

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ

**ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ
ΑΘΛΗΤΩΝ ΧΕΙΡΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ. ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ
ΙΣΟΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ ΙΣΧΥΟΣ**

Γκαντής Κωνσταντίνος

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την 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:

1^{ος} επιβλέπων: Τσιόκανος Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

2^{ος} επιβλέπων: Τζιαμούρτας Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

3^{ος} επιβλέπων: Γεροδήμος Βασίλειος, Επίκουρος Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ-ΠΘ

Τρίκαλα 2011

© 2011

Κωνσταντίνος Γκαντής

ALL RIGHTS RESERVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γκαντής Κωνσταντίνος: Δυναμικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων Ελλήνων αθλητών χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Σχέση μεταξύ ισοκίνησης και δοκιμασιών ισχύος.

Ένα σύνολο από 183 υγιείς Έλληνες αθλητές χειροσφαίρισης (ηλικίας $20 \pm 3,6$ ετών, αναστήματος $182,5 \pm 9,7$ cm, σωματικής μάζας $84,7 \pm 26,7$ Kg) της Α΄ Εθνικής Κατηγορίας εξετάσθηκαν για τη μέγιστη (F_{max}) και εκρηκτική (F_{exp}) δύναμη των κάτω άκρων (leg press, σε 90° γωνία του γονάτου, σε ισομετρικές συνθήκες), για τη μέγιστη ταχύτητα περιστροφής σε στατικό ποδήλατο χωρίς εξωτερική επιβάρυνση, ως έκφραση της μέγιστης ταχύτητας συστολής των μυών των ποδιών (fc_{max}) και για την αλτική ικανότητα (hsj , $hcmj$). Επίσης αξιολογήθηκαν στη μέγιστη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων (Q_{30} and Q_{180}) και των καμπτήρων (H_{30} and H_{180}) του γονάτου, στις γωνιακές ταχύτητες των 30 και 180 %/s, με τη χρήση του ισοκινητικού μηχανήματος Cybex 340. Υπολογίστηκε επίσης ο λόγος καμπτήρων/εκτεινόντων (H/Q ratio). Η F_{max} ήταν $2,6 \pm 0,6$ Σ.Β., η F_{exp} ήταν $1,6 \pm 0,3$ kp/ms, η fc_{max} $3,5 \pm 0,2$ c/s, το hsj $46,6 \pm 0,4$ cm και το $hcmj$ $58,6 \pm 6,6$ cm. Τα αποτελέσματα της μέγιστης ισοκινητικής ροπής ήταν για τους εκτεινόντες του γονάτου $Q_{30} = 3,6 \pm 0,5$ Nm/kg και $Q_{180} = 2,3 \pm 0,3$ Nm/kg και για τους καμπτήρες $H_{30} = 1,9 \pm 0,3$ Nm/kg και $H_{180} = 1,4 \pm 0,1$ Nm/kg. Ο H/Q ratio ήταν $56,3 \pm 7,7$ και $66,2 \pm 9$ για τη γωνιακή ταχύτητα 30 %/s και 180 %/s αντίστοιχα. Η ανάλυση συσχέτισης αποκάλυψε μέτριους συντελεστές συσχέτισης ($r = 0,46 - 0,50$) μεταξύ των παραμέτρων της ισοκίνησης και των δοκιμασιών ισχύος. Η παρούσα μελέτη εμπλουτίζει τις βάσεις δεδομένων για τα δυναμικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων κορυφαίων αθλητών χειροσφαίρισης.

Λέξεις κλειδιά: Δύναμη ποδιών, άρρνες, χειροσφαίριση, ισοκίνηση, ισομετρικός

ABSTRACT

GANTIS KONSTANTINOS: Strength characteristics of the lower extremities in elite Greek male handball players. A relationship between isokinetic and power tests.

A total of 183 healthy male Greek team handball players (age $20 \pm 3,6$ years, height $182,5 \pm 9,7$ cm, mass $84,7 \pm 26,7$ Kg; mean $\pm SD$) in the first division were tested for maximal (F_{max}) and explosive (F_{exp}) strength of the legs (isometric leg press at 90° knee flexion), for maximal frequency of gyration on a stationary bicycle without external loading, as an expression of the maximal velocity of leg muscle contraction (fc_{max}) and for jumping ability (hsj, hcmj). Also they were assessed for the peak torque of the knee extensors (Q_{30} and Q_{180}) and flexors (H_{30} and H_{180}) at angular velocities of 30 and 180 $^\circ/s$, using a Cybex 340 isokinetic device. The hamstrings/quadriceps ratio (H/Q ratio) was also calculated. The F_{max} was $2,6 \pm 0,6$ bw, the F_{exp} was $1,6 \pm 0,3$ kp/ms, the fc_{max} $3,5 \pm 0,2$ c/s, the hsj $46,6 \pm 0,4$ cm and the hcmj $58,6 \pm 6,6$ cm. The results for the maximal isokinetic torque were for the knee extensors $Q_{30} = 3,6 \pm 0,5$ Nm/kg and $Q_{180} = 2,3 \pm 0,3$ Nm/kg and for the knee flexors $H_{30} = 1,9 \pm 0,3$ Nm/kg and $H_{180} = 1,4 \pm 0,1$ Nm/kg. The H/Q ratio was $56,3 \pm 7,7$ and $66,2 \pm 9$ for the angular velocity of 30 $^\circ/s$ and 180 $^\circ/s$ respectively. A correlation analysis revealed moderate correlation coefficients ($r = 0,46 - 0,50$) between the isokinetic and power tests parameters. The study establishes additional normative data on leg strength characteristics on elite male handball players.

Keywords: leg strength; male; handball; isokinetic; isometric

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής και πρωτίστως τον κύριο επιβλέποντα, αναπληρωτή καθηγητή του Π.Θ. κ. Θανάση Τσιόκανο, για τη βοήθεια στην επιλογή του θέματος, τη συστηματική εποπτεία, τις παρατηρήσεις και τις εποικοδομητικές υποδείξεις του σε όλα τα στάδια της διατριβής.

Επίσης, σημαντική ήταν και η βοήθεια του αναπληρωτή καθηγητή του Π.Θ. κ. Θανάση Τζιαμούρτα και του επίκουρου καθηγητή του Π.Θ. Βασίλη Γεροδήμου, ως μελών της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, στους οποίους εκφράζω τις ευχαριστίες μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στη Διεύθυνση του Εθνικού Κέντρου Αθλητικών Ερευνών (ΕΚΑΕ) και ιδιαίτερα στους επιστήμονες του Τμήματος Βιομηχανικής του ΕΚΑΕ Αρσένη Γιαβρόγλου και Κώστα Βαλασωτήρη για την ευγενική παραχώρηση των πρωτογενών δεδομένων από την πλούσια συλλογή που διαθέτουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. Σημαντικότητα της ερευνητικής μελέτης	9
1.2. Σκοπός της έρευνας	10
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	11
2.1. Δύναμη των άνω άκρων	11
2.2. Ισχύς των άνω άκρων	16
2.3. Δύναμη των κάτω άκρων	19
2.4. Ισχύς των κάτω άκρων	22
2.5. Διαφορές στα δυναμικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων μεταξύ επιφανών και ερασιτεχνών αθλητών χειροσφαίρισης	25
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	28
3.1. Συμμετέχοντες	28
3.2. Όργανα μέτρησης	28
3.3. Διαδικασίες μέτρησης	30
3.4. Εξεταζόμενες μεταβλητές	30
3.5. Στατιστική ανάλυση	31
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
4.1. Δοκιμασίες ισχύος	32

4.2. Ισοκινητικές δοκιμασίες	32
4.3. Συσχετίσεις μεταξύ δοκιμασιών ισχύος και ισοκίνησης	33
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	35
5.1. Δοκιμασίες ισχύος	35
5.2. Ισοκινητικές δοκιμασίες	36
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	38
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39

1. Εισαγωγή

Η σύγχρονη χειροσφαίριση, όντας άθλημα επαφής, απαιτεί διαλειμματικές δεξιότητες υψηλής έντασης, όπως δρόμους ταχύτητας, άλματα, ρίψεις, κρατήματα και σπρωξίματα αντιπάλου (Kvorning, 2006; Wallace & Cardinale, 1997). Αν και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι σημαντικά στην εκτέλεση τεχνικών και τακτικών δεξιοτήτων (Visnaruu & Jurimae, 2007; Zapartidis et al., 2009), η εκτέλεση των παραπάνω δεξιοτήτων σε υψηλό επίπεδο απόδοσης προϋποθέτει αντίστοιχα υψηλά επίπεδα δύναμης και μυϊκής ισχύος, τόσο στα άνω όσο και στα κάτω άκρα (Chelly, Hermassi, & Shephard, 2010; Delecluse et al., 1995; Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Izquierdo, 2006; Gorostiaga et al., 2004). Έχει βρεθεί ότι αγόρια και κορίτσια, που είχαν επιλεγεί για τη συμμετοχή τους σε ομάδες χειροσφαίρισης, παρουσίασαν καλύτερες επιδόσεις στη ρίψη ιατρικής μπάλας, σε σχέση με άλλα παιδιά που δεν είχαν επιλεγεί (Lidor et al., 2005). Αυτό καταδεικνύει ότι η επίδοση στη δεξιότητα της ρίψης αποτελεί κρίσιμο χαρακτηριστικό για την επιτυχία στη χειροσφαίριση (Hoff & Alm sbakk, 1995; van den Tillaar & Ettema, 2004), ενώ εξαρτάται άμεσα από την ακρίβεια και την ταχύτητα της μπάλας (Joris, van Muyen, van Ingen Schenau, & Kemper, 1985; Van Muijen, Joris, Kemper, & Schenau, 1991). Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας, τόσο λιγότερο χρόνο έχουν οι αμυντικοί και ο τερματοφύλακας να την αποκρούσουν ή να την μπλοκάρουν (Van Muijen et al., 1991). Οι παράγοντες που προσδιορίζουν την ταχύτητα της μπάλας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αθλητή (Kvorning, 2006), το συντονισμό των ενεργειών των διαφόρων μελών του σώματος (Gollhofer & Kyrolainen, 1991; Hong, Cheung, & Roberts, 2001; Toumi, Best, Martin, & Roumarat, 2004), την τεχνική της ρίψης (Joris et al., 1985), και το επίπεδο της φυσικής του κατάστασης (Joris et al.,

1985). Αν και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι κατά κύριο λόγο γενετικά εξαρτημένα (Klissouras et al., 2001), η τεχνική της ρίψης και το επίπεδο φυσικής κατάστασης μπορούν να διαφοροποιηθούν από την προπονητική διαδικασία. Μολονότι η τεχνική της ρίψης επιδέχεται προπονητικές προσαρμογές, σε αθλητές υψηλού επιπέδου, οι προσαρμογές αυτές είναι ασήμαντες και κατά συνέπεια η αύξηση της ταχύτητας απελευθέρωσης της μπάλας θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη βελτίωση παραγόντων φυσικής κατάστασης, όπως είναι η μέγιστη δύναμη και μυϊκή ισχύς, τόσο των άνω όσο και των κάτω άκρων. Σ' αυτό συνηγορούν και τα αποτελέσματα ερευνητών που εντόπισαν συσχετίσεις μεταξύ της ταχύτητας ρίψης και της ισομετρικής δύναμης (Gorostiaga et al., 2006; van den Tillaar & Ettema, 2004).

