Σε ό,τι αφορά στην επίδραση του φύλου και του χεριού στην αξιοπιστία της αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης χειρολαβής δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης. Παρόμοια, οι Clerke, Clerke και Adams (2005), σε έρευνα του όπου μελέτησαν την επίδραση του φύλου και του χεριού στην αξιοπιστία της μέγιστης δύναμης χειρολαβής, δεν βρήκαν στατιστικά σημαντική διαφορά.

5.3 Αντοχή ανά φύλο και χέρι (στατικό)

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής μεταξύ αντρών και γυναικών.

Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα των Yoon et al., (2007), όπου σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε άντρες και γυναίκες 21- 33 ετών, χρησιμοποιώντας στατικό πρωτόκολλο στο 50% της MVC, δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αντοχή στη δύναμη μεταξύ ανδρών και γυναικών. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Thompson et al., (2007), οι οποίοι αξιολόγησαν την αντοχή στη δύναμη χειρολαβής στο 50% της MVC σε 30 άντρες και γυναίκες (22.8 ± 0.6 ετών). Επιπλέον, με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν και οι Desrosiers et al., (1997), οι οποίοι αξιολόγησαν την αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (50% MVC) σε ηλικιωμένα άτομα.

Αντίθετα με τα παραπάνω, αναφέρονται διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, χρησιμοποιώντας στατικά πρωτόκολλα. Πιο συγκεκριμένα, οι γυναίκες παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε σχέση με τους άντρες (West et al., 1995; Misner et al., 1990 και Bilodeau et al., 2001). Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής πιθανόν να οφείλονται σε διαφορές στη μυϊκή μάζα, στο μεταβολισμό και στη μορφολογία του μυός.

Αντίστοιχα, αντικρουόμενα είναι και τα αποτελέσματα από μελέτες που έγιναν σε άτομα τρίτης ηλικίας, όπου ορισμένοι ερευνητές βρίσκουν επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής (Sperling, 1980) και κάποιοι δεν βρίσκουν (Desrosiers et al., 1997; Hicks et al., 2001).

Η επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας εργασίας έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ χεριού προτίμησης και άλλου χεριού στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Παρόμοια είναι τα αποτελέσματα των Lucki & Nicolay, (2007) σε έρευνά τους σε νεαρά άτομα, καθώς δεν βρίσκουν καμία διαφορά μεταξύ των χεριών στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Οι Desrosiers et al., (1997)

δε συμφωνούν με το παραπάνω εύρημα, καθώς σε έρευνά τους σε ηλικιωμένα, όμως, άτομα διαπίστωσαν ότι το χέρι προτίμησης εμφανίζει υψηλότερες τιμές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής από το άλλο χέρι. Αντίθετα, οι Nicolay et al., (2005) στην έρευνά τους βρήκαν ότι το άλλο χέρι παρουσιάζει υψηλότερες τιμές στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής. Συμπερασματικά, λόγω των αντικρουόμενων αποτελεσμάτων κρίνεται απαραίτητη περαιτέρω έρευνα.

5.4 Αντοχή ανά φύλο και χέρι (δυναμικό)

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι άντρες εμφάνισαν υψηλότερες τιμές αντοχής στη δύναμη χειρολαβής και στα 3 πρωτόκολλα (8, 10, 12 επαναλήψεις). Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει πραγματοποιηθεί μόνο μια έρευνα που να μελετά την επίδραση του φύλου στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής χρησιμοποιώντας δυναμικό πρωτόκολλο. Συγκεκριμένα οι Wallstrom & Nordenskiold (2001) αξιολόγησαν την αντοχή στη δύναμη χειρολαβής σε δυο διαφορετικά χρονικά σημεία της μέτρησης (90 s και 180 s). Οι δοκιμαζόμενοι ήταν 20 ενήλικες με ιστορικό τραυματισμού στα άνω άκρα και 60 υγιείς ενήλικες. Κάθε δοκιμαζόμενος εκτελούσε μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις στο χειροδυναμόμετρο για 180 s. Ο χρόνος σύσπασης ήταν 2,5 s, ενώ το διάλειμμα 1 s. Από τα αποτελέσματα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο φύλων. Μεταξύ της παραπάνω και της παρούσας μελέτης δεν μπορεί να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων, καθώς υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά στα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.

