

ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΕ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΣΤΙΒΟΥ

της
Δελή Χαρίκλειας

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου του
Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τρίκαλα
2009

Εγκεκριμένη από το καθηγητικό σώμα:

1^{ος} Επιβλέπων: Τζιαμούρτας Αθανάσιος Ph.D, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΘ

2^{ος} Επιβλέπων: Πασχάλης Βασίλης Ph.D, Ε.Ε.ΔΙ.Π, ΠΘ

3^{ος} Επιβλέπων: Νικολαΐδης Μιχάλης Ph.D, Ερευνητής Δ', ΚΕΤΕΑΘ

© 2009

Χαρίκλεια Δελή
ALL RIGHTS RESERVED

II

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο επιβλέποντα της παρούσας διατριβής, μέλος Ε.Ε.ΔΙ.Π., Βασίλη Πασχάλη, για την υπομονή, τη συστηματική καθοδήγηση και στήριξη, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διατριβής και όχι μόνο.

Ευχαριστώ, επίσης, τον Επίκουρο Καθηγητή Τζιαμούρτα Αθανάσιο Ph.D, και τον Νικολαΐδη Μιχάλη Ph.D, που ως μέλη της τριμελούς επιτροπής, προσέφεραν ουσιαστική βοήθεια στην ολοκλήρωση της διατριβής με τις συστάσεις και παρατηρήσεις τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους προπονητές και τους γονείς των αθλητών και αθλητριών για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν και συνέβαλαν στη συμμετοχή των αθλητών και αθλητριών στη μελέτη. Φυσικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους ίδιους τους αθλητές και αθλήτριες που πήραν μέρος στη μελέτη, η ολοκλήρωση της οποίας δεν θα ήταν δυνατή, χωρίς τη συμμετοχή τους.

Θα ήθελα τέλος να ευχαριστήσω θερμά το σύντροφό μου Άκη για την υπομονή, κατανόηση και αμέριστη συμπαράσταση στην όλη προσπάθειά μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δελή Χαρίκλεια: Ισοκινητική Αξιολόγηση της Άρθρωσης του Γόνατος σε
Αγωνίσματα Στίβου.

Οι αθλητές που ασχολούνται με τα αγωνίσματα του στίβου περιλαμβάνουν συστηματικά στο προπονητικό τους πρόγραμμα και προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης. Η προπόνηση όμως μυϊκής ενδυνάμωσης μπορεί να οδηγήσει σε ανισσοροπίες μεταξύ των μελών του σώματος καθώς και μεταξύ μυϊκών ομάδων γύρω από την ίδια άρθρωση με κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμών. Ως ανισσοροπία εννοείται η μη φυσιολογική διαφορά στη δύναμη μεταξύ δύο πλευρών (αριστερό – δεξί μέλος), καθώς και η μη φυσιολογική αναλογία δύναμης μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της μέγιστης ροπής της άρθρωσης του γόνατος, της αναλογίας των καμπτήρων προς τους εκτείνοντες, καθώς και η μελέτη πιθανών διαφορών μεταξύ των δύο κάτω άκρων αθλητών στίβου.

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν 81 αθλητές και αθλήτριες στίβου (ηλικίας 13 – 23 ετών) οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με το προπονητικό τους επίπεδο σε τρεις ηλικιακές ομάδες (13-15 ετών, 16-17 ετών και 18 και άνω) και ανάλογα με το αγώνισμά τους σε τρεις κατηγορίες αγωνισμάτων (δρόμοι, ρίψεις και άλματα). Για την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων (καμπήρες και εκτείνοντες του γόνατος) χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex, Norm). Οι δοκιμαζόμενοι από την καθιστή θέση και στις $60^{\circ}\text{sec}^{-1}$ εκτέλεσαν 2 σετ το πρώτο σετ (8 υπομέγιστες επαναλήψεις) χρησιμοποιήθηκε για προθέρμανση και το δεύτερο σετ (5 μέγιστες επαναλήψεις) για τη συλλογή των δεδομένων.

Έγινε έλεγχος κατανομής του δείγματος Kolmogorov-Smirnov. Για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων και στη συνέχεια post Hoc tests Scheffe ως προς την ηλικία και το αγώνισμα και t-test για ανεξάρτητα δείγματα ως προς το φύλο. Για τις μεταβλητές με μη κανονική κατανομή, εφαρμόστηκε μη παραμετρική ANOVA μέσω Kruskal - Wallis Test για την ηλικία και το αγώνισμα και όπου παρουσιάστηκαν διαφορές, εφαρμόστηκε Man Whitney U test. Ως προς το φύλο εφαρμόστηκε σειριακός έλεγχος Kolmogorov-Smirnov Z Test για δύο ανεξάρτητα δείγματα.

Οι άνδρες παρουσίασαν την υψηλότερη δύναμη σε σχέση με τις γυναίκες σε όλες τις παραμέτρους, ενώ η μικρότερη ηλικία είχε και τη μικρότερη δύναμη. Ανισορροπία στη δύναμη μεταξύ των δύο ποδιών παρουσιάστηκε στους καμπτήρες μηριαίους σε σχέση με την ηλικία, ενώ στους εκτεινόντες μηριαίους σε σχέση με το αγώνισμα. Το 69% των δοκιμαζόμενων παρουσίασε ανισορροπία καμπτήρων/εκτεινόντων του αδύναμου ποδιού ενώ το 35% των δοκιμαζομένων παρουσίασε ανισορροπία καμπτήρων/εκτεινόντων του δυνατού ποδιού ανεξάρτητα από φύλο, ηλικία και αγώνισμα.

Από την παρούσα μελέτη προκύπτει ότι στους αθλητές στίβου είναι εμφανείς οι ανισορροπίες που υπάρχουν τόσο μεταξύ των δύο άκρων όσο και στο ίδιο κάτω άκρο. Οι ανισορροπίες αυτές μπορεί να έχουν διάφορες επιπτώσεις στους αθλητές όπως μείωση της απόδοσης αλλά και αύξηση της συχνότητας των τραυματισμών. Η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης θα πρέπει να έχει ως στόχο την συγκράτηση των διαφορών μέσα σε φυσιολογικά-ασφαλή όρια που θα εξασφαλίζουν τη μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης.

Λέξεις-κλειδιά: γόνατο, ισοκίνηση, ανισορροπίες δύναμης.

Abstract

Deli Charikleia: Knee Joint's Isokinetic Evaluation in Track and Field Events

Athletes engaged in track and field events include muscle strengthening in their training programs. However, muscle strengthening training can lead to strength imbalances between body extremities and also between muscle groups in the same joint which enhances the incidence of muscle injury. The term imbalance refers to the abnormal strength differences between two sides (left – right limb), and also to the abnormal strength ratio of a single extremity's agonist and antagonist muscle groups. The purpose of this study was to evaluate the knee joint's maximal torque, the flexors/extensors ratio and also to examine possible differences between the two lower extremities in track and field athletes.