Είναι γνωστό ότι ο κορμός δέχεται, προσθέτει και μεταφέρει ενέργεια από τα εγγύτερα τμήματα του σώματος προς τα πιο απομακρυσμένα (Kibler, 1994; Kibler, Press, & Sciascia, 2006). Έτσι στη ρίψη της μπάλας με υψηλή ταχύτητα σε ανταγωνιστικές συνθήκες υψηλού επιπέδου, ιδιαίτερα σημαντική είναι η ικανότητα του αθλητή κατά τη διάρκεια της απελευθέρωσής της να μεταφέρει την ώθηση της δύναμης του κάτω μέρους του σώματός του στο άνω μέρος και από εκεί στη μπάλα (Morriss & Bartlett, 1996; Viitasalo, Mononen, & Norvapalo, 2003). Φαίνεται ότι ο καλός νευρομυϊκός συντονισμός του κορμού βοηθά στη μεταφορά αυτής της ενέργειας. Πράγματι, ασκήσεις που βελτιώνουν τη δύναμη και τη σταθερότητα του κορμού επιδρούν στο νευρομυϊκό συντονισμό ή στην παραγωγή υψηλότερων τιμών δύναμης (Willardson, 2007). Προς αυτή την κατεύθυνση συνηγορούν και τα ευρήματα των Fleck et al. (1992), οι οποίοι παρατήρησαν ότι κατά τη διάρκεια της ρίψης το βεληνεκές της μπάλας ήταν μεγαλύτερο, όταν τα πόδια ήταν σε επαφή με το έδαφος, υποδεικνύοντας τη χρήση των κάτω άκρων με σκοπό την αύξηση της ώθησης. Η αξία του νευρομυϊκού συντονισμού δεν εξαντλείται στη βελτίωση της

απόδοσης, αλλά διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο και στη διατήρηση της δομής μιας άρθρωσης. Συγκεκριμένα, υψηλής ενέργειας κινήσεις, όπως η ρίψη μπάλας, μπορούν να οδηγήσουν σε χαλάρωση των σταθεροποιητικών δομών μιας άρθρωσης. Εάν δεν υπάρχει ο κατάλληλος νευρομυϊκός συντονισμός, τότε ο αθλητής αδυνατεί να ελέγξει αυτή τη χαλαρότητα, με αποτέλεσμα την αστάθεια στην άρθρωση και την ανάπτυξη της παθολογίας της (Pappas & Walzer, 1995). Είναι φανερό ότι η μέγιστη δύναμη και η ισχύς, τόσο των άνω όσο και των κάτω άκρων, διαδραματίζουν συνδυαστικά σημαντικό ρόλο για την επιτυχία στη χειροσφαίριση.

1.1 Σημαντικότητα της ερευνητικής μελέτης

Η μέγιστη δύναμη και η ισχύς των άνω και κάτω άκρων είναι από τους καθοριστικούς παράγοντες επίδοσης στη χειροσφαίριση (Joris et al., 1985). Η σημαντικότητα αυτών των παραμέτρων αυξάνει από το γεγονός ότι επιδέχονται μεγάλες βελτιώσεις και στο επίπεδο του πρωταθλητισμού (Gorostiaga, Granados, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Izquierdo, 2006; van den Tillaar & Ettema, 2004). Έτσι η αξιολόγησή τους είναι επιτακτική ανάγκη.

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται αξιολογήσεις της δύναμης και της μυϊκής ισχύος αθλητών χειροσφαίρισης διαφόρων επιπέδων και σε διαφορετικές συνθήκες. Ωστόσο καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει το προφίλ των δυναμικών χαρακτηριστικών των κάτω άκρων σε Έλληνες αθλητές χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, συνδυάζοντας την ισοκινητική αξιολόγηση και τις δοκιμασίες ισχύος. Η αξιολόγηση αυτή μπορεί να συνεισφέρει στον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων γύρω από τη φυσική κατάσταση στη φάση του πρωταθλητισμού, στην ταυτοποίηση και επιλογή των ταλέντων, ενώ θα είχε ιδιαίτερη αξία για τον κατάλληλο σχεδιασμό προγραμμάτων προπόνησης δύναμης, ισχύος και αερόβιας ικανότητας, με απώτερο σκοπό τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

1.2 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η αξιολόγηση του προφίλ των δυναμικών χαρακτηριστικών των κάτω άκρων σε Έλληνες αθλητές της χειροσφαίρισης, συνδυάζοντας την ισοκινητική αξιολόγηση και τις δοκιμασίες ισχύος.

2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 Δύναμη των άνω άκρων

Για την αξιολόγηση της δύναμης των άνω άκρων σε αθλητές της χειροσφαίρισης έχουν χρησιμοποιηθεί ισοτονικές, ισοκινητικές και ισομετρικές δοκιμασίες και έχουν υπάρξει και αντίστοιχες κριτικές γι' αυτές. Κάποιοι ερευνητές (Gorostiaga, Granados, Ibanez, & Izquierdo, 2005; Granados, Izquierdo, Ibanez, Bonnabau, & Gorostiaga, 2007) θεωρούν ότι οι ισομετρικές και ισοκινητικές δοκιμασίες δεν είναι οι καταλληλότερες για την αξιολόγηση μιας δυναμικής δεξιότητας, όπως είναι η ρίψη της μπάλας της χειροσφαίρισης. Έτσι, προτιμούν να εφαρμόσουν δοκιμασίες που προσομοιάζουν περισσότερο στη δεξιότητα της ρίψης και συγκεκριμένα στη σύγκεντρη φάση, όπως είναι οι πιέσεις στον πάγκο. Άλλοι ερευνητές θεωρούν ότι οι δεξιότητες με μόνο σύγκεντρη φάση είναι σπάνιες, ενώ οι δεξιότητες που παρουσιάζουν αλληλουχία μεταξύ έκκεντρων και σύγκεντρων φάσεων παρουσιάζονται περισσότερο στο άθλημα της χειροσφαίρισης και είναι πιο τυπικές και αντιπροσωπευτικές (Andrade Mdos, Fleury, de Lira, Dubas, & da Silva, 2010; Chelly et al., 2010). Συγκεκριμένα, οι Andrade Mdos et al. (2010) προτείνουν τη χρήση της λειτουργικής αναλογίας ροπής δύναμης για τους στροφείς της άρθρωσης του ώμου, ενώ οι Chelly et al. (2010) προτείνουν εναλλακτικά τη δοκιμασία «pulllover» ως την καταλληλότερη για αθλητές της χειροσφαίρισης.

Σε ό,τι αφορά τις ισοτονικές δοκιμασίες, αυτές που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι οι πιέσεις πάγκου και η δοκιμασία «pulllover», ενώ ο τρόπος υπολογισμού της μέγιστης δύναμης είναι κατά κύριο λόγο η μέθοδος της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM). Υπάρχουν δύο τέτοιες μελέτες που εξετάζουν πιθανές συσχετίσεις της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων με την ικανότητα της ρίψης της

μπάλας. Στην πρώτη από αυτές (Marques, van den Tilaar, Vescovi, & Gonzalez-Badillo, 2007) εξετάστηκαν 14 υψηλού επιπέδου χειροσφαιριστές από την Πορτογαλία και βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r = .637$, $P = .014$). Αντίθετα, στη δεύτερη μελέτη (Chaouachi et al., 2009), στην οποία εξετάστηκαν επίσης υψηλού επιπέδου χειροσφαιριστές ($N=21$) από την Τυνησία, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση. Στις παραπάνω μελέτες αναφέρονται διαφορετικές τιμές της μέσης μέγιστης δύναμης (kg) (68.88 ± 10.06 και 99.25 ± 14.52 , αντίστοιχα). Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στο διαφορετικό τρόπο υπολογισμού της μέγιστης δύναμης. Αναλυτικότερα, οι Chaouachi et al. (2009) χρησιμοποίησαν το σύστημα ACE (Ariel Computer Exercise System), ενώ οι Marques et al. (2007) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της μίας μέγιστης επανάληψης. Την τελευταία μέθοδο (1RM) χρησιμοποίησαν επίσης δύο ερευνητικές ομάδες από την Τουρκία (Asci & Acikada, 2007) και την Ισπανία (Izquierdo, Hakkinen, Gonzalez-Badillo, Ibanez, & Gorostiaga, 2002), προκειμένου να εξετάσουν την επίδραση της μακροχρόνιας προπονητικής εξειδίκευσης στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων. Και στις δύο αυτές μελέτες φαίνεται ότι η μακροχρόνια προπονητική εξειδίκευση δεν παίζει ιδιαίτερο ρόλο στις παραμέτρους της δύναμης σε αθλητές με παρόμοια δύναμη, διαφορετικού όμως αθλητικού υπόβαθρου, εκτός από την περίπτωση των αρσιβαριστών, οι οποίοι παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές μέγιστης δύναμης (Izquierdo et al., 2002). Δύο επιπλέον μελέτες από την Ισπανία αξιολόγησαν την επίδραση μιας ολόκληρης περιόδου στη μέγιστη δύναμη σε επιφανείς άνδρες (31 ± 4.0 έτη) (Gorostiaga et al., 2006) και γυναίκες (23 ± 4.0 έτη) (Granados, Izquierdo, Ibanez, Ruesta, & Gorostiaga, 2008). Και στις δύο ομάδες υπήρξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις της μέγιστης δύναμης κατά 2% και 11.3% αντίστοιχα. Η σχετικά μικρή βελτίωση των ανδρών πιθανόν να οφείλεται στο ό,τι οι αθλητές υψηλού επιπέδου σε

προχωρημένη ηλικία ίσως να έχουν πλησιάσει αρκετά τα γενετικά τους όρια, σε ό,τι αφορά τη σωματική τους απόδοση. Δύο μελέτες από την Τυνησία (Chelly et al., 2010; Hermassi, Chelly, Fathloun, & Shephard, 2010) χρησιμοποίησαν τη δοκιμασία της δύναμης-ταχύτητας για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων, επιπροσθέτως των δοκιμασιών της μίας μέγιστης επανάληψης (1RM-πίεσεις πάγκου & 1RM-Pullover). Η δοκιμασία αυτή απαιτεί σύντομες μέγιστες προσπάθειες, διάρκειας περίπου επτά δευτερολέπτων, σε τροποποιημένο κυκλοεργόμετρο. Οι παραπάνω ερευνητές βρήκαν παρόμοιες τιμές στις δοκιμασίες της μίας μέγιστης επανάληψης, ενώ στη δοκιμασία της δύναμης-ταχύτητας οι Chelly et al. (2010) αναφέρουν μικρότερες τιμές. Τέλος, δύο ισπανικές μελέτες αξιολόγησαν την επίδραση ενός προγράμματος προπόνησης υψηλών αντιστάσεων, διάρκειας έξι (Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta, & Ibanez, 1999) και 12 (Marques & Gonzalez-Badillo, 2006) εβδομάδων, με χρήση της μεθόδου της μίας μέγιστης επανάληψης και βρήκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στη μέγιστη δύναμη των άνω άκρων 23% και 27.7% αντίστοιχα.