5.5 Αξιοπιστία στην αντοχή στη δύναμη (στατικό πρωτόκολλο)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας παρατηρήθηκε μέτρια έως υψηλή αξιοπιστία του στατικού πρωτοκόλλου ($ICC = 0,78 - 0,90$). Πιο αναλυτικά, ο δείκτης αξιοπιστίας ICC για τους άντρες στο χέρι προτίμησης ήταν 0,84 και για το άλλο χέρι 0,90, ενώ για τις γυναίκες ήταν 0,84 στο χέρι προτίμησης και 0,78 στο άλλο χέρι. Τα αποτελέσματα των περισσότερων ερευνών στη διεθνή βιβλιογραφία δείχνουν μέτρια αξιοπιστία των στατικών πρωτοκόλλων. Συγκεκριμένα, Οι Walamies & Turjanmas, (1993) αξιολόγησαν 40 ενήλικες ηλικίας 23-49 ετών, που εκτέλεσαν πρωτόκολλο αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής, που περιελάμβανε διατήρηση του 50% της μέγιστης προσπάθειας για όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε στο χέρι προτίμησης. Η επαναμέτρηση έγινε μετά από 1-2 μήνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια αξιοπιστία του πρωτοκόλλου κόπωσης ($r = 0,73$). Επίσης, στη μελέτη τους οι Reuter et al. (2011) με στατικό πρωτόκολλο στο 50% της μέγιστης δύναμης βρήκαν μέτρια αξιοπιστία του πρωτοκόλλου αξιολόγησης τόσο στο χέρι προτίμησης ($ICC = 0,582$) όσο και στο άλλο χέρι ($ICC = 0,572$). Παρόμοια οι Bowie & Cumming (1968) εξέτασαν την αξιοπιστία ενός πρωτοκόλλου αντοχής στη δύναμη χειρολαβής σε 82 αγόρια και κορίτσια ηλικίας 13-17 ετών, χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο στο 40% της μέγιστης προσπάθειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν μέτρια αξιοπιστία ($r = 0,62$).

Τέλος, χαμηλή έως υψηλή αξιοπιστία παρουσιάστηκε από τους Lagerstrom & Nordgren (1996) ($ICC = 0,355 - 0,93$), οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα πρωτόκολλο που περιελάμβανε διατήρηση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής για 1 min (άντρες) ή για 30 s (γυναίκες) σε δυο διαφορετικές στάσεις του αγκώνα: 1^η στάση προσαγωγή και κάμψη του αγκώνα 90 μοίρες και 2^η στάση: ο αγκώνας σε απαγωγή και περιστροφή και κάμψη 90 μοίρες.

Σε ό,τι αφορά στην επίδραση του φύλου και του χεριού στην αξιοπιστία του στατικού πρωτοκόλλου παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης στο χέρι προτίμησης. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκε διαφοροποίηση μεταξύ των δύο φύλων. Καμία μελέτη στη βιβλιογραφία δεν εξέτασε την επίδραση του φύλου και του χεριού αξιολόγησης στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής.

5.6 Αξιοπιστία στην αντοχή στη δύναμη (δυναμικά πρωτόκολλα)

Όσον αφορά στα δυναμικά πρωτόκολλα, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα, παρατηρήθηκε χαμηλή έως μέτρια αξιοπιστία ($ICC = 0,19 - 0,71$). Πιο συγκεκριμένα, στο δυναμικό πρωτόκολλο των 8 επαναλήψεων ο δείκτης αξιοπιστίας στους άντρες ήταν μέτριος στο χέρι προτίμησης ($ICC= 0,57$) και χαμηλός στο άλλο χέρι ($ICC= 0,22$). Στις γυναίκες τόσο στο χέρι προτίμησης όσο και στο άλλο χέρι ο δείκτης αξιοπιστίας ήταν χαμηλός ($ICC=0,31$ και $0,36$, αντίστοιχα). Επίσης, στο δυναμικό πρωτόκολλο των 10 επαναλήψεων ο δείκτης αξιοπιστίας στους άντρες ήταν μέτριος στο χέρι προτίμησης ($ICC= 0,56$) και χαμηλός στο άλλο χέρι ($ICC= 0,25$). Στις γυναίκες στο χέρι προτίμησης ήταν χαμηλός ($ICC=0,32$) και στο άλλο χέρι μέτριος ($ICC= 0,50$). Τέλος, στο δυναμικό πρωτόκολλο των 12 επαναλήψεων ο δείκτης αξιοπιστίας στους άντρες ήταν μέτριος στο χέρι προτίμησης ($ICC= 0,64$) και μέτριος στο άλλο χέρι ($ICC= 0,50$). Στις γυναίκες στο χέρι προτίμησης ήταν χαμηλός ($ICC=0,19$) και στο άλλο χέρι μέτριος ($ICC= 0,71$).