In the present study 81 track and field athletes (13 – 23 year old) were evaluated. They were divided in three groups according to their training level (13 – 15 year old, 16 – 17 year old and 18 year and older) and according to their event (running events, jumps and throws). For the evaluation of lower extremities' strength (knee flexors and extensors) an isokinetic dynamometer was used (Cybex, Norm). The participants from the sitting position, performed two sets at an angular velocity of $60^{\circ}\text{sec}^{-1}$, The first set (8 submaximal repetitions) was used for warming up and the second set (5 maximal repetitions) for the data collection.

To examine the normality of the sample distribution, a Kolmogorov-Smirnov test was used. For those parameters with normal distribution, MANOVA was performed and when significant differences were found post hoc tests were carried out. Independent samples t-test was used to examine possible differences between genders. For those parameters with abnormal distribution, non parametric ANOVA through Kruskal-Wallis test was performed to explore the influence of age and event and when significant differences were indicated a Man Whitney U Test was applied. To explore the influence of the gender, a Kolmogorov-Smirnov Z Test for two independent samples was used.

Men exhibited greater strength compared to women in every evaluated parameter, whilst the younger athletes exhibited the lowest strength values. Strength imbalance between the two limbs was found in knee flexors in relation to age and in knee

extensors in relation to event. Sixty nine percent of the participants showed flexors/ extensors ratio imbalance in the weak extremity, while 35% of the participants showed flexors/extensors ratio imbalance in the strong extremity, regardless sex, age and event.

The results from the present study indicate strength imbalances in track and field athletes that exist not only between the muscles of the two lower extremities, but also in the same lower extremity. These imbalances could have serious consequences, such as reduced performance and increased injury prevalence. Muscle strengthening training should aim at limiting the differences into normal-safe limits which would ensure athletic performance maximization.

Key-words: knee, isokinetics, strength imbalances.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	IV
ABSTRACT.....	VI
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	VIII
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	4
2.1. Ισοκινητική Αξιολόγηση.....	4
2.2. Ανισσοροπία δύναμης διαφόρων μυϊκών ομάδων.....	6
2.2.1. Ανισσοροπίες στην ισοκινητική δύναμη διαφόρων μυϊκών ομάδων.....	6
2.2.2. Ισοκινητική αξιολόγηση των κάτω άκρων.....	7
2.2.3. Ανισσοροπία δύναμης και μυϊκοί τραυματισμοί.....	9
2.2.4. Επίδραση της ηλικίας και του φύλου στην ισοκινητική δύναμη της άρθρωσης του γόνατος.....	12
2.2.4.1. Επίδραση της ηλικίας.....	12
2.2.4.2. Επίδραση του φύλου.....	14
2.2.5. Επίδραση διαφορετικών επιπέδων άσκησης.....	15
2.2.6. Διαφορές μεταξύ αθλητών διαφορετικών αγωνισμάτων.....	16
2.2.7. Ισοκινητική αξιολόγηση των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος σε αθλητές στίβου.....	17
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	19
3.1. Δοκιμαζόμενοι.....	19
3.2. Περιγραφή οργάνων.....	19
3.3. Πρωτόκολλο μέτρησης.....	20
3.3.1. Αξιολόγηση βιολογικής ωρίμανσης.....	20
3.3.2. Μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	20
3.3.3. Ισοκινητική αξιολόγηση.....	21
3.4. Σχεδιασμός έρευνας.....	23
3.5. Στατιστική ανάλυση.....	24
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	26
4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	26

4.2. Ισοκινητική αξιολόγηση.....	26
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	40
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι Αποτελέσματα ισοκινητικής αξιολόγησης ανά ηλικία, φύλο, αγώνισμα.....	49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Έντυπο συναίνεσης γονέων για συμμετοχή των παιδιών τους στη μελέτη.....	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου στη μελέτη.....	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV Εικόνες αυτοαξιολόγησης των δευτερευόντων χαρακτηριστικών της σεξουαλικής ωρίμανσης ως προς την κλίμακα Tanner.....	58

ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΟΝΑΤΟΣ ΣΕ ΑΓΩΝΙΣΜΑΤΑ ΣΤΙΒΟΥ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στίβος αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα αθλήματα παγκοσμίως και άτομα όλων των ηλικιών ασχολούνται συστηματικά με κάποιο από τα αγωνίσματά του. Είναι γνωστό ότι η προπόνηση για ένα συγκεκριμένο άθλημα οδηγεί σε φυσιολογικές προσαρμογές ως προς τις ιδιαιτερότητες αυτού, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε βελτίωση της ευλυγισίας, της αερόβιας και της αναερόβιας ικανότητας καθώς και της δύναμης. Ειδικά όμως στη δύναμη, η αθλητική προπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε ανισσοροπίες μεταξύ των μελών του σώματος (Iga et al 2005) καθώς και μεταξύ μυϊκών ομάδων γύρω από την ίδια άρθρωση με κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμών (Kibler et al 1988, Knapik et al 1991, Yamamoto 1993, Orchard et al 1997), αλλά και επανεμφάνισης τραυματισμών αν οι ανισσοροπίες συνεχίσουν να υφίστανται μετά την αποκατάσταση (Croisier et al, 2002). Ως ανισσοροπίες εννοούνται οι μη φυσιολογικές διαφορές στη δύναμη μεταξύ δύο πλευρών (αριστερό – δεξί μέλος), καθώς και οι μη φυσιολογικές αναλογίες δύναμης μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών γύρω από την ίδια άρθρωση.

Μία από τις πιο πρόσφατες μεθόδους αξιολόγησης της δύναμης των διαφόρων μυϊκών ομάδων, είναι η ισοκινητική δυναμομέτρηση. Το γόνατο, είναι μία από τις περισσότερο αξιολογήσιμες αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος, ίσως λόγω της αυξημένης συχνότητας εμφάνισης τραυματισμών γύρω από αυτή. Το μεγαλύτερο κομμάτι της έρευνας σ' αυτή την περιοχή έχει εστιάσει στην αξιολόγηση ισοκινητικών παραμέτρων σε ενήλικες (Baltzopoulos & Brodie 1989, Kellis & Baltzopoulos 1995). Η ανάπτυξη της δύναμης καθώς αυξάνεται η ηλικία, δεν έχει διερευνηθεί εκτεταμένα χρησιμοποιώντας την ισοκινητική δυναμομέτρηση ως μέσο αξιολόγησης, παρά το γεγονός ότι κάποιοι ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση του χρόνου στα επίπεδα δύναμης σε παιδιά (Sunnegardh et al 1988, Kellis et al 2001, Buchanan & Vardaxis 2003, Gerodimos et al 2003). Επιπλέον, αν και πολλές έρευνες έχουν γίνει για τη μελέτη των αναλογιών της δύναμης των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε αθλητές, λίγες είναι αυτές που ασχολήθηκαν αποκλειστικά με αθλητές του στίβου (Siqueira et al 2002, Lee et al 2005, Olmo et al 2006).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση της μέγιστης ροπής των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, της αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων, καθώς και η μελέτη πιθανών διαφορών δύναμης μεταξύ των δύο κάτω άκρων αθλητών στίβου. Τα αποτελέσματα, επίσης, θα αξιολογηθούν με βάση την ηλικία και το φύλο των αθλητών.

