



## Δυναμικά Χαρακτηριστικά των Κάτω Άκρων Ελλήνων Αθλητών Χειροσφαίρισης. Σχέση μεταξύ Ισοκινησης και Δοκιμασιών Ισχύος

Ντίνα Μαρία<sup>1</sup>, Τσιόκανος Αθανάσιος<sup>1</sup>, Τσιμέας Παναγιώτης<sup>1</sup>, Γιαβρόγλου Αρσένης<sup>2</sup>, Βαλασωτήρης Κωνσταντίνος<sup>2</sup>, Γκαντής Κωνσταντίνος<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ΣΕΦΑΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
<sup>2</sup>Εθνικό Κέντρο Αθλητικών Ερευνών, Αθήνα

### Περίληψη

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 εξετάστηκαν για τη μέγιστη ( $F_{max}$ ) και εκρηκτική ( $F_{exp}$ ) δύναμη των κάτω άκρων (leg press, σε  $90^\circ$  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, άρρες, χειροσφαίριση, ισοκίνηση, ισομετρικός

### Dynamic Characteristics of Lower Extremity of Greek Handball Players. Relationship between Isokinetic and Power Tests

Maria Dina<sup>1</sup>, Athanasios Tsiokanos,<sup>1</sup> Panagiotis Tsimeas,<sup>1</sup> Arsenis Giavroglou<sup>2</sup>, Konstantinos Valasotiris<sup>2</sup>, Konstantinos, Gandis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Physical Education and Sports Sciences, University of Thessaly, Trikala, Hellas

<sup>2</sup>National Center for Sports Research, Athens

### Abstract

A total of 183 healthy male Greek team handball players (age  $20 \pm 3.6$  years, height  $182.5 \pm 9.7$  cm, body mass  $84.7 \pm 26.7$  Kg) of the first division were tested for maximal ( $F_{max}$ ) and explosive ( $F_{exp}$ ) strength of the legs (isometric leg press at  $90^\circ$  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 ( $hsj$ ,  $hcmj$ ).

They were also 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 o/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  $f_{c_{max}}$   $3.5 \pm 0.2$  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 o/s and 180 o/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.

Key words: *leg strength; male; handball; isokinetic; isometric*

## 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 αντιστοίχα 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 ριπή 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 ίσχυρο 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), ο συντονισμός των ενεργειών των διαφόρων μελών του σώματος (Gollhofer & Kytolainen, 1991; Hong, Cheung, & Roberts, 2001; Toumi, Best, Martin, & Roumarat, 2004), η 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).

Η μέγιστη δύναμη και η ισχύς των άκρων είναι από τους καθοριστικούς παράγοντες επίδοσης στη χειροσφαίριση (Joris et al., 1985). Η σημαντικότητα αυτών των παραμέτρων αυξάνεται από το γεγονός ότι επιδέχονται μεγάλες βελτιώσεις και στο επίπεδο του πρωταθλητισμού (Gorostiaga et al., 2006; van den Tillaar & Ettema, 2004). Έτσι η αξιολόγησή τους είναι επιτακτική ανάγκη. Για την αξιολόγηση της δύναμης και της ισχύος σε αθλητές της χειροσφαίρισης έχουν χρησιμοποιηθεί ισοτονικές, ισοκινητικές και ισομετρικές δοκιμασίες και έχουν υπάρξει και αντιστοιχες 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 ριπή 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 χειροσφαίρισης και είναι πιο τυπικές και αντιπροσωπευτικές (Andrade Mdos, Fleury, de Lira, Dubas, & da Silva, 2010; Chelly et al., 2010). Συγκεκριμένα, ο Andrade Mdos et al. (2010) προτείνει τη χρήση της λειτουργικής αναλογίας ροπής δύναμης για τους στροφείς της άρθρωσης του ώμου, ενώ ο Chelly et al.

(2010) προτείνει εναλλακτικά τη δοκιμασία “pull-over” ως την καταλληλότερη για αθλητές της χειροσφαίρισης. Αν και στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζονται αξιολογήσεις της δύναμης και της μυϊκής ισχύος αθλητών χειροσφαίρισης διαφόρων επιπέδων και σε διαφορετικές συνθήκες, 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. Σκοπός λοιπόν 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.

## Μεθοδολογία

### Συμμετέχοντες

Το δείγμα 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 εξετάστηκαν 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.

### 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. & Τοσαρούχας, Λ., 1981).

γ) Ισομετρικό δυναμόμετρο: Για τη μέτρηση της μέγιστης και εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων (leg press, σε  $90^\circ$  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 ιμάντες 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).