Αναφορικά με την ισοκινητική αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων σε αθλητές της χειροσφαίρισης, αυτή πραγματοποιείται κυρίως στην άρθρωση του ώμου και του αγκώνα, χρησιμοποιώντας μεγάλο εύρος γωνιακών ταχυτήτων (60°-300°/sec). Η ισοκινητική ροπή δύναμης στα άνω άκρα έχει εξεταστεί κυρίως σε σχέση με την ταχύτητα απελευθέρωσης της μπάλας, αλλά και τον προσδιορισμό μυϊκών ανισοροπιών. Συγκεκριμένα, οι Bayios, Anastasopoulou, Sioudris, & Boudolos (2001), εξετάζοντας τη σχέση της ταχύτητας απελευθέρωσης της μπάλας με την ισοκινητική δύναμη των έσω και έξω στροφών της άρθρωσης του ώμου, βρήκαν ότι οι παίκτες της Α1 Εθνικής κατηγορίας είχαν υψηλότερες ταχύτητες από τους παίκτες της Α2 και από τους φοιτητές φυσικής αγωγής. Αν και βρέθηκαν οι

παραπάνω διαφορές, καμία διαφορά μεταξύ των εξετασθέντων ομάδων δε βρέθηκε σχετικά με την ισοκινητική ροπή, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ισοκινητική ροπή των στροφέων του ώμου πιθανόν δε σχετίζεται με την ταχύτητα απελευθέρωσης. Σ' αυτό το συμπέρασμα συνηγορούν και τα αποτελέσματα των Dauty, Kitar, Dubois, & Potiron-Josse (2005), οι οποίοι, αν και βρήκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας από καθιστή θέση και όλων των αναλογιών που υπολογίστηκαν, δε βρήκαν καμία συσχέτιση μεταξύ των μέγιστων ροπών δύναμης των έσω/έξω στροφέων του ώμου και των ταχυτήτων των τριών τύπων άλματος που εξετάστηκαν. Οι συσχετίσεις που βρέθηκαν στην παραπάνω μελέτη μεταξύ των μυϊκών αναλογιών και της ταχύτητας ρίψης της μπάλας, πιθανόν να εκφράζουν τη θετική επίδραση του νευρομυϊκού συντονισμού στην ικανότητα ρίψης. Σε μια μελέτη από τις Ηνωμένες Πολιτείες (Fleck et al., 1992) βρέθηκαν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ της ταχύτητας απελευθέρωσης σε ρίψη με άλμα και των περισσότερων ισοκινητικών ροπών που εξετάστηκαν, όπως η μέγιστη ροπή της έκτασης του ώμου, των έσω στροφέων, της οριζόντιας απαγωγής, της έκτασης και κάμψης του αγκώνα στις ταχύτητες 180, 240 και 300 deg · sec⁻¹. Ωστόσο, δε βρέθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ ισοκινητικής ροπής και στις τρεις γωνιακές ταχύτητες και της ταχύτητας απελευθέρωσης στη ρίψη από θέση, εκτός από την οριζόντια απαγωγή του ώμου. Αυτή η διαφοροποίηση στις συσχετίσεις, ανάλογα με τον τύπο του άλματος, πιθανόν υποδηλώνει τη συνεισφορά των κάτω άκρων στην αύξηση της ταχύτητας απελευθέρωσης. Αναφορικά με τον προσδιορισμό μυϊκών ανισοροπιών, οι Baltaci & Tunay (2004), εξετάζοντας τη μέγιστη δύναμη και την κινητικότητα της άρθρωσης του ώμου σε άνδρες χειροσφαιριστές, δε βρήκαν διαφορές στην ισοκινητική ροπή δύναμης των άνω άκρων μεταξύ προτιμώμενων και μη μελών. Αντίθετα, πρόσφατη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε γυναίκες αθλήτριες της

χειροσφαίρισης (Andrade Mdos et al., 2010), που εξέτασε την ισοκινητική ροπή δύναμης των έσω και έξω στροφών του ώμου σε τρεις διαφορετικές ταχύτητες (1.05, 3.14, 5.23 rad · sec⁻¹) σε σύγκεντρες συνθήκες και σε δύο διαφορετικές ταχύτητες (3.14, 5.23 rad · sec⁻¹) σε έκκεντρες συνθήκες, βρήκε διαφορές. Αν και οι αναλογίες μυϊκών ανισοροπιών ήταν όμοιες, με μοναδική διαφορά στη λειτουργική αναλογία δύναμης (functional strength ratio) στις 5.23 rad · Sec⁻¹, η προτιμώμενη πλευρά παρουσίασε γενικά υψηλότερες τιμές ισοκινητικής ροπής από τη μη προτιμώμενη. Η λειτουργική αναλογία δύναμης εξετάστηκε σ' αυτή τη μελέτη, διότι σύμφωνα με τους συγγραφείς αυτή προσομοιάζει περισσότερο στην κίνηση της ρίψης και μπορεί να την περιγράψει καλύτερα. Σε παρόμοια μελέτη (Yildiz et al., 2006), εξετάζοντας στρατευμένους αθλητές της πετοσφαίρισης, της χειροσφαίρισης και της αντισφαίρισης, υπολογίστηκαν οι λειτουργικές αναλογίες ισοκινητικής δύναμης, τόσο στην έξω όσο και στην έσω στροφή των ώμων και των δυο πλευρών. Από τα αποτελέσματα φάνηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο στην έξω όσο και στην έσω στροφή, μεταξύ των λειτουργικών αναλογιών και των δύο πλευρών.

Τέλος, για την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης των άνω άκρων σε αθλητές χειροσφαίρισης, έχουν χρησιμοποιηθεί απλές, αλλά και περισσότερο σύνθετες ισομετρικές δοκιμασίες. Ειδικότερα, ερευνητές από το Βέλγιο (Mohamed et al., 2009) στοχεύοντας στην ανάπτυξη ενός μοντέλου ανίχνευσης και ταυτοποίησης ταλέντων για νεαρούς αθλητές χειροσφαίρισης και προκειμένου να αξιολογηθεί η ισομετρική δύναμη των άνω άκρων, χρησιμοποίησαν από τη γνωστή δέσμη δοκιμασιών πεδίου Eurofit (Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research., 1988) τη δοκιμασία Hand grip. Η δοκιμασία αυτή, όπως και όλες οι δοκιμασίες πεδίου, είναι απλή, σύντομη και οικονομική, ιδιότητες που της δίδουν τη δυνατότητα εφαρμογής της σε μεγάλο αριθμό εξεταζόμενων με μεγάλο ηλικιακό εύρος. Στη συγκεκριμένη

μελέτη βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισομετρική δύναμη μεταξύ των νεαρών αθλητών χειροσφαίρισης, της κατηγορίας κάτω των 16 (U16) και της αντίστοιχης ηλικιακά ομάδας αναφοράς. Αντίθετα, δε βρέθηκε αντίστοιχη διαφορά στην κατηγορία κάτω των 14 (U14). Η διαφοροποίηση αυτή πιθανόν να οφείλεται στη μεγαλύτερη προπονητική εξειδίκευση των U16. Ισομετρική αξιολόγηση της δύναμης των άνω άκρων σε αθλητές χειροσφαίρισης έχει γίνει και σε πιο σύνθετες εργαστηριακές συνθήκες. Οι Van Muijen et al. (1991) αξιολόγησαν την επίδραση δύο προγραμμάτων προπόνησης διαφορετικής επιβάρυνσης (ρίψεις με ελαφριά & βαριά μπάλα), διάρκειας οκτώ εβδομάδων, στην ισοκινητική ροπή δύναμης των έσω στροφών του ώμου και των εκτεινόντων του αγκώνα, με σύγκεντρες συστολές στις 60°, 180°, 300° και 0°. Σε ό,τι αφορά στην τελευταία ταχύτητα, ουσιαστικά πρόκειται για ισομετρική αξιολόγηση στο ισοκινητικό δυναμόμετρο κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες. Στη μελέτη αυτή, αν και υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ταχύτητα ρίψης στην ομάδα χαμηλής επιβάρυνσης, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές στη μέγιστη ισοκινητική και ισομετρική ροπή σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες που εξετάστηκαν (πριν και μετά την παρέμβαση).

2.2 Ισχύς των άνω άκρων

Για την αξιολόγηση της ισχύος των άνω άκρων έχουν χρησιμοποιηθεί δοκιμασίες που βασίζονται κυρίως στην άρση υπομέγιστων φορτίων και δοκιμασίες με χρήση κυκλοεργόμετρου.