Η μελέτη θα βοηθήσει στο σχηματισμό συγκριτικών τιμών ισοκινητικής δύναμης για αθλητές του στίβου, όλων των αγωνισμάτων. Επίσης, θα αποτελέσει παρότρυνση για τους προπονητές (όχι μόνο του στίβου, αλλά και άλλων αθλημάτων), οι οποίοι ασχολούνται με την εκγύμναση και προετοιμασία αθλητών αντίστοιχων ηλικιών, για ένταξη της ισοκινητικής αξιολόγησης της δύναμης στο σχεδιασμό αντίστοιχων προγραμμάτων, για μεγιστοποίηση της απόδοσης των αθλητών τους και αποφυγή τραυματισμών, μέσω ανίχνευσης ανισοροπιών.

Ερευνητικές υποθέσεις:

1. Θα υπάρχουν διαφορές στη μέγιστη ροπή των μυικών ομάδων του ισχίου, θα υπάρχουν διαφορές στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος, καθώς και διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων αθλητών στίβου.
2. Η δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος θα είναι μεγαλύτερη στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες και για τους αθλητές και για τις αθλήτριες
3. Οι αθλητές θα παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές από τις αντίστοιχες των αθλητριών σε όλες τις ηλικίες.

Στατιστικές υποθέσεις:

1. Μηδενική υπόθεση ($\mu_1=\mu_2=\mu_3$): Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αθλητών στίβου (δρομείς – άλτες – ρίπτες) στη μέγιστη ροπή των μυικών ομάδων του ισχίου, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος και στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.
2. Μηδενική υπόθεση: ($\mu_1=\mu_2=\mu_3$): Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων (13 – 15 ετών, 16 – 17 ετών, 18 – 20 ετών), στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων, στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.

3. Μηδενική υπόθεση: ($\mu_1=\mu_2$): Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων (αθλητές – αθλήτριες), στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων, στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.

Εναλλακτικές υποθέσεις:

1. Εναλλακτική υπόθεση: ($\mu_1\neq\mu_2\neq\mu_3$): Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αθλητών στίβου (δρομείς – άλτες – ρίπτες) στη μέγιστη ροπή των μυικών ομάδων του ισχίου, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος και στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.
2. Εναλλακτική υπόθεση: ($\mu_1\neq\mu_2\neq\mu_3$): Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων (13 – 15 ετών, 16 – 17 ετών, 18 – 20 ετών), στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων, στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.
3. Εναλλακτική υπόθεση: ($\mu_1\neq\mu_2$): Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων (αθλητές – αθλήτριες), στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων, στη δύναμη των συγκεκριμένων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο ποδιών.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η δύναμη, είναι μια γενική έννοια, που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ικανότητα των μυών να παράγουν ισχύ κάτω από ποικίλες συνθήκες ή κινήσεις (Baltzopoulos & Kellis, 1998). Η δύναμη που παράγεται από τους μυς, προκαλεί την περιστροφή των μελών του σώματος γύρω από τις αρθρώσεις.

Μία από τις πιο πρόσφατες και αποτελεσματικές μεθόδους εκτίμησης της δύναμης, αλλά και της ισοροπίας στη δύναμη μεταξύ των δύο πλευρών των άνω και κάτω άκρων, αλλά και των ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών είναι η ισοκινητική αξιολόγηση. Σύμφωνα με τον Perrin (1993), οι ισοκινητικές συσκευές επιτρέπουν στα άτομα να ασκήσουν όσο περισσότερη δύναμη μπορούν να παράγουν, σε μια προκαθορισμένη σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Αυτό επιτυγχάνεται προσαρμόζοντας τη δύναμη που ασκείται στο μέλος έτσι ώστε, η επιτάχυνση του συστήματος να είναι μηδέν. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο, παρέχει τη δυνατότητα μέγιστης άσκησης μιας μυϊκής ομάδας και διευκολύνει την παραγωγή μέγιστης εκούσιας δύναμης σε όλο το εύρος κίνησης της άρθρωσης. Επίσης, μπορεί να παρέχει μια ασφαλέστερη εναλλακτική μορφή άσκησης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποκατάστασης ύστερα από τραυματισμό.

Η ισοκινητική δυναμομέτρηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια και αξιοπιστία για την αξιολόγηση της δύναμης των πρόσθιων και των οπίσθιων μηριαίων μυών, και για τον προσδιορισμό της αναλογίας της δύναμης των καμπτήρων προς τη δύναμη των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε ενήλικες, έφηβους αλλά και προέφηβους (Grace et al 1984, Kellis et al 1999, Burnie & Brodie 1986, Perrin 1986). Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο αναγνώρισης των αθλητών που κινδυνεύουν να υποστούν τραυματισμό λόγω μυϊκής αδυναμίας (Orchard et al 1997, Croisier et al 2008, Kellis & Baltzopoulos 1995, Baltzopoulos and Kellis, 1998), αλλά και ως μέσο αποκατάστασης μετά τον τραυματισμό (Tsaklis & Abatzides, 2002).

Με το ισοκινητικό δυναμόμετρο γίνεται εκτίμηση της δύναμης, με τον καθορισμό του μεγέθους διαφόρων μεταβλητών.

Ροπή: είναι η δύναμη που παράγεται γύρω από τον άξονα περιστροφής μιας άρθρωσης και είναι εξαρτώμενη της ταχύτητας περιστροφής. Η γωνιακή ταχύτητα με την οποία μπορεί να αξιολογηθεί η παραγόμενη ροπή κυμαίνεται από 0 ως $500^{\circ}\text{sec}^{-1}$

για ομόκεντρες κινήσεις και από 0 ως $300^{\circ}\text{sec}^{-1}$ για έκκεντρες κινήσεις (Baltzopoulos & Kellis, 1998). Η ροπή μπορεί να είναι ομόκεντρη όταν η κίνηση της άρθρωσης (ως αποτέλεσμα της δυναμικής σύσπασης του μυός) είναι προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της βαρύτητας και έκκεντρη όταν η κίνηση της άρθρωσης είναι προς την κατεύθυνση της βαρύτητας. Η υψηλότερη τιμή που σημειώνεται σε κάποιο σημείο σε όλο το εύρος κίνησης το οποίο εξετάζεται, αποτελεί τη μέγιστη ροπή. Επίσης με το ισοκινητικό δυναμόμετρο, μπορεί να εκτιμηθεί και η ισομετρική ροπή σε διάφορες γωνίες, χωρίς την παραγωγή κίνησης γύρω από τον άξονα περιστροφής της άρθρωσης.

Αμφίπλευρες διαφορές δύναμης: Οι διαφορές στη δύναμη των ιδίων μυικών ομάδων μεταξύ των δύο πλευρών (αριστερό – δεξί μέλος), έχουν θεωρηθεί σημαντικοί δείκτες για τον κίνδυνο τραυματισμού (Knapik et al 1991, Nadler et al 2000). Επιπλέον, χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση των αδύναμων μυικών ομάδων (Baltzopoulos & Kellis, 1998), καθώς και στην κλινική πρακτική για τη σύγκριση μεταξύ του τραυματισμένου και μη τραυματισμένου κάτω άκρου ως μέσο προσδιορισμού του βαθμού αποκατάστασης για την επιστροφή ενός αθλητή στην ενεργό δράση (Perrin, 1993). Ανεξάρτητα από την ηλικία ή τη δραστηριότητα, η δύναμη των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών του ενός κάτω άκρου, τείνει να διαφέρει σε ποσοστό 10% της δύναμης των αντίστοιχων μυών του άλλου ποδιού και αυτή η διαφορά θεωρείται φυσιολογική (Grace et al 1984, Chin et al 1994).