Το μεγάλο εύρος τιμών πιθανόν να οφείλεται στην δυσκολία των δυναμικών πρωτοκόλλων να γίνουν κατανοητά και να εκτελεστούν από τους δοκιμαζόμενους, καθώς και στον μεγαλύτερο χρόνο εξοικείωσης που ίσως απαιτείται για την εκτέλεσή του.

Στην έρευνα των Wallstrom & Nordenskiold (2001), τα πρωτόκολλα που μελέτησαν παρουσίασαν μέτρια αξιοπιστία ($ICC = 0,54 - 0,73$). Είναι δύσκολο να υπάρξει σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων τους και των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, λόγω σημαντικών διαφορών στη μεθοδολογία μεταξύ των δύο μελετών. Πιο συγκεκριμένα, οι Wallstrom & Nordenskiold (2001) χρησιμοποίησαν ένα πρωτόκολλο που περιελάμβανε συσπάσεις χρονικής διάρκειας 2,5 s και διάλειμμα μεταξύ τους 1 s. Αντίθετα, στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν πρωτόκολλα εκούσιας σύσπασης 3 s και διαλείμματος 5 s.

Όσον αφορά στην επίδραση του φύλου και του χεριού στην αξιοπιστία των δυναμικών πρωτοκόλλων στο δυναμικό πρωτόκολλο των 8 επαναλήψεων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης χωρίς, ωστόσο, να παρατηρηθεί διαφοροποίηση μεταξύ των φύλων και των χεριών. Στα δυναμικά πρωτόκολλα των 10 και 12 επαναλήψεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέτρησης και επαναμέτρησης ούτε διαφοροποίηση μεταξύ των φύλων και μεταξύ των χεριών.

Τέλος, καμία έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία δε μελετά την επίδραση του φύλου και του χεριού στην αξιοπιστία δυναμικών πρωτοκόλλων αντοχής στη δύναμη χειρολαβής. Έτσι περαιτέρω έρευνα κρίνεται απαραίτητη, προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την αξιοπιστία των δυναμικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής..

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προτάσεις

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας φαίνεται ότι:

- Το φύλο και το χέρι προτίμησης είναι παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές της μέγιστης δύναμης χειρολαβής.
- Η δοκιμασία της μέγιστης δύναμης χειρολαβής είναι μια αξιόπιστη διαδικασία.
- Η δοκιμασία αντοχής στη δύναμη χειρολαβής με στατικό πρωτόκολλο είναι μια αξιόπιστη διαδικασία.
- Η δοκιμασία αντοχής στη δύναμη χειρολαβής με δυναμικά πρωτόκολλα φαίνεται να μην είναι αξιόπιστη.

Συμπερασματικά, προτείνεται η αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής να γίνεται με στατικά πρωτόκολλα. Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη, ώστε να μελετηθεί η αξιοπιστία δυναμικών πρωτοκόλλων, καθώς και η επίδραση του φύλου και του χεριού προτίμησης στην αξιοπιστία στατικών και δυναμικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής

Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

Adams, V., Mathisen, B., Baines, S., Lazarus, C., & Callister, R. (2014). Reliability of measurements of tongue and hand strength and endurance using the Iowa Oral Performance Instrument with healthy adults. *Dysphagia*, *1*, 83-95.

Atkinson, G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, *26*, 217-238.

Bemben, M.G., Massey, B.H., & Bemben, D.A. (1996). Isometric intermittent endurance of four muscle groups in men aged 20–74 years. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *28*, 145-154.