Αναλυτικότερα, δύο ισπανικές μελέτες, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της μίας σύγκεντρης επανάληψης με υπομέγιστα φορτία, αξιολόγησαν την επίδραση μιας ολόκληρης περιόδου στην ισχύ των άνω άκρων (πιέσεις πάγκου) σε άνδρες (Gorostiaga et al., 2006) και γυναίκες (Granados et al., 2008). Από τα αποτελέσματα

φάνηκε ότι η μέση ισχύς των άνω άκρων παρέμεινε αμετάβλητη καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου στους άνδρες, ενώ στις γυναίκες υπήρξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε όλες τις επιβαρύνσεις που αξιολογήθηκαν, (30, 45, 60 και 70% της 1RM) κατά 12-21%. Την ίδια μεθοδολογία για την αξιολόγηση της ισχύος των άνω άκρων χρησιμοποίησαν και οι Izquierdo et al. (2002), με μόνη διαφορά τη χρήση φορτίων της τάξης του 80 και 100%, αντί για το υπομέγιστο φορτίο 70%. Η παραπάνω εργασία διερεύνησε την επίδραση της μακροχρόνιας προπονητικής εξειδίκευσης σε αρσιβαρίστες, σε χειροσφαιριστές, σε ποδηλάτες και σε δρομείς μεσαίων αποστάσεων. Παρατηρήθηκε ότι οι αρσιβαρίστες και οι χειροσφαιριστές παρουσίασαν υψηλότερες τιμές μέσης ισχύος από τις υπόλοιπες ομάδες που εξετάστηκαν, ενώ τις μεγιστοποίησαν όταν η επιβάρυνση ήταν στο 30%. Οι υπόλοιπες ομάδες που αξιολογήθηκαν μεγιστοποίησαν την ισχύ όταν η επιβάρυνση ανήλθε στο 45%. Αντίθετα, οι Ascii & Acikada (2007), εξετάζοντας επίσης την επίδραση της μακροχρόνιας προπονητικής εξειδίκευσης, αναφέρουν ότι οι χειροσφαιριστές παρουσίασαν τις μικρότερες τιμές ισχύος 190 ± 98 (W) από τις υπόλοιπες ομάδες αθλητών (δρομείς ταχύτητας, καλαθοσφαιριστές, πετοσφαιριστές & bodybuilders), χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Υπομέγιστα φορτία χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της ισχύος και στη μελέτη των Marques et al. (2007), ωστόσο τα φορτία αυτά δε σχετίζονταν με την επίδοση στη μία μέγιστη επανάληψη, ούτε με το σωματικό βάρος, αλλά ήταν προκαθορισμένα σε συγκεκριμένες τιμές (26, 36 & 46 kg). Σε αυτή τη μελέτη βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της μέγιστης ισχύος, τόσο στα 36 kg ($r = .586$, $P = .028$) όσο και στα 46 kg ($r = .582$, $P = .029$), ενώ οι απόλυτες τιμές της μέγιστης ισχύος που παρατηρήθηκαν ήταν 820 W (26kg), 800 W (36kg) και 780 W (46kg). Παρόμοιες απόλυτες τιμές

(773.04±155.89W) βρέθηκαν και στη μελέτη των Chaouachi et al. (2009), οι οποίοι όμως χρησιμοποίησαν το σύστημα ACE (Ariel Computer Exercise System), προκαθορίζοντας την ταχύτητα εκτέλεσης της κίνησης (πιέσεις πάγκου). Οι ταχύτητες που χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές ήταν οι 0.51, 0.82, 1.12, 1.43, 1.73 και 2.04 m/sec.

Ο προσδιορισμός της ισχύος των άνω άκρων σε χειροσφαιριστές έχει γίνει επίσης και με τη χρήση τροποποιημένων κυκλοεργόμετρων. Συγκεκριμένα έχουν χρησιμοποιηθεί δυο διαφορετικές δοκιμασίες, η δοκιμασία Wingate διάρκειας 30 δευτερολέπτων και η δοκιμασία Δύναμης –Ταχύτητας άνω άκρων, η οποία πραγματοποιείται με μέγιστη προσπάθεια και διαρκεί περίπου επτά δευτερόλεπτα. Η τελευταία δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε σε δύο διαφορετικές μελέτες της ίδιας ερευνητικής ομάδας. Στην πρώτη (Hermassi et al., 2010) έγινε αξιολόγηση δυο παρεμβατικών προγραμμάτων, διάρκειας 10 εβδομάδων, σε 26 επιφανείς αθλητές χειροσφαίρισης και παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο πειραματικές ομάδες στις απόλυτες τιμές ισχύος. Όταν όμως αυτές εκφράστηκαν σε σχετικές τιμές ανά kg σωματικής μάζας, τότε οι διαφορές εξαφανίστηκαν. Στη δεύτερη μελέτη (Chelly et al., 2010) εξετάστηκαν 14 επιφανείς αθλητές χειροσφαίρισης και βρέθηκε απόλυτη μέγιστη ισχύς 463±119 W και σχετική 5.2±0.7 W/kg. Οι τιμές αυτές είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές που αναφέρονται στην πρώτη μελέτη, γεγονός που δεν μπορεί να εξηγηθεί, δεδομένου ότι και οι δύο ομάδες εξετάστηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα, χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο αξιολόγησης, στην ίδια φάση της αγωνιστικής περιόδου και όντας επιφανείς αθλητές χωρίς διαφορά ηλικίας. Τέλος, μία μελέτη από την Ελλάδα εφάρμοσε τη δοκιμασία Wingate τροποποιημένη για τα άνω άκρα, για να προσδιορίσει διαφορές στην ισχύ τους, μεταξύ επιφανών αθλητών (n=21) και φοιτητών (n=9). Όπως ήταν

αναμενόμενο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, υπερέχοντας οι επιφανείς των φοιτητών, τόσο στη μέση όσο και στη μέγιστη ισχύ, είτε αυτές εκφράστηκαν ως απόλυτες, είτε ως σχετικές τιμές.

2.3 Δύναμη των κάτω άκρων

Για την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων σε αθλητές χειροσφαίρισης έχουν εφαρμοστεί διάφορες ισοτονικές, ισοκινητικές και ισομετρικές δοκιμασίες, ενώ διαφορές παρατηρούνται και σε μεθοδολογικά ζητήματα.

Τρεις ισπανικές μελέτες εφάρμοσαν διαφορετική άσκηση αξιολόγησης της δύναμης των κάτω άκρων, η καθεμία (παράλληλα καθίσματα, ημικάθισμα & πιέσεις ποδιών) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των μέγιστων επαναλήψεων. Συγκεκριμένα, οι Marques & Gonzalez-Badillo (2006), χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία των τεσσάρων μέγιστων επαναλήψεων (4RMPS) στην άσκηση παράλληλα καθίσματα, εξέτασαν την επίδραση ενός παρεμβατικού προγράμματος διάρκειας 12 εβδομάδων και με χαρακτηριστικό τη συνδυαστική χρήση ασκήσεων ισχύος και ασκήσεων με αντιστάσεις. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι δύναμη των κάτω άκρων παρουσίασε βελτίωση από την αρχή της εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος (93.5 ± 13.9 kg), τόσο με την πάροδο των 6 εβδομάδων (122.2 ± 21.6 kg) όσο και με το πέρας των 12 εβδομάδων (134.1 ± 19.4 kg). Συνολικά, παρατηρήθηκε βελτίωση της μέγιστης δύναμης κατά 43%. Σε παρόμοια αποτελέσματα, αλλά μικρότερης έκτασης (12.2%), κατέληξε και η μελέτη των Gorostiaga et al. (1999), στην οποία χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της μίας μέγιστης επανάληψης στην άσκηση πιέσεις ποδιών. Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν η αξιολόγηση ενός παρεμβατικού προγράμματος υψηλών αντιστάσεων και διάρκειας 6 εβδομάδων. Η διαφορά στη βελτίωση της δύναμης των κάτω άκρων μεταξύ των δύο μελετών οφείλεται πιθανόν στη διαφορά ηλικίας των

δύο δειγμάτων, αλλά και στη διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε σε καθεμία από αυτές. Τη μέθοδο της μίας μέγιστης επανάληψης εφάρμοσαν και οι Izquierdo et al.(2002), στην άσκηση όμως ημικάθισμα, με σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης της μακροχρόνιας προπονητικής εξειδίκευσης στη μέγιστη δύναμη σε αθλητές διαφόρων αθλημάτων (άρση βαρών, χειροσφαίριση, ποδηλασία & δρόμους μεσαίων αποστάσεων) και βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέγιστη δύναμη των κάτω άκρων υπέρ των αρσιβαριστών (50%), των χειροσφαιριστών (29%) και των ποδηλατών (28%) σε σχέση με τους δρομείς μέσης απόστασης και την ομάδα ελέγχου.

Μια άλλη κατηγορία δοκιμασιών αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης των κάτω άκρων είναι οι διάφορες ασκήσεις σε συνδυασμό με τη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων. Οι Laffaye, Bardy, & Durey (2007), εξετάζοντας διάφορες κινητικές και κινηματικές παραμέτρους στη δοκιμασία άλμα με ένα πόδι και φόρα, χρησιμοποίησαν συνδυαστικά το σύστημα VICON και ένα δυναμοδάπεδο, για να αξιολογήσουν την επίδραση της μακροχρόνιας προπονητικής εξειδίκευσης σε αθλητές διαφόρων αθλημάτων (άλτες του ύψους, πετοσφαιριστές, καλαθοσφαιριστές & χειροσφαιριστές). Από τα αποτελέσματα βρέθηκε ότι η μέση μέγιστη τιμή δύναμης των χειροσφαιριστών ήταν 3.13 φορές της σωματικής τους μάζας. Μια άλλη μελέτη που έκανε χρήση ηλεκτρονικού συστήματος ήταν αυτή των Chaouachi et al. (2009). Σε αυτή τη μελέτη, η δύναμη των κάτω άκρων αξιολογήθηκε με το σύστημα ACE, στην άσκηση ημικάθισμα, στις ίδιες προκαθορισμένες ταχύτητες που προαναφέρθηκαν στην αξιολόγηση της δύναμης των άνω άκρων. Η δοκιμασία αυτή, λόγω των σταθερών ταχυτήτων της μπάρας, έχει χαρακτηριστικά ισοκίνησης στον κατακόρυφο άξονα, με συνέπεια να μην αναπτύσσονται ροπές όπως στα κλασικά ισοκινητικά δυναμόμετρα.