Αναλογία μέγιστης ροπής ανταγωνιστών/αγωνιστών μυών: Η αναλογία της μέγιστης ροπής που παράγουν οι ανταγωνιστές προς την μέγιστη ροπή που παράγουν οι αγωνιστές μύες μιας άρθρωσης, έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης σταθερότητας, λειτουργικής ικανότητας και ισοροπίας στη δύναμη μεταξύ των μυικών ομάδων της άρθρωσης.

Ειδικότερα για την άρθρωση του γόνατος, δώδεκα μύες συνεισφέρουν στην σταθερότητα και λειτουργία του. Η έκταση του γόνατος επιτυγχάνεται κυρίως με τη συστολή των πρόσθιων μηριαίων (με τους οπίσθιους μηριαίους να δρουν ως ανταγωνιστές μύες), ενώ η κάμψη με τη συστολή των οπίσθιων μηριαίων μυών (με τους πρόσθιους μηριαίους μύες ως ανταγωνιστές). Έχει θεωρηθεί ότι η υπερβολική ανισοροπία στη δύναμη μεταξύ των μυικών ομάδων μιας άρθρωσης, προδιαθέτουν την άρθρωση ή τους πιο αδύναμους μύες σε τραυματισμό. Συνεπώς, η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος, ίσως αντανάκλα την προδιάθεση της συγκεκριμένης άρθρωσης για τραυματισμό. Γενικότερα, οι καμπτήρες μυς του

γόνατος, έχει βρεθεί ότι παράγουν περίπου το 60% της δύναμης των εκτεινόντων, ενώ μία μικρότερη αναλογία θεωρείται μη φυσιολογική (Perrin 1993, Devan et al 2004).

Έτσι, για την ισοκινητική αξιολόγηση της δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος, για την εύρεση τυχόν διαφορών μεταξύ των δύο ποδιών, αλλά και για την εκτίμηση των φυσιολογικών ή μη φυσιολογικών αναλογιών της δύναμης των δύο μυικών ομάδων στο ίδιο πόδι, εκτιμώνται κυρίως η μέγιστη ροπή, οι αμφίπλευρες διαφορές δύναμης και η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος.

2.2. ΑΝΙΣΣΟΡΟΠΙΑ ΔΥΝΑΜΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΥΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ

Η δύναμη αποτελεί μία από τις σημαντικότερες φυσικές ικανότητες τόσο για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων (Cometti et al, 2001), όσο και για την πρόληψη και αποφυγή τραυματισμών (Lehance et al 2008, Nadler et al 2001). Η ανάπτυξή της αποτελεί ένα από τα βασικά μέρη των προπονητικών προγραμμάτων σε όλα σχεδόν τα αθλήματα και αγωνίσματα. Οι προσαρμογές του οργανισμού των αθλητών στα διάφορα προγράμματα άσκησης με στόχο τη βελτίωση αυτής της ικανότητας, ποικίλουν ανάλογα με τη φύση του αγωνίσματος στο οποίο συμμετέχουν. Συχνά η προπόνηση οδηγεί σε ανισσοροπίες μεταξύ των μελών του σώματος, αλλά και σε διαφορές των μυικών ομάδων γύρω από την ίδια άρθρωση, γεγονός που συμβάλλει στη μείωση της απόδοσης και στην εμφάνιση τραυματισμών (Russell et al 1995, Kibler et al 1988, Knapik et al 1991, Yamamoto 1993, Orchard et al 1997, Nadler et al 2000, Nadler et al 2001), ανεξάρτητα από το προπονητικό επίπεδο των αθλητών.

2.2.1. Ανισσοροπίες στην ισοκινητική δύναμη διαφόρων μυικών ομάδων

Η ισοκινητική δυναμομέτρηση αποτελεί μία από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους αξιολόγησης της δύναμης, καθώς και της ισοροπίας στη δύναμη μεταξύ των μυικών ομάδων γύρω από μία άρθρωση, κυρίως μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Μελέτες που ασχοληθήκαν με την ισοκινητική δύναμη της άρθρωσης του ώμου και του αγκώνα σε αθλητές διαφόρων αγωνισμάτων, αναφέρουν ανισσοροπίες στη δύναμη γύρω από τις συγκεκριμένες αρθρώσεις.

Οι Candler et al (1992), μελέτησαν την ροπή στην άρθρωση του ώμου στις 60°s^{-1} σε τενίστες και βρήκαν ότι, η μέγιστη ροπή των μυικών ομάδων του ώμου του κυρίαρχου χεριού ήταν υψηλότερη στην εσωτερική περιστροφή σε σχέση με το μη

κυρίαρχο χέρι. Επίσης, υψηλότερη ήταν η παραγωγή ισχύος στην εσωτερική περιστροφή με το κυρίαρχο από ότι με το μη κυρίαρχο χέρι.

Παρόμοια, οι ρίπτες του baseball παρουσιάζουν υψηλότερη μέγιστη ροπή για το κυρίαρχο χέρι στην εσωτερική και εξωτερική περιστροφή του ώμου, συγκρινόμενη με αυτή του μη κυρίαρχου χεριού (Brown et al, 1988).

Σε άνδρες και γυναίκες κολυμβητές και κολυμβήτριες εκτιμήθηκε η μέγιστη ροπή στην άρθρωση του ώμου και έγινε σύγκριση αυτής με την αντίστοιχη μέγιστη ροπή σε μη κολυμβητές (William et al, 1992). Η αναλογία της ροπής της εξωτερικής περιστροφής προς την εσωτερική περιστροφή του ώμου, ήτανε μειωμένη και η αναλογία της προσαγωγής προς την απαγωγή ήτανε αυξημένη συγκρινόμενη με αυτή των μη κολυμβητών. Οι ερευνητές απέδωσαν αυτή την αλλαγή στις αναλογίες ροπής των μυικών ομάδων του ώμου των κολυμβητών, στην ειδική σε σχέση με το αγώνισμα δραστηριότητα, η οποία δίνει έμφαση στην απαγωγή και στην εσωτερική περιστροφή.

Σε μια άλλη έρευνα οι McMaster και συν (1991), αξιολόγησαν τη δύναμη των μυών περιστροφής της ωμικής ζώνης σε αθλητές της υδατοσφαίρισης και βρήκαν ότι η αναλογία της σχετικής δύναμης των προσαγωγών μυών σε σχέση με αυτή των απαγωγών ήταν 2:1 υπέρ των προσαγωγών, ενώ η σχετική αναλογία της εσωτερικής προς την εξωτερική περιστροφή ήτανε 0,6:1.