Bilodeau, M., Erb, M.D., Nichols, J.M., Joiner, K.L., & Weeks J.B. (2001). Fatigue of elbow flexor muscles in younger and older adults. *Muscle Nerve*, *24*, 98–106.

Bland, J.M., & Altman, D.G.(1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, *1*, 307-310.

Blankenship, K. L. (1994). The Blankenship system functional capacity evaluation: The procedure manual (2nd edn). Macon: The Blankenship Corporation.

Boissy, P., Bourbonnais, D., & Carloti M.M. (1999). Maximal grip force in chronic stroke subjects and its relationship to global upper extremity function. *Clinical Rehabilitation*, *1*, 354-362.

Blimkie, C.J.R. (1989). Age and sex associated variation in strength during childhood: anthropometric, morphologic, neurologic and biomechanical correlates. In C.V. Gisolfi & D.R. Lamb (eds.), *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*, Vol 2. Exercise and Sport (pp. 223-308). Indianapolis: Benchmark.

Carmelli, E., Hagar, P., & Coleman, R. (2003). The Aging Hand. *The Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, *58*, 146-152.

Clerke, A.M., Clerke, J.P., & Adams, R.D. (2005). Effects of hand shape on maximal isometric grip strength and its reliability. *Journal of Hand Therapy*, *18*, 19-29.

Coelho, E., Silva, M.J., Figueiredo, A.J., Moreira Carvalho, H., & Malina, R.M. (2008). Functional capacities and sport specific skills of 14- to 15 year-old male basketball players: Size and maturity effects. *European Journal of Sport and Science*, *8*, 277-285.

Cohen, D.D., Voss, C., Taylor, M.J.D., Stasinopoulos, D.M., Delextrat, A., & Sandercock, G.R.H. (2010). Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatrica*, *99*, 1065-1072.

Coleman, S. (2008). Biomechanics in Dictionary of Sport and Exercise Science and Medicine, Ed. Jennett, S., Churchill-Livingstone Elsevier, 978-0-443-10215-9.

- De Smet, L., & Vercammen, A. (2001). Grip Strength in Children. *Journal of Pediatric Orthopedics. Part B*, 10, 352-354.
- Desrosiers, J., Bravo, G., & Hebert, R. (1996). Isometric grip endurance of healthy elderly men and women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 24, 75-85.
- Di Monaco, M., Di Monaco, R., Manca, M., & Cavanna A. (2000). Handgrip strength is an independent predictor of distal radius bone mineral density in postmenopausal women. *Clinical Rheumatology*, 19, 473-476.
- Ertem, K., Inan, M., Yologlu, S., Elmaly, N., Harma, A., Sahin, S., & Bora, A. (2003). Effects of dominance, body mass index and age on grip and pinch strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 11, 219-223.
- España-Romero, V., Ortega, F.B., Vicente-Rodriguez, G., Artero, E.G., Rey, J.P., & Ruiz, J.R. (2010). Elbow position affects handgrip strength in adolescents: Validity and reliability of Jamar, DynEx, and TKK dynamometers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 272-277.
- Essendrop, M., Schibye, B., & Hansen, K. (2001). Reliability of isometric muscle strength tests for the trunk, hands and shoulders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28, 379-387.
- Fess, E. E. (1995a). Documentation: Essential elements of an upper extremity assessment battery. In J. M. Hunter, E. J. Mackin & A. D. Callahan (Eds). *Rehabilitation of the hand: Surgery and therapy* (4th edn, Vol. 1, pp.185–214). St Louis: Mosby.
- Gerodimos, V. (2012). Reliability of handgrip strength test in basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 25-36.
- Gojanovic, B., Waeber, B., Gremion, G., Liaudet, L., & Feihl F. (2009). Bilateral symmetry of radial pulse in high - level tennis players: implications for the validity of central aortic pulse wave analysis. *Journal of Hypertension*, 27, 1617-1623.
- Harre, D. (1970). *Trainingslehre*. Berlin (DDR).
- Hager-Ross C., & Rosblad B. (2002). Norms for grip strength in children aged 4 - 16 years. *Acta Paediatrica*, 91, 617-625.
- Hamilton, A., Balnave, R., & Adams, R. (1994). Grip strength testing reliability. *Journal of Hand Therapy*, 7, 163-170.
- Hopkins, G., Schabort, E., & Hawley, J. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Medicine*, 31, 211-234.
- Hunter, S.K., Critchlow, A., Shin, I.S., & Enoka R.M. (2004). Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *Journal of Applied Physiology*, 96, 2125– 2132.