Τα τελευταία ωστόσο έχουν χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων σε αθλητές χειροσφαίρισης. Αναλυτικότερα, οι Zouita, Dziri, Ben Salah, & Layouni (2007) σύγκριναν την ισοκινητική ροπή δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος μεταξύ αθλητών πετοσφαίρισης, χειροσφαίρισης και ποδόσφαιρου, σε τρεις διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες (60, 180 & 240°/sec) και βρέθηκε στατιστικά σημαντική υπεροχή των χειροσφαιριστών και των πετοσφαιριστών έναντι των ποδοσφαιριστών, στην ισοκινητική ροπή σε όλες τις γωνιακές ταχύτητες που εξετάστηκαν. Ομοίως στη μελέτη των Ronglan, Raastad, & Borgesen (2006) χρησιμοποιήθηκε ισοκινητική αξιολόγηση, αλλά μόνο για τους εκτεινόντες του γόνατος και μόνο στις 60°/sec. Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση του βαθμού κόπωσης και ο ρυθμός αποκατάστασης σε γυναίκες αθλήτριες χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, μετά από τη συμμετοχή τους σε προπονητική κατασκήνωση και διεθνές τουρνουά. Η μεγαλύτερη πτώση απόδοσης βρέθηκε κατά τη συμμετοχή τους στην προπονητική κατασκήνωση και ήταν της τάξης του 8.4±1.7 %. Επίσης οι Chelly et al. (2010) κατέγραψαν δεδομένα δύναμης των κάτω άκρων, εφαρμόζοντας τη δοκιμασία δύναμης-ταχύτητας σε κυκλοεργόμετρο, και αναφέρουν τιμές μέγιστης δύναμης (N) 163±34.

Τελευταία κατηγορία δοκιμασιών αξιολόγησης της δύναμης των κάτω άκρων αποτελούν οι ισομετρικές δοκιμασίες. Στις μελέτες των Toumi et al. (2004) και Gorostiaga et al. (1999) χρησιμοποιήθηκαν οι ισομετρικές δοκιμασίες πιέσεις ποδιών και κάμψη/έκταση γόνατος (60°) αντίστοιχα. Στη πρώτη μελέτη, που αξιολόγησε δύο διαφορετικά προγράμματα βελτίωσης της δύναμης (Βάρη & Βάρη-άλματα), υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις δύο ομάδες. Βελτίωση στην ισομετρική δύναμη, τόσο των εκτεινόντων όσο και των καμπτήρων του γόνατος, παρατηρήθηκε

και στη δεύτερη μελέτη, που αξιολόγησε ένα πρόγραμμα δύναμης βασισμένο σε υψηλές αντιστάσεις.

2.4 Ισχύς των κάτω άκρων

Για την αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων σε αθλητές χειροσφαίρισης έχουν χρησιμοποιηθεί δοκιμασίες σε κυκλοεργόμετρο, δοκιμασίες άρσης υπομέγιστων φορτίων, ισομετρικές, αλλά κυρίως δοκιμασίες αλμάτων.

Αναλυτικότερα, δύο πρόσφατες μελέτες από τη Σερβία (Popadic Gacesa, Barak, & Grujic, 2009) και την Τυνησία (Chelly et al., 2010) χρησιμοποίησαν τις δοκιμασίες Wingate και Δύναμης-ταχύτητας αντίστοιχα για το προσδιορισμό της μέγιστης ισχύος των κάτω άκρων, σε επιφανείς αθλητές χειροσφαίρισης. Οι παραπάνω μελέτες παρουσίασαν τιμές 754.85 ± 175.28 W (Popadic Gacesa et al., 2009) και 898 ± 220 W (Chelly et al., 2010). Οι τιμές αυτές δεν είναι συγκρίσιμες, λαμβάνοντας υπόψη ότι προέκυψαν από διαφορετικές δοκιμασίες. Σε ό,τι αφορά τις δοκιμασίες υπομέγιστων φορτίων, δύο ισπανικές μελέτες, που πραγματοποιήθηκαν από την ίδια ερευνητική ομάδα, χρησιμοποίησαν τη μία σύγκεντρη επανάληψη με επιβάρυνση το 60, 80, 100 και 125% της σωματικής μάζας στην άσκηση ημικάθισμα. Στις μελέτες αυτές αξιολογήθηκε η επίδραση μιας ολόκληρης περιόδου στην ισχύ των κάτω άκρων σε 15 επιφανείς άνδρες χειροσφαιριστές (Gorostiaga et al., 2006) και σε 16 γυναίκες χειροσφαιριστές (Granados et al., 2008). Οι παραπάνω μελέτες δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στη μέση ισχύ, σε όλες τις επιβαρύνσεις που εξετάστηκαν, εκτός από τις γυναίκες που παρουσίασαν βελτιώσεις (7-13%) στις επιβαρύνσεις 100% και 125%. Σε μια παλαιότερη έρευνα (Izquierdo et al., 2002), που χρησιμοποιήθηκαν επίσης υπομέγιστα φορτία, αυτά ήταν ανάλογα της μίας μέγιστης επανάληψης στο ημικάθισμα (30, 45, 60, 80 & 100%). Σε αυτή τη μελέτη βρέθηκε ότι

η μέση ισχύς των αρσιβαριστών και των χειροσφαιριστών ήταν μεγαλύτερη από αυτές των δρομέων μεσαίων αποστάσεων, των ποδηλατών και της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η παραγωγή μέγιστης ισχύος στους χειροσφαιριστές, στους δρομείς μεσαίων αποστάσεων και στην ομάδα ελέγχου επιτεύχθηκε όταν η επιβάρυνση ήταν 60%. Ενώ, στους αρσιβαρίστες και στους ποδηλάτες επιτεύχθηκε όταν η επιβάρυνση ήταν 45%. Στη μελέτη των Toumi et al. (2004) αξιολογήθηκε η μέγιστη ισχύς ισομετρικά, στην άσκηση πιέσεις ποδιών, με σκοπό την αξιολόγηση δυο παρεμβατικών προγραμμάτων (Βάρη & Βάρη-άλματα), διάρκειας 6 εβδομάδων, και βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις και στις δύο ομάδες.

Τέλος, τα άλματα αποτελούν τις κυριότερες δοκιμασίες αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος και διακρίνονται στα κατακόρυφα και στα οριζόντια. Σε ό,τι αφορά τα οριζόντια άλματα, οι Chaouachi et al. (2009) χρησιμοποίησαν τις δοκιμασίες άλμα σε μήκος χωρίς φόρα με ένα (Hjdom ή HJnon) και με δύο πόδια (Hjboth), καθώς επίσης και τη δοκιμασία πέντε αλμάτων (5J), κατά την οποία ο εξεταζόμενος εκτελεί πενταπλούν άλμα, εναλλάσσοντας το δεξί και το αριστερό πόδι, μετά από φόρα ενός μέτρου, και καταγράφεται η επίδοση σε μέτρα. Οι μέσες τιμές της επίδοσης στην παραπάνω μελέτη ήταν $2.49 \pm 0.16\text{m}$ (Hjboth), $2.33 \pm 0.16\text{m}$ (Hjdom), $2.21 \pm 0.18\text{m}$ (Hjnon) και $15.24 \pm 1.04\text{m}$ (5J). Το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα χρησιμοποίησαν και άλλες δύο εργασίες, για να αξιολογήσουν την ισχύ των κάτω άκρων σε εφήβους από το Βέλγιο (Mohamed et al., 2009) και την Ελλάδα (Zapartidis et al., 2009). Αν και τα δείγματα των παραπάνω μελετών αποτέλεσαν έφηβοι διαφορετικού φύλου, βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα. Οι Βέλγοι παρουσίασαν μέση τιμή επίδοσης $178.1 \pm 21.2\text{cm}$, ενώ οι Ελληνίδες παρουσίασαν $175.19 \pm 20.84\text{cm}$. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί πιθανόν από το γεγονός ότι στην ηλικία των 13 ετών δεν έχουν προλάβει να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες ορμονικής ωρίμανσης των αγοριών (αύξηση των επιπέδων

τεστοστερόνης) και κατά συνέπεια και η μυϊκή δύναμη να έχει αναπτυχθεί με το ίδιο ρυθμό και στα δύο φύλλα. Εκτός από τις μελέτες που χρησιμοποίησαν τα οριζόντια άλματα, υπάρχουν και αυτές που χρησιμοποίησαν κατακόρυφα άλματα. Δύο ισπανικές ερευνητικές εργασίες αξιολόγησαν την επίδραση παρεμβατικών προγραμμάτων υψηλών αντιστάσεων με την χρήση του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα και του άλματος με αντίθετη κίνηση χωρίς (Gorostiaga et al., 1999) και με επιπλέον επιβάρυνση (Marques & Gonzalez-Badillo, 2006). Η ομάδα που εφάρμοσε το παρεμβατικό πρόγραμμα των 6 εβδομάδων, με μόνο χρήση γηπέδου, παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία βελτίωση στις άλλες δύο ομάδες που εξετάστηκαν. Ως εξήγηση στα παραπάνω οι συγγραφείς αναφέρουν ότι το πρόγραμμα παρέμβασης είχε ως βάση τα μεγάλα φορτία με αργές μυϊκές συσπάσεις, το οποίο βελτιώνει τη μέγιστη δύναμη αλλά όχι την ισχύ. Αντίθετα, η ομάδα που εφάρμοσε το πρόγραμμα για 12 εβδομάδες παρουσίασε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε όλα τα άλματα με αντίθετη κίνηση που εξετάστηκαν CMJ(12.98%) -CMJ20kg(20.8%)-CMJ40kg (25.8%). Παράλληλα, υπήρξε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας της μπάλας και της επίδοσης στο CMJ. Σε άλλη μελέτη παρέμβασης (Bonifazi et al., 2001) ένα πρόγραμμα 10 εβδομάδων βελτίωσε σημαντικά την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση από 49cm σε 51.5cm. Επίσης, η μέση ισχύς, όπως μετρήθηκε με το τεστ επαναλαμβανόμενων αλμάτων διάρκειας 15 δευτερολέπτων, αυξήθηκε σημαντικά από $26 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ σε $29 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$. Τέλος οι Laffaye et al. (2007) εξέτασαν την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με ένα πόδι, μετά από φόρα πέντε μέτρων, σε αθλητές διαφόρων αθλημάτων και βρήκαν παρόμοιες τιμές μεταξύ των αθλητών χειροσφαίρισης ($55.4 \pm 4.3 \text{ cm}$), πετοσφαίρισης ($55.2 \pm 4.0 \text{ cm}$), και καλαθοσφαίρισης ($50.2 \pm 3.3 \text{ cm}$).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος με άλματα αποτελεί το γεγονός ότι οι περισσότερες επιδόσεις καταγράφονται ως διανυθείσες αποστάσεις (κατακόρυφες ή οριζόντιες) και τα αποτελέσματα εκφράζονται σε μονάδες απόστασης (cm ή m). Αυτό έχει ως συνέπεια τα αποτελέσματα να είναι δείκτες ισχύος και όχι πραγματική ισχύς. Ωστόσο υπάρχουν ερευνητικές προσπάθειες που χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά συστήματα και καθιστούν δυνατή την αξιολόγηση της πραγματικής ισχύος. Μια τέτοια μελέτη σε χειροσφαιριστές είναι η προαναφερθείσα των Laffaye et al. (2007), που χρησιμοποίησε το σύστημα VICON συνδυαστικά με ένα δυναμοδάπεδο, ενώ βρήκε ότι η σχετική μέγιστη κατακόρυφη δύναμη συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά και θετικά με τη σχετική μέγιστη ισχύ ($r = .64, p < .01$).