Το 2005 οι Forthomme B και συν, μεταξύ άλλων, εκτίμησαν την ισοκινητική δύναμη που αναπτύσσεται από τον κυρίαρχο ώμο και αγκώνα σε υψηλού επιπέδου βολεϊμπολίστες. Η ομόκεντρη μέγιστη ροπή του ώμου του κυρίαρχου χεριού ήτανε σημαντικά χαμηλότερη στην εξωτερική περιστροφή σε σχέση με την εσωτερική περιστροφή και οι καμπτήρες του αγκώνα παρουσίασαν χαμηλότερη μέγιστη ροπή αναφορικά με τους εκτεινόντες στις 60°s^{-1} .

2.2.2. Ισοκινητική αξιολόγηση των κάτω άκρων

Παρόμοιες έρευνες έχουν γίνει με σκοπό την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων αθλητών διαφόρων αγωνισμάτων. Σε πολλές από αυτές τις μελέτες παρουσιάστηκαν ανισσοροπίες στη δύναμη των μυικών ομάδων του ισχίου, και σε κάποιες άλλες όχι. Σε έρευνα που έγινε σε αθλητές ποδοσφαίρου κολεγιακού επιπέδου, η δύναμη των εκτεινόντων ήτανε μεγαλύτερη από αυτή των καμπτήρων μηριαίων και η αναλογία κάμψης/έκτασης διέφερε σημαντικά στα δύο κάτω άκρα σε όλες τις ταχύτητες στις οποίες αξιολογήθηκε (Stafford & Grana 1984). Σημαντική

ποσοστιαία ασυμμετρία στη δύναμη μεταξύ αριστερού και δεξιού κάτω άκρου βρέθηκε σε αμυντικούς παίκτες της πετοσφαίρισης (ηλικίας $24,71 \pm 4,44$ χρόνων) όταν αυτοί αξιολογήθηκαν ισοκινητικά ως προς την ομόκεντρη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του γόνατος στις 60°s^{-1} (Markou & Vagenas, 2006).

Οι Rahnama και συν (2005), αξιολόγησαν τη δύναμη των κάτω άκρων σε ποδοσφαιριστές, για τυχόν ασυμμετρίες. Σημαντική διαφορά στην ομόκεντρη μέγιστη ροπή των καμπτήρων μυών του ισχίου υπήρχε μεταξύ του ποδιού που προτιμούσαν οι παίκτες για να κλοτσήσουν τη μπάλα και του άλλου ποδιού στις 120°s^{-1} . Οι ερευνητές αποδίδουν την χαμηλότερη δύναμη των καμπτήρων μηριαίων του ποδιού προτίμησης στη διαφορετική χρησιμοποίηση αυτών των μυών κατά την ενέργεια της κλοτσιάς, η οποία συνιστά μία μοναδική επίδραση της προπόνησης στο ποδόσφαιρο. Θεωρούν επίσης ότι αυτή η επίδραση μπορεί να οδηγήσει σε ανισοροπίες στη δύναμη, που γενικά αποτελούν παράγοντα κινδύνου για τραυματισμούς.

Σε μια άλλη έρευνα οι Neuton και συν (2006), διερεύνησαν μεταξύ άλλων, την ύπαρξη τυχόν ανισοροπιών μεταξύ αριστερού και δεξιού αλλά και κυρίαρχου και μη κυρίαρχου κάτω άκρου σε γυναίκες αθλήτριες του softball. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στην αναλογία κάμψης/έκτασης για τα δύο κάτω άκρα. Υπήρξαν όμως σημαντικές διαφορές στη μέση μέγιστη ροπή μεταξύ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου κάτω άκρου τόσο για την κάμψη όσο και για την έκταση στις 60°s^{-1} , αλλά και στις 240°s^{-1} . Αντίθετα με τους παραπάνω ερευνητές, οι Theoharopoulos και συν (2000), και Zakas και συν (2005), δεν βρήκαν διαφορές στη δύναμη ή στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων μεταξύ των δύο κάτω άκρων.

Σε αθλήτριες της καλαθοσφαίρισης (Theoharopoulos et al, 2000), δεν αναφέρονται διαφορές στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος αλλά ούτε και στη μέγιστη ροπή των ιδίων μυϊκών ομάδων μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου κάτω άκρου, στις ταχύτητες στις οποίες εξετάστηκαν (60°s^{-1} και 180°s^{-1}). Παρόμοια, οι Zakas και συν (2005), μελέτησαν τη μέγιστη ροπή κάμψης και έκτασης του γόνατος μεταξύ των δύο κάτω άκρων σε επαγγελματίες και ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές στις 12, 60, 180, 300°s^{-1} και δεν βρήκαν διαφορές στη μέγιστη ροπή ούτε και στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων, τόσο για τους επαγγελματίες όσο και για τους ερασιτέχνες παίκτες σε όλες τις ταχύτητες στις οποίες αξιολογήθηκαν. Επίσης, η μέγιστη ροπή όλων των μυϊκών ομάδων, δεν επηρεάστηκε από την κυριαρχία του ενός έναντι του άλλου κάτω άκρου.

2.2.3. Ανισσοροπία δύναμης κάτω άκρων και μυϊκοί τραυματισμοί

Αρκετοί ερευνητές συνδέουν τις ανισσοροπίες στη δύναμη των κάτω άκρων με την εμφάνιση τραυματισμών. Σε έρευνά τους οι Devan και συν (2004), αναφέρουν διαφορές στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων της άρθρωσης του γόνατος κάτω του 60% στις μισές περίπου (24 από τις 53) αθλήτριες του χόκει, της καλαθοσφαίρισης και του ποδοσφαίρου που πήραν μέρος στην έρευνα και παρουσίασαν τραυματισμούς γύρω από την άρθρωση του γόνατος. Οι συγγραφείς θεωρούν ότι η μειωμένη δύναμη των καμπτήρων μηριαίων σε σχέση με αυτή των εκτεινόντων μηριαίων αποτελεί προδιάθεση για τραυματισμό στην άρθρωση του γόνατος.

Σε αθλήτριες κολεγιακού επιπέδου, οι κατά 15% δυνατώτεροι καμπτήρες μύες του δεξιού ποδιού στις 180°s^{-1} σε σχέση με το αριστερό, η μικρότερη του 0,75 αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων στις 180°s^{-1} και οι κατά 15% πιο ευλύγιστοι τετρακέφαλοι μύες του δεξιού ισχίου σε σχέση με το αριστερό, οδηγούν σε περισσότερους από έναν τραυματισμούς των κάτω άκρων (Knapik et al, 1991).

Η εμφάνιση του πόνου χαμηλά στη μέση έχει επίσης συσχετιστεί με την ανισσοροπία στη δύναμη των μυϊκών ομάδων του ισχίου. Οι Nadler και συν (2000), βρήκαν σημαντική ασυμμετρία στη δύναμη των εκτεινόντων μυών του ισχίου σε γυναίκες αθλήτριες οι οποίες ένιωθαν πόνο χαμηλά στη μέση τον προηγούμενο χρόνο. Συγκεκριμένα, οι αθλήτριες αυτές, είχαν σημαντικά αδύναμους εκτεινόντες μηριαίους στο δεξί σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο. Σε συνέχεια αυτής της μελέτης (Nadler et al 2001), η ποσοστιαία διαφορά των εκτεινόντων μυών του ισχίου μεταξύ δεξιάς και αριστερής πλευράς, προβλέπει την εμφάνιση του πόνου χαμηλά στη μέση σε γυναίκες αθλήτριες, ενώ δεν ισχύει κάτι ανάλογο και για τους άνδρες αθλητές.