- Hunter, S.K., & Enoka, R.M. (2001). Sex differences in the fatigability of arm muscles depends on absolute force during isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, *91*, 2686-2694.
- Hunter, S.K., Critchlow, A., & Enoka, R.M. (2004). Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *Journal of Applied Physiology*, *97*, 1723-1732.
- Incel, N.A., Ceceli, E., Durukan, P.B., Erdem, H.R., & Yorgancioglu, Z.R. (2002). Grip strength: Effect of hand dominance. *Signapore Medicine Journal*, *43*, 234-237.
- Kellis, E. (1998). Quantification of quadriceps and hamstring antagonist activity. *Sports Medicine*, *25*, 37-62.
- Kraemer, W.J., Fry, A.C., & Rubin, M.R. (2001). Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *33*, 1367-1378.
- Kisner, C. & Colby, L.A. (1996). Therapeutic exercise foundations and techniques. Philadelphia: F.A. Davies Company.
- Koç, H., Coşkun, B., Yılmaz, E., Çoban, O., & Yıldız, K. (2010). Comparison of Some Physical and Physiological Parameters of Boy Players aged 13 and 15 who Played Individual Sports and Team. *Mustafa Kemal University Journal of University Physical Education and Sports Sciences*, *1*, 23-30.
- Lagerstrom, C., & Nordgren, B. (1996). Methods for measuring maximal isometric grip strength during short and sustained contractions, including intra-rater reliability. *Uppsala Journal of Medical Sciences*, *101*, 273-286.
- Lagerstrom, C., & Nordgren, B. (1998). On the reliability and usefulness of methods for grip strength measurement. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, *30*, 113-119.
- Larsson, L., & Karlsson, J. (1978). Isometric and dynamic endurance as a function of age and skeletal muscle characteristics. *Acta Physiologica Scandinavica*, *104*, 129-136.
- Lohman, T., Martorell, R., & Roche, A.F. (1988). Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Lucki, N. & Nicolay, C.W. (2007). Phenotypic Plasticity and Fuctional Asymmetry in Response to Grip Forces Exerted by Intercollegiate Tennis Players. *American Journal of Human Biology*, *19*, 566-577
- Luna-Heredia, E., Martín-Peña, G., & Ruiz-Galiana, J. (2005). Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical Nutrition*, *24*, 250-258.
- Malina, R.M., & Bouchard, C. (1991). Growth, Maturation, and Physical Activity. Champaign, IL Human Kinetics.

- Margonato, V., Roi, G.S., Cerizza, C., & Galdabino, G.L. (1994). Maximal isometric force and muscle cross-sectional area of the forearm in fencers. *Journal of Sports Sciences*, *12*, 567-572.
- Massy-Westropp, N., Rankin, W., Ahern, M., Krishnan, J., & Hearn, T.C. (2004). Measuring grip strength in normal adults: Reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *The Journal of Hand Surgery*, *29A*, 514-519.
- Misner, J.E., Massey, B.H., Going, S.B., Bembien, M.G., & Ball, T.E. (1990). Sex differences in static strength and fatigability in three different muscle groups. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *61*, 238-42.
- Molenaar, H.M., Zuidam, J.M., Selles, R.W., Stam, H.J., & Hovius S.E. (2008). Used by children age-specific reliability of two grip-strength dynamometers when used by children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, *90*, 1053-1059.
- Nicolay, C.W., & Walker, A.L. (2005). Grip strength and endurance: influence of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *35*, 605-618.
- Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagstromer, M., Ottevaere, C., Nagy, E., Konsta, O., Rey-Lopez, J.P., Polito, A., Dietrich, S., Plada, M., Beghin, L., Manios, Y., Sjostrom, M., Castillo, M.J., on behalf of the HELENA Study Group.(2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *International Journal of Obesity*, *32*, S49-S57.
- Peolsson, A., Hedlund, R., & Oberg, B. (2001). Intra - and inter tester reliability and reference values for hand strength. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *33*, 36-41.
- Petrofsky, J.S., & Lind, A.R. (1975). Aging, isometric strength and endurance, and cardiovascular responses to static effort. *Journal of Applied Physiology*, *38*, 91-95.
- Reuter, S.E., Massy-Westropp, N., & Evans, A.M. (2011). Reliability and validity of indices of hand-grip strength and endurance. *Australian Occupational Therapy Journal*, *58*, 82-87.
- Rittweger, J., Seller, G., & Ehring, J. (2000). Bone muscle strength indices for human lower leg. *Bone*, *27*, 319-326.
- Ruiz, J.R., Espana-Romero, V., Ortega, F.B., Sjostrom, M., Castillo, M.J., & Gutierrez, A. (2006). Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *The Journal of Hand Surgery*, *31*, 1367-1372.
- Ruiz-Ruiz, J., Mesa, J.L.M., Gutierrez, A., Castillo, M.J. (2002). Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *The Journal of Hand Surgery*, *27A*, 897-901.
- Sato, H., & Ohasi, J. (1989). Sex differences in static muscular endurance. *Journal of Human Ergology*, *18*, 53-60.