2.5 Διαφορές στα δυναμικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων μεταξύ επιφανών και ερασιτεχνών αθλητών χειροσφαίρισης

Έχει βρεθεί ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, τα δυναμικά χαρακτηριστικά, καθώς επίσης και η ταχύτητα ρίψης της μπάλας ξεχωρίζουν τους επιφανείς από τους ερασιτέχνες αθλητές χειροσφαίρισης (Gorostiaga et al., 2005). Ιδιαίτερη διαφοροποίηση διαφαίνεται στη δύναμη και την ισχύ των κάτω άκρων μεταξύ επιφανών και ερασιτεχνών χειροσφαιριστών. Συγκεκριμένα, οι Gorostiaga et al. (2005), εξετάζοντας διαφορές στη φυσική κατάσταση και στη ταχύτητα απελευθέρωσης μεταξύ επιφανών και ερασιτεχνών αθλητών χειροσφαίρισης, βρήκαν ότι οι επιφανείς αθλητές παρουσίαζαν υψηλότερες τιμές ισχύος στη δοκιμασία ημικάθισμα από τους ερασιτέχνες σε όλες τις διαφορετικές επιβαρύνσεις που εξετάστηκαν (60%, 80%, 100%, 125% της ατομικής μάζας σώματος), καθώς επίσης και στη δοκιμασία της μιας μέγιστης επανάληψης, στην οποία παρουσιάστηκαν διαφορές του 22% (106.9kg-82.5kg αντίστοιχα). Ωστόσο, δε παρουσιάστηκαν

διαφορές στην επίδοση του κατακόρυφου άλματος και του δρόμου ταχύτητας. Σε πιο πρόσφατη μελέτη (Granados et al., 2007), στην οποία ακολουθήθηκε η ίδια μεθοδολογία αξιολόγησης, οι επιφανείς αθλητές παρουσίασαν καλύτερες τιμές σε σχέση με τους ερασιτέχνες, στη μια μέγιστη επανάληψη στην άσκηση στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση (10%, 34.9-33.0 αντίστοιχα), στη σχέση ισχύος επιβάρυνσης των κάτω άκρων (12%, 463kg-406kg αντίστοιχα), στα 5μ (4%, 1.10s-1,14s αντίστοιχα), και 15μ (3%, 2.64s-2,71s αντίστοιχα) ταχύτητας και στις ταχύτητες αερόβιου τρεξίματος (13%, 11.1 Km·h⁻¹-9.7 Km·h⁻¹ αντίστοιχα). Σε άλλη μελέτη από το Βέλγιο εξετάστηκαν έφηβοι επιφανείς και μη αθλητές στις δοκιμασίες κατακόρυφο άλμα και άλμα σε μήκος χωρίς φόρα. Όπως ήταν αναμενόμενο, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ των επιφανών, τόσο στο κατακόρυφο άλμα (51.3±5.2cm, 43.5±7.0cm) όσο και στο άλμα σε μήκος χωρίς φορά (218.7±12.3cm, 194.2±21.2cm), διαφορές που διατηρήθηκαν ακόμα και όταν ελέγχθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα ως προς την ηλικία και τη βιολογική ωρίμανση. Οι παραπάνω διαφορές αποδίδονται κατά κύριο λόγο στις υψηλότερες τιμές της άλιπης σωματικής μάζας που έχουν οι επιφανείς αθλητές, γεγονός που τους προσδίδει μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής δύναμης και ισχύος (Gorostiaga et al., 2005; Granados et al., 2007). Η αυξημένη αυτή παραγωγή δύναμης και ισχύος σε απόλυτες τιμές δίνει το πλεονέκτημα στους επιφανείς αθλητές κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μερικών δεξιοτήτων της χειροσφαίρισης, όπως είναι τα χτυπήματα, τα σταματήματα, τα σπρωξίματα και τα κρατήματα. Ωστόσο, οι αθλητές υψηλού επιπέδου, προκειμένου να βελτιώσουν περεταίρω την απόδοσή τους, θα πρέπει να φροντίσουν τη φυσική τους κατάσταση μέσω ειδικών ασκήσεων, σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων, ταχύτητας και αερόβιας ικανότητας (Jensen, Jacobsen, Hetland, & Tveit, 1997). Αυτό επιβεβαιώνεται και από αρκετές μελέτες (Gorostiaga et al., 1999;

Marques & Gonzalez-Badillo, 2006; Toumi et al., 2004), που εξέτασαν την επίδραση διαφόρων παρεμβατικών προγραμμάτων, τόσο στη δύναμη όσο και στην ισχύ των κάτω άκρων, και προσδιόρισαν στατιστικά σημαντικές θετικές προσαρμογές.

3. Μεθοδολογία

3.1 Συμμετέχοντες

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν ογδόντα τρεις άρρενες αθλητές χειροσφαίρισης (ηλικίας $20 \pm 3,6$ ετών, αναστήματος $182,5 \pm 9,7$ cm, σωματικής μάζας $84,7 \pm 26,7$ Kg), ομάδων της Α1, που εξετάσθηκαν στο Τμήμα Βιομηχανικής του ΕΚΑΕ, στα πλαίσια των ετήσιων ή εξαμηνιαίων αξιολογήσεών τους. Από αυτούς οι 92 ήταν έφηβοι (αναστήματος $181,2 \pm 10,5$ cm, σωματικής μάζας $84,9 \pm 36,5$ Kg) και οι 91 άνδρες (αναστήματος $183,8 \pm 8,7$ cm, σωματικής μάζας $84,5 \pm 9,8$ Kg).

Στην έρευνα δεν συμμετείχαν αθλητές με προβλήματα τραυματισμού των κάτω άκρων, μετά από εξέτασή τους από τους ιατρούς του ΕΚΑΕ.

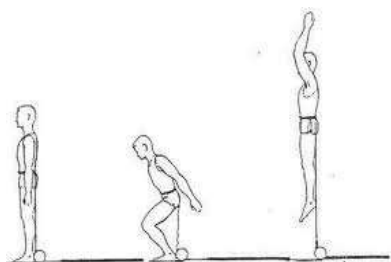
3.2 Όργανα μέτρησης

Για τις σωματομετρήσεις, τις ισοκινητικές δοκιμασίες και τις δοκιμασίες ισχύος χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα μέτρησης:

α) Ζυγός – Αναστημόμετρο: Για την αξιολόγηση του ύψους και της σωματικής μάζας των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκε το αναστημόμετρο-ζυγός της εταιρίας «Seca» (Seca 714, Seca Vogel & Halke GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) με ακρίβεια 0,5 cm και 0,1 kg αντίστοιχα.



β) Ηλεκτρονική συσκευή άλματος: Για τη μέτρηση της αλτικής ικανότητας των δοκιμαζόμενων (sj και cmj) (Παπαπέτρος, Α. & Τσαρούχας, Λ., 1981).





γ) *Ισομετρικό δυναμόμετρο*: Για τη μέτρηση της μέγιστης και εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων (leg press, σε 90ο γωνία του γονάτου, σε ισομετρικές συνθήκες) (Buhrle, M., 1983).



δ) *Στατικό εργοποδήλατο*: Για τη μέτρηση της μέγιστης ταχύτητας περιστροφής των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε εργοποδήλατο Monark (Monark, Stockholm). Υπήρχε δυνατότητα ρύθμισης του ύψους καθίσματος για κάθε δοκιμαζόμενο και ειδικοί μάντες στερέωσης των ποδιών στα πηδάλια για αποφυγή ολίσθησης.



- ε) *Ισοκινητικό δυναμόμετρο*: Για τη μέτρηση της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων και καμπτήρων του γονάτου χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό μηχάνημα Cybex 340 (Lymex Corporation, Ronkhoma, NY).

3.3 Διαδικασίες μέτρησης

Όλοι οι συμμετέχοντες αφού πέρασαν από ιατρικό έλεγχο οδηγήθηκαν στο χώρο των σωματομετρήσεων. Η σειρά των δοκιμασιών, μετά την προθέρμανση, ήταν:

- Μέγιστη ισομετρική δύναμη
- Εκρηκτική δύναμη
- Επιτόπιο άλμα σε ύψος από ημικάθισμα (sj)
- Επιτόπιο άλμα σε ύψος με αντίθετη κίνηση (cmj)
- Δοκιμασία μέγιστης κυκλικής συχνότητας
- Ισοκινητική αξιολόγηση εκτεινόντων γονάτου
- Ισοκινητική αξιολόγηση καμπτήρων γονάτου

Σε κάθε δοκιμασία εκτελέστηκαν τρεις μέγιστες προσπάθειες και ως επίδοση στη δοκιμασία επιλέχθηκε η προσπάθεια με το καλύτερο αποτέλεσμα. Δόθηκε ικανοποιητικός χρόνος ανάπαυσης μεταξύ των διαφόρων δοκιμασιών. Οι δοκιμαζόμενοι ενθαρρύνονταν λεκτικά στις προσπάθειές τους και είχαν ανατροφοδότηση για τις επιδόσεις τους σε κάθε εκτέλεση.