Ένας από τους πιο συνηθισμένους τραυματισμούς του γόνατος, είναι η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Οι Russell και συν (1995), μελέτησαν την ομόκεντρη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του ισχίου σε 84 άνδρες γυμναστές της Εθνικής Ομάδας του Καναδά, ηλικίας 12 – 27 ετών, μετά τη διάγνωση ρήξης πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε 3 από τα 10 μέλη της ομάδας των ανδρών. Η μέγιστη ομόκεντρη ροπή των δύο μυϊκών ομάδων αξιολογήθηκε στις 90 και στις 230°s^{-1} και προέκυψε ότι η δύναμη κάμψης ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή της έκτασης σε όλες τις ηλικίες και ότι η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων όχι μόνο ήταν ασυνήθιστα χαμηλή (0,5) συγκρινόμενη με προηγούμενη μελέτη, αλλά ήταν

εμφανής επίσης, σε όλες τις ηλικίες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι αυτή η πολύ χαμηλή αναλογία στις $90^{\circ}\cdot s^{-1}$ παρέμεινε σταθερή ακόμη και στις $230^{\circ}\cdot s^{-1}$ αντίθετα με αυτό που συνήθως ισχύει (αύξηση της αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων με την αύξηση της ταχύτητας). Οι συγγραφείς τονίζουν το ρόλο των καμπτήρων μυών ως σταθεροποιητές της άρθρωσης του γόνατος και ως συνεργοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στην αποφυγή της πρόσθιας μετακίνησης της κνήμης και κατά συνέπεια στην αποφυγή της ρήξης.

Η παρουσία ανισοροπιών στη δύναμη των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων, έχει επίσης προταθεί σαν ένας από τους παράγοντες κινδύνου για τραυματισμό των οπίσθιων μηριαίων μυών του ισχίου. Σε πρόσφατη μελέτη των Croisier και συν (2008), από τους 462 παίκτες ποδοσφαίρου (ηλικίας 26 ± 6 ετών) που αξιολογήθηκαν ισοκινητικά στην προαγωνιστική περίοδο, οι 216 παρουσίασαν ανισοροπία στη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος. Από αυτούς, οι 85 (39%) παρουσίασαν ομόκεντρα (στις 60 ή στις $240^{\circ}\cdot s^{-1}$) ανισοροπία μεταξύ των δύο κάτω άκρων μεγαλύτερη του 15% και οι 118 (55%) ομόκεντρα αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων (στις 60 ή $240^{\circ}\cdot s^{-1}$) μικρότερη του 0,47. Όλοι οι παίκτες παρακολούθηθηκαν ως προς την εμφάνιση τραυματισμού στους οπίσθιους μηριαίους, για περίοδο 9 μηνών. Από τους παίκτες που παρουσίασαν ανισοροπίες, όσοι πραγματοποίησαν πρόγραμμα ενδυνάμωσης των συγκεκριμένων μυών (με στόχο την εξισσορόπηση της διαφοράς μεταξύ των δύο κάτω άκρων τουλάχιστον στο 5%), η συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών ήταν 5,1% σε σύγκριση με αυτούς που δεν παρουσίασαν ανισοροπίες (4,1%), έναντι εκείνων που δεν ακολούθησαν ανάλογο πρόγραμμα ενδυνάμωσης (16,5%) και εκείνων που ακολούθησαν πρόγραμμα αλλά δεν στόχευαν στην εξισσορόπηση της δύναμης μεταξύ των δύο ποδιών (11%). Από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης φαίνεται ότι οι ποδοσφαιριστές με ανισοροπίες στη δύναμη, ειδικά των καμπτήρων μηριαίων, παρουσιάζουν τέσσερις φορές μεγαλύτερη πιθανότητα τραυματισμού, σε σύγκριση με εκείνους που έχουν ένα κανονικό προφίλ δύναμης.

Σε μια άλλη έρευνα ο Yamamoto (1993), αξιολόγησε τη μέγιστη εκούσια ισομετρική έκταση και κάμψη του γόνατος και του ισχίου σε αθλητές στίβου οι οποίοι παρακολούθηθηκαν για δύο χρόνια μετά. Το 24% των αθλητών υπέστησαν τραυματισμό στους οπίσθιους μηριαίους και, όταν αυτοί χωρίστηκαν σε ομάδες τραυματισμένων και μη, αυτοί που τραυματίστηκαν παρουσίαζαν μεγάλη διαφορά στη δύναμη μεταξύ των δύο ποδιών στην αρχική μέτρηση, αλλά και πολύ

χαμηλότερη αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων σε σχέση με τους αθλητές που δεν τραυματίστηκαν.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και σε μια άλλη μελέτη των Orchard και συν (1997) σε Αυστραλούς ποδοσφαιριστές, όπου αξιολογήθηκε η ομόκεντρη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος στις 60, 180 και 300°s⁻¹, υπήρξε σημαντική συσχέτιση της χαμηλής αναλογίας καμπτήρων/εκτεινόντων και της χαμηλής αναλογίας της μέγιστης ροπής κάμψης μεταξύ των δύο ποδιών στις 60°s⁻¹, με την εμφάνιση τραυματισμών στους καμπτήρες μύες του ισχίου. Στην προαγωνιστική περίοδο, η δύναμη των καμπτήρων μηριαίων ήταν 16% χαμηλότερη στους παίκτες που στη συνέχεια παρουσίασαν τραυματισμό, σε σύγκριση με εκείνους που δεν τραυματίστηκαν. Οι συγγραφείς θεωρούν ότι ο καλύτερος παράγοντας πρόβλεψης ενός τραυματισμού των καμπτήρων μηριαίων είναι η αναλογία δύναμης των αγωνιστών προς τους ανταγωνιστές μύες. Η δύναμη κάμψης των δοκιμαζόμενων που τραυματίστηκαν, αντιστοιχούσε στο 55% της δύναμης έκτασης, συγκρινόμενη με το αντίστοιχο 66% στους δοκιμαζόμενους που δεν υπέστησαν τραυματισμό.