### 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.

*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)
$f_{c_{max}}$	Μέγιστη συχνότητα περιστροφής των κάτω άκρων

Οι εξεταζόμενες μεταβλητές ισοκίνησης ήταν:

$Q_{30}$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 30 °/s
$Q_{30}/bw$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 30 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
$Q_{180}$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 180 °/s
$Q_{180}/bw$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή εκτεινόντων γονάτου στις 180 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
$H_{30}$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 30 °/s
$H_{30}/bw$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 30 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
$H_{180}$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 180 °/s
$H_{180}/bw$	Μέγιστη ισοκίνητική ροπή καμπτήρων γονάτου στις 180 °/s (ως προς τη σωματική μάζα)
$H/Q_{30}$	Λόγος καμπτήρων/εκτεινόντων στις 30 °/s
$H/Q_{180}$	Λόγος καμπτήρων/εκτεινόντων στις 180 °/s

**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 ισοκίνητικών μεταβλητών, t-test για ανεξάρτητα δείγματα, για διερεύνηση τυχόν διαφορών μεταξύ εφήβων και ανδρών στις εξεταζόμενες μεταβλητές. Για τις συγκρίσεις και τις συσχετίσεις το επίπεδο σημαντικότητας τέθηκε στο  $\alpha=0.05$

**Αποτελέσματα***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)	$f_{c_{max}}$ (c/s)
<b>Έφηβοι</b>	2.5 ± 0.6	1.5 ± 0.3	45.9 ± 3.8	56.7 ± 5.8	3.5 ± 0.2
<b>Άνδρες</b>	2.7 ± 0.5	1.7 ± 0.3	47.7 ± 4.5	60.5 ± 6.8	3.6 ± 0.2
<b>Σύνολο</b>	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.

#### 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 εκτεινόντες όσο και οι καμπτήρες του γονάτου ανέπτυξαν μικρότερη ροπή απ' ό,τι στις πιο αργές ταχύτητες (Πίνακα 2). Επίσης οι τιμές των καμπτήρων ήταν μικρότερες των τιμών των εκτεινόντων.

**Πίνακας 2.** Ισοκινητικές δοκιμασίες - απόλυτες τιμές

	Q <sub>30</sub> (Nm)	Q <sub>180</sub> (Nm)	H <sub>30</sub> (Nm)	H <sub>180</sub> (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

	Q <sub>30</sub> /bw (Nm/kg)	Q <sub>180</sub> /bw (Nm/kg)	H <sub>30</sub> /bw (Nm/kg)	H <sub>180</sub> /bw (Nm/kg)	H/Q <sub>30</sub>	H/Q <sub>180</sub>
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

#### 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 (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4.** Συσχετίσεις μεταξύ δοκιμασιών ισχύος και ισοκίνησης

	Q <sub>30</sub>	Q <sub>180</sub>	Q <sub>30</sub> /bw	Q <sub>180</sub> /bw
F <sub>max</sub>	0.497*	0.457*	0.499*	0.474*

\*  $p < 0.05$

#### Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης 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. Έτσι, πραγματοποιήθηκε μια σύνθετη αξιολόγηση του προφίλ των δυναμικών χαρακτηριστικών των κάτω άκρων Ελλήνων αθλητών χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, με συνδυασμό ισοκινητικών δοκιμασιών και δοκιμασιών ισχύος και διερευνήθηκε επίσης η ύπαρξη 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, Γιαβρόγλου, & Τσαρούχας, 1995; Tsiokanos, Kellis, Jamurtas, & Kellis, 2002) παρατηρήθηκαν ισχυρές συσχετίσεις μεταξύ ισοκίνησης και κατακόρυφου άλματος.

#### *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 στην παρούσα μελέτη εκφράζεται ως προς τη σωματική μάζα και έτσι είναι συγκρίσιμη με τα αποτελέσματα άλλων μελετών. Οι αθλητές χειροσφαίρισης παρουσιάζουν μικρότερες επιδόσεις ( $2.6 \pm 0.6$ ) σε σχέση με τους ποδοσφαιριστές ( $3.0 \pm 0.4$ ) (Γιαβρόγλου, Αποστολόπουλος, & Τσαρούχας, 1986) και τους αθλητές στίβου ( $2.7 \pm 0.2$  έως  $3.1 \pm 0.4$ ) (Τσαρούχας & Γιαβρόγλου, 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 & Γιαβρόγλου, 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 & Γιαβρόγλου, 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 & Γιαβρόγλου, 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 & Γιαβρόγλου, 1986) και όμοιες με των ποδοσφαιριστών ( $3.5 \pm 0.2$ ) (Γιαβρόγλου et al., 1986).