3.4 Εξεταζόμενες μεταβλητές

Οι εξεταζόμενες μεταβλητές ισχύος ήταν:

F_{max}	Μέγιστη ισομετρική δύναμη (ως προς τη σωματική μάζα)
F_{exp}	Εκρηκτική ισομετρική δύναμη (κλίση της δύναμης στα 60 ms)
hsj	Ύψος επιτόπιου άλματος από ημικάθισμα
hcmj	Ύψος επιτόπιου άλματος με αντίθετη κίνηση (ταλάντευση)
f_{cmax}	Μέγιστη συχνότητα περιστροφής των κάτω άκρων

Οι εξεταζόμενες μεταβλητές ισοκίνησης ήταν:

Q₃₀	Μέγιστη ισοκινητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 30 °/s
Q₃₀/bw	Μέγιστη ισοκινητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 30 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
Q₁₈₀	Μέγιστη ισοκινητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 180 °/s
Q₁₈₀/bw	Μέγιστη ισοκινητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 180 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
H₃₀	Μέγιστη ισοκινητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 30 °/s
H₃₀/bw	Μέγιστη ισοκινητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 30 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
H₁₈₀	Μέγιστη ισοκινητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 180 °/s
H₁₈₀/bw	Μέγιστη ισοκινητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 180 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
H/Q₃₀	Λόγος καμπτήρων/εκτεινόντων στις 30 °/s
H/Q₁₈₀	Λόγος καμπτήρων/εκτεινόντων στις 180 °/s

3.5 Στατιστική ανάλυση

Οι μεταβλητές που προέκυψαν υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με το πακέτο SPSS 15.0 for Windows. Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε:

- *Περιγραφική στατιστική* (Μέση τιμή, τυπική απόκλιση) για την παρουσίαση των τιμών των εξεταζόμενων μεταβλητών.
- *Ανάλυση συσχέτισης* (Pearson Product Correlation Coefficient) για την εξέταση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών ισχύος και των ισοκινητικών μεταβλητών.
- *T - test* για ανεξάρτητα δείγματα, για αποκάλυψη διαφορών μεταξύ εφήβων και ανδρών στις εξεταζόμενες μεταβλητές.

Για τις συγκρίσεις και τις συσχέτισεις το επίπεδο σημαντικότητας τέθηκε στο $\alpha = 0.05$

4. Αποτελέσματα

4.1 Δοκιμασίες ισχύος

Οι επιδόσεις των εφήβων και ανδρών στις δοκιμασίες ισχύος παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δοκιμασίες ισχύος

	F_{max} (kp/bw)	F_{exp} (kp/ms)	Hsj (cm)	Hcmj (cm)	fc_{max} (c/s)
Έφηβοι	2,5 ± 0,6	1,5 ± 0,3	45,9 ± 3,8	56,7 ± 5,8	3,5 ± 0,2
Άνδρες	2,7 ± 0,5	1,7 ± 0,3	47,7 ± 4,5	60,5 ± 6,8	3,6 ± 0,2
Σύνολο	2,6 ± 0,6	1,6 ± 0,3	46,6 ± 4,0	58,6 ± 6,6	3,5 ± 0,2

Όπως ήταν αναμενόμενο, στο άλμα με αντίθετη κίνηση παρατηρήθηκε καλύτερη επίδοση απ' ό,τι στο άλμα από ημικάθισμα. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ εφήβων και ανδρών στη μέγιστη και εκρηκτική ισομετρική δύναμη, καθώς και στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση, με τους άνδρες να υπερτερούν σε επιδόσεις.

4.2 Ισοκινητικές δοκιμασίες

Οι επιδόσεις των εφήβων και ανδρών στις ισοκινητικές δοκιμασίες παρουσιάζονται στους πίνακες 2 και 3.

Όπως ήταν αναμενόμενο, στις πιο γρήγορες ταχύτητες τόσο οι εκτείνοντες όσο και οι καμπτήρες του γονάτου ανέπτυξαν μικρότερη ροπή απ' ό,τι στις πιο αργές ταχύτητες (Πίν. 2). Επίσης οι τιμές των καμπτήρων ήταν μικρότερες των τιμών των εκτεινόντων.

Πίνακας 2. Ισοκινητικές δοκιμασίες – απόλυτες τιμές

	Q₃₀ (Nm)	Q₁₈₀ (Nm)	H₃₀ (Nm)	H₁₈₀ (Nm)
Έφηβοι	329 ± 50	198 ± 29	176 ± 12	127 ± 1
Άνδρες	302 ± 39	197 ± 29	169 ± 23	125 ± 12
Σύνολο	307 ± 42	197 ± 28	170 ± 22	126 ± 12

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις ισοκινητικές δοκιμασίες, εκφρασμένες ως προς τη σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων (σχετικές τιμές), καθώς και η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων. Η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων κυμάνθηκε από 56% έως 66%. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ εφήβων και ανδρών.

Πίνακας 3. Ισοκινητικές δοκιμασίες – σχετικές τιμές

	Q₃₀/bw (Nm/kg)	Q₁₈₀/bw (Nm/kg)	H₃₀/bw (Nm/kg)	H₁₈₀/bw (Nm/kg)	H/Q₃₀	H/Q₁₈₀
Έφηβοι	4,0 ± 0,5	2,4 ± 0,4	2,2 ± 0,2	1,5 ± 0,1	53,5 ± 9,0	78,9 ± 1,0
Άνδρες	3,5 ± 0,4	2,3 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,4 ± 0,1	56,7 ± 7,5	65,4 ± 8,7
Σύνολο	3,6 ± 0,5	2,3 ± 0,3	2,0 ± 0,3	1,4 ± 0,1	56,3 ± 7,7	66,2 ± 9,0

4.3 Συσχετίσεις μεταξύ δοκιμασιών ισχύος και ισοκίνησης

Η μόνη συσχέτιση που παρατηρήθηκε μεταξύ ισοκίνησης και δοκιμασιών ισχύος είναι μεταξύ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων του γονάτου (Πίν. 4).

Πίνακας 4. Συσχετίσεις μεταξύ δοκιμασιών ισχύος και ισοκίνησης

	Q₃₀	Q₁₈₀	Q₃₀/bw	Q₁₈₀/bw
F_{max}	0,497*	0,457*	0,499*	0,474*

* $P < 0,05$

5. Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η αξιολόγηση του προφίλ των δυναμικών χαρακτηριστικών των κάτω άκρων Ελλήνων αθλητών χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, με ισοκινητικές δοκιμασίες και δοκιμασίες ισχύος, καθώς και η διερεύνηση ύπαρξης τυχόν σχέσης ανάμεσα στα δύο είδη δοκιμασιών.

Ως προς το τελευταίο, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μόνο μεταξύ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και της μέγιστης ισοκινητικής ροπής των εκτεινόντων του γονάτου (μέτριες συσχετίσεις). Σε άλλες μελέτες (Βαλασωτήρης Κ., Γιαβρόγλου, Α. & Τσαρούχας Ε., 1995, Tsiokanos Α., Kellis, Ε., Jamurtas, Α. & Kellis, S., 2002) παρατηρήθηκαν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ ισοκίνησης και κατακόρυφου άλματος.

5.1 Δοκιμασίες ισχύος

Στις δοκιμασίες ισχύος οι άνδρες είχαν καλύτερες επιδόσεις. Φαίνεται ότι στον πρωταθλητισμό, πέραν της τεχνικής τελειοποίησης που επέρχεται με τα χρόνια, απαραίτητο είναι και το υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης στις πιο ώριμες ηλικίες.

Η μέγιστη ισομετρική δύναμη εκφράζεται ως προς τη σωματική μάζα και έτσι είναι συγκρίσιμη με τα αποτελέσματα άλλων μελετών. Οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν μικρότερες επιδόσεις ($2,6 \pm 0,6$) σε σχέση με τους ποδοσφαιριστές ($3,0 \pm 0,4$) (Γιαβρόγλου, Α., Αποστολόπουλος, Α. & Τσαρούχας, Α., 1986), και τους αθλητές στίβου ($2,7 \pm 0,2$ έως $3,1 \pm 0,4$) (Τσαρούχας, Α. & Γιαβρόγλου, Α., 1986).

Ως προς την εκρηκτική δύναμη οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν μικρότερες επιδόσεις ($1,6 \pm 0,3$) σε σχέση με τους ρίπτες στο στίβο ($3,0 \pm 0,3$) (Τσαρούχας, Α. & Γιαβρόγλου, Α., 1986).

Ως προς το άλμα από ημικάθισμα οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν παρόμοιες επιδόσεις ($46,6 \pm 4,0$) σε σχέση με τους αθλητές σπριντ, αλμάτων και ρίψεων στο στίβο ($42,2 \pm 3,7$ έως $46,7 \pm 3,0$) (Τσαρούχας, Λ. & Γιαβρόγλου, Α., 1986).

Ως προς το άλμα με αντίθετη κίνηση οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν παρόμοιες επιδόσεις ($58,6 \pm 6,6$) σε σχέση με τους αθλητές σπριντ, αλμάτων και ρίψεων στο στίβο ($56,3 \pm 4,1$ έως $63,8 \pm 2,6$) (Τσαρούχας, Λ. & Γιαβρόγλου, Α., 1986).

Ως προς τη μέγιστη κυκλική συχνότητα οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν μικρότερες επιδόσεις ($3,5 \pm 0,2$) σε σχέση με τους αθλητές σπριντ, αλμάτων και ρίψεων στο στίβο ($3,7 \pm 0,1$ έως $3,8 \pm 0,3$) (Τσαρούχας, Λ. & Γιαβρόγλου, Α., 1986) και όμοιες με των ποδοσφαιριστών ($3,5 \pm 0,2$) (Γιαβρόγλου και συν., 1986).

5.2 Ισοκινητικές δοκιμασίες

Ως προς τη μέγιστη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων στις 30 ο/s οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν μικρότερες επιδόσεις ($3,6 \pm 0,5$) σε σχέση με τους αθλητές πετοσφαίρισης ($4,4 \pm 0,3$), ποδοσφαίρου ($3,9 \pm 0,5$) και όμοιες με τους της καλαθοσφαίρισης ($3,7 \pm 0,5$) (Βαλασωτήρης, Κ., 1997).

Ως προς τη μέγιστη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων στις 180 °/s οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν όμοιες επιδόσεις ($2,3 \pm 0,3$) σε σχέση με τους αθλητές στίβου ($2,3 \pm 0,3$) (Πουλμέντης, Π. & Βαλασωτήρης, Κ., 1986).

Ως προς τη μέγιστη ισοκινητική ροπή των καμπτήρων στις 30 °/s οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν όμοιες επιδόσεις ($2,0 \pm 0,3$) με τους αθλητές στίβου ($2,4 \pm 0,5$) (Πουλμέντης, Π. & Βαλασωτήρης, Κ., 1986).

Ως προς τη μέγιστη ισοκινητική ροπή των καμπτήρων στις 180 °/s οι αθλητές χειροσφαίρισης έχουν παρόμοιες επιδόσεις ($1,4 \pm 0,1$) με τους αθλητές στίβου ($1,6 \pm 0,5$) (Πουλμέντης, Π. & Βαλασωτήρης, Κ., 1986).