Ωστόσο, υπάρχουν και μελετητές με αντίθετη άποψη. Οι Bennell et al (1998), αξιολόγησαν, σε 102 Αυστραλούς ποδοσφαιριστές, την ομόκεντρη και έκκεντρη ροπή κάμψης και έκτασης και στα δύο πόδια, στις γωνιακές ταχύτητες των 60 και 180°s⁻¹. Από αυτούς, οι 12 (11,8%) υπέστησαν θλάση στους οπίσθιους μηριαίους που είχε σαν συνέπεια να χάσουν ένα ή δύο αγώνες κατά την αγωνιστική περίοδο. Παρόλα αυτά, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε καμία από τις ισοκινητικές παραμέτρους μεταξύ των δύο κάτω άκρων των παικτών που υπέστησαν τραυματισμό. Επίσης, δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ του τραυματισμένου και του μη τραυματισμένου ποδιού από τους μέσους όρους του δεξιού ή του αριστερού ποδιού των παικτών που δεν τραυματίστηκαν, σε καμία από τις ισοκινητικές μεταβλητές. Αλλά ούτε και η αναλογία των καμπτήρων του ενός προς τους καμπτήρες του άλλου κάτω άκρου διέφεραν μεταξύ των τραυματισμένων και μη τραυματισμένων παικτών. Η μικρότερη του 0,90 αναλογία των καμπτήρων του ενός προς τους καμπτήρες του άλλου κάτω άκρου, καθώς και η μικρότερη του 0,60 αναλογία των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος, δεν σχετίστηκαν με αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού των δικεφάλων μυών του ισχίου. Ένα σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό των τραυματισμένων παικτών, ανέφερε ιστορικό θλάσης στους οπίσθιους μηριαίους μύες σε σχέση με τους παίκτες που δεν τραυματίστηκαν, όμως αυτό δεν συσχετιζόταν με μυική αδυναμία ή ανισοροπία στη δύναμη. Από τα

αποτελέσματα αυτής της μελέτης, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι η ισοκινητική αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης από μόνη της, δεν μπορεί να διακρίνει τους Αυστραλούς ποδοσφαιριστές που βρίσκονται σε κίνδυνο να υποστούν τραυματισμό στους οπίσθιους μηριαίους μύες.

2.2.4. Επίδραση της ηλικίας και του φύλου στην ισοκινητική δύναμη της άρθρωσης του γόνατος

Πολλοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει την ισοκινητική αξιολόγηση για την εξέταση της δύναμης των μυϊκών ομάδων γύρω από την άρθρωση του γόνατος για τον καθορισμό τυχών διαφορών ως αποτέλεσμα της επίδρασης του φύλου (Colliander & Tesh 1989, Hoshikawa 2006, Barber-Westin et al 2005), της ηλικίας (Kellis et al 2001, Holma et al 2005, Bittencourt 2005), η και των δύο παραγόντων (Buchanan & Vardaxis VG 2003).

2.2.4.1. Επίδραση της ηλικίας

Η απόδοση στην ισοκινητική ροπή είναι υψηλότερη καθώς αυξάνεται η ηλικία, αν και φαίνεται να υπάρχουν διαφορές στην ανάπτυξη της δύναμης μεταξύ των διαφόρων μυϊκών ομάδων.

Οι Balageu και συν (1993), αξιολόγησαν την ισοκινητική δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του κορμού σε 117 παιδιά. Η μέγιστη δύναμη των καμπτήρων μειώθηκε από την ηλικία των 10 ως την ηλικία των 13 ετών. Αντίθετα, η μέγιστη ροπή των εκτεινόντων αυξήθηκε ή έμεινε παρόμοια από την ηλικία των 10 ως την ηλικία των 13 ετών. Παιδιά 13 ετών παράγουν 2,5 φορές μεγαλύτερη ομόκεντρη ροπή στους καμπτήρες του αγκώνα και του γόνατος από εκείνη των παιδιών ηλικίας 8 ετών (Sunnegardh et al, 1988). Παρόμοια, η δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του αγκώνα αυξάνεται από την ηλικία των 15 ως την ηλικία των 17 χρόνων (Gilliam et al, 1979).

Η μέγιστη ροπή των μυϊκών ομάδων του ισχίου αυξάνεται με την ηλικία, ανεξάρτητα από τις αλλαγές στο σωματικό βάρος σε νεαρούς καλαθοσφαιριστές ηλικίας 12 – 17 ετών (Gerodimos et al, 2003). Σε έρευνά τους οι Kellis και συν (2001), αξιολόγησαν τη μέγιστη ροπή δύναμης (έκκεντρη και ομόκεντρη) σε νεαρούς ποδοσφαιριστές 10 – 17 ετών και μελέτησαν μεταξύ άλλων, την επίδραση της ηλικίας σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, υπήρξε κύρια επίδραση της ηλικίας στην απόλυτη και σχετική ροπή δύναμης, σε όλες τις

συνθήκες αξιολόγησης. Τόσο η έκκεντρη, όσο και η ομόκεντρη μέγιστη ροπή των εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος, παρουσίασαν σχεδόν γραμμική αύξηση από την ηλικία των 10 ως την ηλικία των 17 χρόνων, η οποία ήτανε περισσότερο εμφανής ανάμεσα στα 13 και 14 χρόνια.

Η μέγιστη ομόκεντρη ροπή των πρόσθιων, αλλά και των οπίσθιων μηριαίων, ήτανε υψηλότερη σε ενήλικες ποδοσφαιριστές (> 21 ετών) σε σχέση με τους νεαρούς ποδοσφαιριστές (≤ 21 ετών) στο κυρίαρχο, κάτι που όμως δεν παρατηρήθηκε και στο μη κυρίαρχο πόδι (Giir et al 1999). Σε μια μακροχρόνια μελέτη 11 χρόνων οι Holm et al (2005), αξιολόγησαν την ανάπτυξη της ισοκινητικής δύναμης σε παιδιά τοπικής ομάδας ποδοσφαίρου από την προεφηβική ηλικία ($9,8 \pm 0,3$ ετών) ως την πλήρη ωρίμανση ($21,1 \pm 0,4$ ετών), μεσολαμβάνοντας περίπου 2,5 χρόνια μεταξύ των μετρήσεων. Παρουσιάστηκε άνοδος στις απόλυτες αλλά και στις σχετικές τιμές (σε σχέση με τη σωματική μάζα, το ύψος, τη χρονολογική και οστική ηλικία), στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος του κυρίαρχου κάτω άκρου (δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μη κυρίαρχο κάτω άκρο) από τη μία μέτρηση στην επόμενη, τόσο στις 60°s^{-1} , όσο και στις 240°s^{-1} , αν και οι απόλυτες τιμές ήτανε σημαντικά υψηλότερες από τις σχετικές τιμές. Η σχετική δύναμη και των δύο μυικών ομάδων παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση στην περίοδο από τα $12,9 \pm 0,3$ ως τα $14,3 \pm 0,3$ χρόνια και από τα $14,3 \pm 0,3$ ως τα $17,2 \pm 0,8$ χρόνια και ο παράγοντας που εξηγούσε καλύτερα την αύξηση στη μυική δύναμη ακόμη και σε αναπτυσσόμενα παιδιά ήτανε το σωματικό βάρος.