- Schreuders, T.A., Roebroek, M., van der Kar, T.J., Soeters, J.N., Hovius S.E., & Stam, H.J. (2000). Strength of the intrinsic muscles of the hand measured with a hand-held dynamometer: reliability in patients with ulnar and median nerve paralysis. *The Journal of Hand Surgery, 25B*, 560-565
- Seger, J.Y., & Thorstensson, A. (2000). Muscle strength and electromyogram in boys and girls followed through puberty. *European Journal of Applied Physiology, 81*, 54-61.
- Shechtman, O., Gestewitz, L., & Kimble, C. (2005). Reliability and Validity of the DynEx Dynamometer. *Journal of Hand Therapy, 18*, 339-347.
- Smolander, J., Aminoff, T., Korhonen, I., Tervo, M., Shen, N., & Korhonen, O. (1998). Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men. *European Journal of Applied Physiology, 77*, 439-444.
- Svensson, E., Waling, K., & Hager-Ross, C. (2008). Grip strength in children: Test-retest reliability using Grippit. *Acta Paediatrica, 97*, 1226-1231.
- Svensson, E., & Hager-Ross, C. (2006). Hand function in Charcot Marie Tooth: test retest reliability of some measurements. *Clinical Rehabilitation, 20*, 896-908.
- Thompson, B.C., Fadia, T., Pincivero, D.M., & Scheuermann, B.W. (2007). Forearm blood flow responses to fatiguing isometric contractions in women and men. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology, 293*, 805-812.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 21*, 923-929.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2009). Relations of anthropometric parameters with scores on basic and specific motor tasks in young handball players. *Perceptual and Motor Skills, 108*, 670-676.
- Walamies, M., & Turjanmaa, V. (1993). Assessment of the reproducibility of strength and endurance handgrip parameters using a digital analyzer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 67*, 83-86.
- Wallström, A., & Nordenskiöld, U. (2001). Assessing hand grip endurance with repetitive maximal isometric contractions. *Journal of Hand Therapy, 14*, 279-285.
- West, W., Hicks, A., Clements, L. & Dowling, J. (1995). The relationship between voluntary electromyogram, endurance time and intensity of effort in isometric handgrip exercise. *European Journal of Applied Physiology, 71*, 301-305.
- Wu, S.W., Wu, S.F., Liang, H.W., Wu, Z.T., & Huang, S. (2009). Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. *Applied Ergonomics, 40*, 811-815

Yoon, T., Schlinder, De-lap, B., Griffith, E.E., & Hunter, S.K. (2007). Mechanisms of fatigue differ after low- and high-force fatiguing contractions in men and women. *Muscle Nerve*, 36, 512-524.