Ως προς τη σχέση καμπτήρων / εκτεινόντων στις 30 °/s οι αθλητές χειροσφαίρισης παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές ($56,3 \pm 7,7$) με τους ποδοσφαιριστές, πετοσφαιριστές και καλαθοσφαιριστές ($51,9 \pm 5,8$ έως $55,2 \pm 5,8$) (Ζάκας, Α., Βέργου, Α., Ζάκας, Π. & Ζυγομαλάς, Μ., 1999).

Ως προς τη σχέση καμπτήρων / εκτεινόντων στις 180 °/s οι αθλητές χειροσφαίρισης παρουσιάζουν μικρότερες τιμές ($66,2 \pm 9,0$) σε σχέση με τους ποδοσφαιριστές, πετοσφαιριστές και καλαθοσφαιριστές ($69,9 \pm 7,9$ έως $80,7 \pm 14,9$) (Ζάκας και συν., 1999).

6. Συμπεράσματα - προτάσεις

Στην παρούσα διατριβή επιδιώξαμε μια σύνθετη αξιολόγηση του προφίλ των δυναμικών χαρακτηριστικών των κάτω άκρων Ελλήνων αθλητών χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, με συνδυασμό ισοκινητικών δοκιμασιών και δοκιμασιών ισχύος, και διερευνήσαμε επίσης την ύπαρξη τυχόν σχέσης ανάμεσα στα δύο είδη δοκιμασιών.

Η παρούσα μελέτη εμπλουτίζει τις πενιχρές βάσεις δεδομένων γύρω από τα δυναμικά χαρακτηριστικά των κάτω άκρων κορυφαίων αθλητών χειροσφαίρισης και τα στοιχεία που προσφέρει πιστεύουμε ότι θα αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης και για την καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας.

Μελλοντικές μελέτες, υιοθετώντας τη σύνθετη αξιολόγηση της δύναμης και ισχύος των άνω και κάτω άκρων, θα πρέπει να προσανατολισθούν σε αξιολογήσεις αθλητών και αθλητριών χειροσφαίρισης διαφόρων ηλικιών, κατηγοριών και επιπέδων ειδίκευσης, καθώς και σε διαφορετικές περιόδους του ετήσιου και μακρόχρονου προγραμματισμού.

7. Βιβλιογραφία

- Andrade Mdos, S., Fleury, A. M., de Lira, C. A., Dubas, J. P., & da Silva, A. C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci*, 28(7), 743-749.
- Asci, A., & Acikada, C. (2007). Power production among different sports with similar maximum strength. *J Strength Cond Res*, 21(1), 10-16.
- Baltaci, G., & Tunay, V. B. (2004). Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 14(4), 231-238.
- Βαλασωτήρης, Κ., Γιαβρόγλου, Α. & Τσαρούχας Ε. (1995). Συσχέτιση μεταξύ ισοκινητικής ροπής εκτεινόντων του κάτω άκρου και του κατακόρυφου άλματος σε αθλητές κατάδυσης. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 10(4), 137-143.
- Βαλασωτήρης, Κ. (1997). Εκατοστιαία αναλογία μειομετρικής – πλειομετρικής ροπής του τετρακεφάλου μύος στις 30 °/s σε αθλητές -τριες. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 12(4), 125-136.
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(2), 229-235.
- Bonifazi, M., Bosco, C., Colli, R., Lodi, L., Lupo, C., Massai, L., et al. (2001). Glucocorticoid receptors in human peripheral blood mononuclear cells in relation to explosive performance in elite handball players. *Life Sci*, 69(8), 961-968.
- Buhrle, M. (1983). Grundlagen des Maximal-und Schnellkrafttrainings. Schriftenreihe des Bundesinst. *fur Sportwiss.* Bd 56, Hofman, Schorndorf.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B., Cronin, J., & Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci*, 27(2), 151-157.
- Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res*, 24(6), 1480-1487.
- Council of Europe. Committee of Experts on Sports Research. (1988). *Eurofit : handbook for the Eurofit tests of physical fitness*. Rome: Council of Europe, Committee for the Development of Sport.

- Γιαβρόγλου, Α., Αποστολόπουλος, Α. & Τσαρούχας, Λ. (1986). Ταχοδυναμική ικανότητα Ελλήνων ποδοσφαιριστών. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 1(1), 31-35.
- Dauty, M., Kitar, E., Dubois, C., & Potiron-Josse, M. (2005). Relationship between ball velocity and the shoulder rotators isokinetic torque in high-level handball players. *Science & Sports*, 20, 300-303.
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 27(8), 1203-1209.
- Fleck, S. J., Smith, S. L., Craib, M. W., Denahan, T., Snow, R. E., & Mitchell, M. L. (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(2), 120.
- Gollhofer, A., & Kyrolainen, H. (1991). Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercises under various stretch-load conditions. *Int J Sports Med*, 12(1), 34-40.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc*, 38(2), 357-366.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225-232.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibanez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 80(5), 485-493.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Ibanez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 91(5-6), 698-707.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibanez, J., Bonnabau, H., & Gorostiaga, E. M. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 860-867.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibanez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med Sci Sports Exerc*, 40(2), 351-361.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Fathloun, M., & Shephard, R. J. (2010). The effect of heavy- vs. moderate-load training on the development of strength, power, and

- throwing ball velocity in male handball players. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2408-2418.
- Hoff, J., & Alm sbakk, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(4), 255.
- Hong, D. A., Cheung, T. K., & Roberts, E. M. (2001). A three-dimensional, six-segment chain analysis of forceful overarm throwing. *J Electromyogr Kinesiol*, 11(2), 95-112.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur J Appl Physiol*, 87(3), 264-271.
- Jensen, J., Jacobsen, S. T., Hetland, S., & Tveit, P. (1997). Effect of combined endurance, strength and sprint training on maximal oxygen uptake, isometric strength and sprint performance in female elite handball players during a season. *Int J Sports Med*, 18(5), 354-358.
- Joris, H. J., van Muyen, A. J., van Ingen Schenau, G. J., & Kemper, H. C. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *J Biomech*, 18(6), 409-414.
- Kibler, W. B. (1994). Clinical biomechanics of the elbow in tennis: implications for evaluation and diagnosis. *Med Sci Sports Exerc*, 26(10), 1203-1206.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, 36(3), 189-198.
- Klissouras, V., Casini, B., Di Salvo, V., Faina, M., Marini, C., Pigozzi, F., et al. (2001). Genes and olympic performance: a co-twin study. *Int J Sports Med*, 22(4), 250-255.
- Kounalakis, S. N., Bayios, I. A., Koskolou, M. D., & Geladas, N. D. (2008). Anaerobic capacity of the upper arms in top-level team handball players. *Int J Sports Physiol Perform*, 3(3), 251-261.
- Kvorning, T. (2006). *Strength training in team handball*. Paper presented at the 5th International Conference on Stregth Training.
- Laffaye, G., Bardy, B. G., & Durey, A. (2007). Principal component structure and sport-specific differences in the running one-leg vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 28(5), 420-425.

- Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Lander, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *J Strength Cond Res*, 19(2), 318-325.
- Marques, M. C., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res*, 20(3), 563-571.
- Marques, M. C., van den Tilaar, R., Vescovi, J. D., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(4), 414-422.
- Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multael, M., Lefevre, J., Lenoir, M., et al. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *J Sports Sci*, 27(3), 257-266.
- Morriss, C., & Bartlett, R. (1996). Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports Med*, 21(6), 438-446.
- Παπαπέτρος, Α. & Τσαρούχας, Λ. (1981). Εφαρμογή των μικροϋπολογιστών στον αθλητισμό. *Μικροϋπολογιστές*, Ελληνική Εταιρεία Επιστημόνων Η/Υ και Πληροφόρησης.
- Pappas, A. M., & Walzer, J. (1995). *Upper extremity injuries in the athlete*. New York: Churchill Livingstone.
- Popadic Gacesa, J. Z., Barak, O. F., & Grujic, N. G. (2009). Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *J Strength Cond Res*, 23(3), 751-755.
- Πουλμέντης, Π. & Βαλασωτήρης, Κ. (1986). Σχετική δύναμη και ταχοδυναμική σχέση μεταξύ ανδρών και ταλέντων της εθνικής ομάδας στίβου. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 1(2), 15-20.
- Ronglan, L. T., Raastad, T., & Borgesen, A. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports*, 16(4), 267-273.
- Τσαρούχας, Λ. & Γιαβρόγλου, Α. (1986). Ταχοδυναμική ικανότητα επίλεκτων αθλητών μας εφήβων – νεανίδων στον κλασσικό αθλητισμό. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 1(2), 21-31.
- Toumi, H., Best, T. M., Martin, A., & Poumarat, G. (2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Med Sci Sports Exerc*, 36(9), 1580-1588.

- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A. & Kellis, S. The relation between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 10(2), 107 – 115.
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *Eur J Appl Physiol*, 91(4), 413-418.
- Van Muijen, A. E., Joris, H., Kemper, H. C. G., & Schenau, G. J. V. I. (1991). Throwing practice with different ball weights: effects on throwing velocity and muscle strength in female handball players. *Research in Sports Medicine*, 2(2), 103-113.
- Viitasalo, J., Mononen, H., & Norvapalo, K. (2003). Release parameters at the foul line and the official result in javelin throwing. *Sports Biomech*, 2(1), 15-34.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *J Strength Cond Res*, 21(3), 923-929.
- Wallace, M. B., & Cardinale, M. (1997). Conditioning for Team Handball. *Strength & Conditioning Journal*, 19(6), 7-12.
- Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *J Strength Cond Res*, 21(3), 979-985.
- Yildiz, Y., Aydin, T., Sekir, U., Kiralp, M. Z., Hazneci, B., & Kalyon, T. A. (2006). Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 16(3), 174-180.
- Zάκας, Α., Βέργου, Α., Ζάκας, Π. & Ζυγομαλάς, Μ. (1999). Η επίδραση της βαρύτητας του σκέλους στην ισοκινητική δύναμη και στη σχέση καμπτήρων εκτεινόντων μυών του γόνατος στους αθλητές καλαθοσφαίρισης. *Αθλητική Επιστήμη – Θεωρία και Πράξη*, 14(1), 9-22.
- Zapartidis, I., Skoufas, D., Varelziz, I., Christodoulidis, T., Toganidis, T., & Kororos, P. (2009). Factors Influencing Ball Throwing Velocity in Young Female Handball Players. *Open Sports Medicine Journal*, 3, 39-43.
- Zouita, A., Dziri, C., Ben Salah, F. Z., & Layouni, R. (2007). Comparaison de la force musculaire isocinetique et du ratio ischiojambiers/quadriceps entre des sportifs tunisiens. *Science & Sports*, 22(5), 196-200.