#### *Ισοκινητικές δοκιμασίες*

Ως προς τη μέγιστη ισοκινητική ροπή των εκτεινόντων στις 30 °/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, 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 ( $2.3 \pm 0.3$ ) (Πουλμένης & Βαλασωτήρης, 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 ( $2.4 \pm 0.5$ ) (Πουλμένης & Βαλασωτήρης, 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 ( $1.6 \pm 0.5$ ) (Πουλμένης & Βαλασωτήρης, 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, Βέργου, Ζάκας, & Ζυγομαλάς, 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 et al., 1999).

Είναι γνωστό ότι ο κορμός του αθλητή 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 απελευθέρωσης της να μεταφέρει την ώθηση της δύναμης του κάτω μέρους του σώματος του στο άνω μέρος και από εκεί στη μπάλα (Morriss & Bartlett, 1996; Viitasalo, Mononen, & Norvaralo, 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 του Fleck et al. (1992), ο οποίος παρατήρησε 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.

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 ειδικευσης, καθώς και σε διαφορετικές περιόδους του ετήσιου και μακρόχρονου προγραμματισμού.

#### Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

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

#### 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. *Journal of Sports Sciences*, 28(7), 743-749.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1480-1487.
- 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 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. *International Journal of Sports Medicine*, 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 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., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez-Badillo, J.J., & Ibanez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 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.
- 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. *Journal of electromyography and kinesiology*, 11(2), 95-112.
- 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. *Journal of Biomechanics*, 18(6), 409-414.
- Kibler, W. B. (1994). Clinical biomechanics of the elbow in tennis: implications for evaluation and diagnosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(10), 1203-1206.
- Kibler, W.B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189-198.
- Klissouras, V., Casini, B., Di Salvo, V., Faina, M., Marini, C., Pigozzi, F., & Parisi, P. (2001). Genes and olympic performance: a co-twin study. *International Journal of Sports Medicine*, 22(4), 250-255.
- Kvorning, Thue. (2006). *Strength training in team handball*. Paper presented at the 5th International Conference on Stregth Training, Eliteviden.

- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 318-325.
- Morriss, C., & Bartlett, R. (1996). Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports Medicine*, 21(6), 438-446.
- Pappas, Arthur M., & Walzer, Janet. (1995). *Upper extremity injuries in the athlete*. New York: Churchill Livingstone.
- Toumi, H., Best, T.M., Martin, A., & Poumarat, G. (2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(9), 1580-1588.
- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A., & Kellis, S. (2002). The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, 10(2), 107-116.
- van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 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 Biomechanics*, 2(1), 15-34.
- Visnapuu, M., & Jurimae, T. (2007). Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 923-929.
- Wallace, M., & 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.
- Zapartidis, I., Skoufas, D., Vareltsis, 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.
- Βαλασωτήρης, Κ. (1997). Εκατοστιαία αναλογία μειομετρικής - πλειομετρικής ροπής του τετρακεφάλου μυός στις 30 ο/s σε αθλητές -τριες. *Αθλητική Επιστήμη - Θεωρία και Πράξη*, 12(4), 125-136.
- Βαλασωτήρης Κ., Γιαβρόγλου, Α., & Τσαρούχας Ε. (1995). Συσχέτιση μεταξύ ισοκινητικής ροπής εκτεινόντων του κάτω άκρου και του κατακόρυφου άλματος σε αθλητές κατάδυσης. 137-143. *Αθλητική Επιστήμη - Θεωρία και Πράξη*, 10(4), 137-143.
- Γιαβρόγλου, Α., Αποστολόπουλος, Α., & Τσαρούχας, Λ. (1986). Ταχοδυναμική ικανότητα Ελλήνων ποδοσφαιριστών. *Αθλητική Επιστήμη - Θεωρία και Πράξη*, 1(1), 31-35.
- Ζάκας, 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.
- Πουλμέντης, Π., & Βαλασωτήρης, Κ. (1986). Σχετική δύναμη και ταχοδυναμική σχέση μεταξύ ανδρών και ταλέντων της εθνικής ομάδας στίβου. *Αθλητική Επιστήμη - Θεωρία και Πράξη*, 2(1), 15-10.
- Τσαρούχας, Λ., & Γιαβρόγλου, Α. (1986). Ταχοδυναμική ικανότητα επίλεκτων αθλητών μας εφήβων - νεανίδων στον κλασικό αθλητισμό. *Αθλητική Επιστήμη - Θεωρία και Πράξη*, 1(2), 21-31.