Παραρτήματα

Φόρμα καταμέτρησης στοιχείων δοκιμαζόμενου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ

ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ	
ΗΜ. ΓΕΝΝΗΣΗΣ	
ΧΕΡΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	

ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΑΝΑΣΤΗΜΑ	
ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ	
ΜΗΚΟΣ ΠΑΛΑΜΗΣ	
ΠΛΑΤΟΣ ΠΑΛΑΜΗΣ	
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΑΛΑΜΗΣ	

Δοκιμασία Μέγιστης Δύναμης Χειρολαβής

ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ	ΧΕΡΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ		ΑΛΛΟ ΧΕΡΙ	
	ΗΜΕΡΑ 1 ^Η	ΗΜΕΡΑ 2 ^Η	ΗΜΕΡΑ 1 ^Η	ΗΜΕΡΑ 2 ^Η

Δοκιμασία Στατικής Αντοχής στη Δύναμη Χειρολαβής

ΜΕΤΡΗΣΗ/ ΗΜΕΡΑ	ΧΕΡΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΑΛΛΟ ΧΕΡΙ

Δοκιμασία Δυναμικής Αντοχής στη Δύναμη Χειρολαβής

ΠΡΩΤΗ ΗΜΕΡΑ

ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ	ΧΕΡΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΑΛΛΟ ΧΕΡΙ
1 ^η		
2 ^η		
3 ^η		
4 ^η		
5 ^η		
6 ^η		
7 ^η		
8 ^η		
9 ^η		
10 ^η		
11 ^η		
12 ^η		

ΔΕΥΤΕΡΗ ΗΜΕΡΑ

ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ	ΧΕΡΙ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΑΛΛΟ ΧΕΡΙ
1 ^η		
2 ^η		
3 ^η		
4 ^η		
5 ^η		
6 ^η		
7 ^η		
8 ^η		
9 ^η		
10 ^η		
11 ^η		
12 ^η		



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Αξιολόγηση κόπωσης στη δύναμη χειρολαβής νεαρών αντρών και γυναικών. Αξιοπιστία πρωτοκόλλων.

Επιστημονικός Υπεύθυνος-η: Γεροδήμος Βασίλειος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (email: bgerom@pe.uth.gr; τηλ.2431047005).

Ερευνητές: Ψύχου Δήμητρα (email: dpsychou@pe.uth.gr; τηλ. 6979431123)

- 1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας:** Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξεταστεί: α) η αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης της αντοχής στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής νεαρών αντρών και γυναικών, β) η επίδραση του χεριού στην αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης αντοχής στη δύναμη χειρολαβής, γ) η επίδραση του φύλου στην αξιοπιστία διαφορετικών πρωτοκόλλων αξιολόγησης αντοχής στη δύναμη χειρολαβής.
- 2. Διαδικασία:** Για την πραγματοποίηση της έρευνας θα πρέπει να επισκεφτείς το Κέντρο Έρευνας και Αξιολόγησης της Αθλητικής Απόδοσης της ΣΕΦΑΑ-ΠΘ 4 φορές (για περίπου μισή ώρα). Πριν την έναρξη της έρευνας θα πραγματοποιηθεί ενημέρωση και εξοικείωση των συμμετεχόντων με τις μετρήσεις και το όργανο μέτρησης (χειροδυναμόμετρο), θα συμπληρωθεί ερωτηματολόγιο με τα προσωπικά χαρακτηριστικά του κάθε δοκιμαζόμενου και θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και των διαστάσεων της παλάμης. Το κάθε άτομο θα πραγματοποιήσει 2 πρωτόκολλα για την αξιολόγηση της αντοχής στη δύναμη χειρολαβής (στατικό και δυναμικό), με τρεις ημέρες κενό μεταξύ των πρωτοκόλλων. Σε κάθε πρωτόκολλο θα πραγματοποιηθούν δυο μετρήσεις, με δυο ημέρες κενό μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης.
- 3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις:** Δεν υπάρχει κάποιος κίνδυνος ή παρενέργεια.
- 4. Προσδοκώμενες ωφέλειες:** Με τη συμμετοχή σας, σας δίνετε η δυνατότητα να αξιολογηθείτε στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής και στην αντοχή στη δύναμη χειρολαβής, παράγοντες σημαντικούς για τη λειτουργικότητα των άνω άκρων. Τέλος, θα ενημερωθείτε για τα αποτελέσματα της έρευνάς μας.
- 5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων:** Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομά σας δε θα φαίνεται πουθενά.
- 6. Πληροφορίες:** Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή τη διαδικασία της εργασίας.
- 7. Ελευθερία συναίνεσης:** Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.
- 8. Δήλωση συναίνεσης:** Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναίνω να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
 συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
 παρατηρητή