Σε μια άλλη μελέτη, οι Bittencourt και συν (2005), αξιολόγησαν τη λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος σε κορυφαίους Βραζιλιάνους αθλητές της πετοσφαίρισης σε δύο ηλικίες: κάτω των 19 ($M \pm SD: 17 \pm 0,46$) και κάτω των 21 ($M \pm SD: 19,5 \pm 0,63$) ετών. Η ομάδα κάτω των 21, παρουσίασε μεγαλύτερη σχετική μέγιστη ροπή και υψηλότερες τιμές σχετικού έργου των καμπτήρων (όχι όμως και των εκτεινόντων) του ισχίου στις 60°s^{-1} και για το κυρίαρχο και για το μη κυρίαρχο κάτω άκρο, ενώ δεν υπήρξαν διαφορές στις ίδιες παραμέτρους για τους εκτεινόντες μύες. Επίσης, η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων ήτανε σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα κάτω των 21 για το κυρίαρχο κάτω άκρο σε σχέση με την ομάδα κάτω των 19 ετών, ενώ σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων προέκυψαν μόνο στην ομάδα κάτω των 21 χρόνων.

Οι Buchanan & Vardaxis (2003), αξιολόγησαν τη δύναμη των κάμψης και έκτασης του γόνατος σε καλαθοσφαιριστές ηλικίας 11 – 13 και 15 – 17 ετών και

μελέτησαν την επίδραση της ηλικίας, αλλά και του φύλου. Η μέση σχετική δύναμη κάμψης, ήτανε υψηλότερη στην ηλικία των 15 – 17 ετών και για το κυρίαρχο (38% μεγαλύτερη) και για το μη κυρίαρχο κάτω άκρο (40,8% μεγαλύτερη) από αυτή στην ηλικία των 11 – 13 ετών. Αν και στο σύνολό τους, τα αγόρια είχαν μία τάση να είναι πιο δυνατά από τα κορίτσια ως προς τη μέση μέγιστη σχετική ροπή κάμψης, οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές. Παρόμοια ήτανε η εικόνα και για έκταση, με τα παιδιά της ηλικίας των 15 – 17 ετών να υπερτερούν (26,6% και 26,0% μεγαλύτερη δύναμη για το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο κάτω άκρο, αντίστοιχα) από αυτά της ηλικίας των 11 – 13 ετών. Και εδώ δεν υπήρχε κύρια επίδραση του φύλου. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η ηλικία καθώς τα αγόρια και τα κορίτσια των 15 -17 ετών παρουσιάζονται δυνατότερα και στο κυρίαρχο και στο μη κυρίαρχο κάτω άκρο από τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα, της ηλικίας των 11 – 13 ετών και για τις δύο μυικές ομάδες.

2.2.4.2. Επίδραση του φύλου

Σε μελέτη των Colliander & Tesh (1989) στην οποία έλαβαν μέρος αθλούμενοι για ψυχαγωγικούς λόγους (ηλικία: 27 ± 5 ετών), η ομόκεντρη μέγιστη ροπή κάμψης και έκτασης του γόνατος (στις 30, 90 και 150°s^{-1}) εμφανίστηκε να είναι μεγαλύτερη κατά 60% στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες και όταν αυτή εκφράστηκε σε ποσοστό επί της σωματικής μάζας, η διαφορά μειώθηκε στο 23%, παρέμεινε όμως στατιστικά σημαντική. Η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων αυξανόταν με την αύξηση της ταχύτητας, ήτανε όμως παρόμοια και στα δύο φύλα.

Το ίδιο φαίνεται να ισχύει ως προς τη δύναμη μεταξύ των δύο φύλων και σε μικρότερες ηλικίες. Σε μελέτη των Hoshikawa (2006), αξιολογήθηκε η μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος σε 22 παίκτες του βόλεϊ ηλικίας 15,6 – 16,2 ετών στις 60°s^{-1} σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές με διαφορά ενός χρόνου. Στην αρχική μέτρηση η μέση μέγιστη ροπή των αγοριών ήτανε σημαντικά υψηλότερη από αυτή των κοριτσιών και για τις δύο μυικές ομάδες. Στη δεύτερη μέτρηση τα αγόρια παρουσίασαν σημαντική αύξηση της μέγιστης ροπής τόσο των εκτεινόντων όσο και των καμπτήρων μυών σε σχέση με την πρώτη μέτρηση, αλλά και σε σχέση με τα κορίτσια, στα οποία δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μετρήσεων και για τις δύο μυικές ομάδες. Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη, η μεσολάβηση ενός χρόνου φαίνεται ότι είναι σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση

της δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος για τα αγόρια αυτής της ηλικίας, όχι όμως και για τα κορίτσια.

Οι Barber-Westin και συν (2005), αξιολόγησαν ισοκινητικά 27 κορίτσια (ηλικίας $9,7 \pm 0,5$ ετών) και 25 αγόρια αθλητές ποδοσφαίρου (ηλικίας $9,6 \pm 0,5$ ετών). Στις 180°s^{-1} , δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στη σχετική μέγιστη ροπή των καμπτήρων του γόνατος του κυρίαρχου, αλλά και του μη κυρίαρχου κάτω άκρου, ούτε στη σχετική μέγιστη ροπή των εκτεινόντων μυών. Επίσης δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος και για τα δύο κάτω άκρα στην ηλικία που μελετήθηκε.

Παρόμοια με τους Barber-Westin και συν, οι Mameletzi D & Siatras (2003), δεν βρήκαν διαφορές στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος (εξέτασαν μόνο το δεξί κάτω άκρο), σε κολυμβητές και κολυμβήτριες της προεφηβικής ηλικίας (10 – 12 ετών) στις 60, 120 και 180°s^{-1} . Η μέγιστη ροπή και η ισχύς των εκτεινόντων του γόνατος των αγοριών δεν διέφερε από τις αντίστοιχες των κοριτσιών στις 60 και 120°s^{-1} . Στις 180°s^{-1} αντίθετα, τα αγόρια ήτανε πιο δυνατά από τα κορίτσια. Όσον αφορά στους καμπτήρες, τα αγόρια ήτανε δυνατότερα από τα κορίτσια στις 120 και 180°s^{-1} . Όταν υπολογίστηκαν οι σχετικές με τη σωματική μάζα τιμές της μέγιστης ροπής και ισχύος, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων.

Σε κάποιες μελέτες φαίνεται ότι οι διαφορές που παρουσιάζονται στην ισοκινητική δύναμη μεταξύ των δύο φύλων, είναι εξαρτώμενες από την ηλικία. Η ομόκεντρη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος είναι παρόμοια για τα αγόρια και τα κορίτσια των 8 χρόνων, ενώ όταν αυτή εκφράζεται σε σχέση με τη σωματική μάζα, τα αγόρια παρουσιάζονται δυνατότερα μόνο στην κάμψη και μόνο στις 150°s^{-1} . Στην ηλικία των 13 χρόνων η μέγιστη ροπή δεν παρουσιάζει διαφορές σε καμία γωνιακή ταχύτητα, τόσο για την έκταση όσο και για την κάμψη, ενώ όταν εκφράζεται σε σχέση με τη σωματική μάζα τα αγόρια είναι δυνατότερα από τα κορίτσια στις 90 και 150°s^{-1} (Sunnegardh et al, 1988).

2.2.5. Επίδραση διαφορετικών επιπέδων άσκησης

Τα διαφορετικά επίπεδα άσκησης έχουν επίσης μελετηθεί ως παράγοντας διαφοροποίησης της δύναμης των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων. Οι Cometti et al (2001), εξέτασαν μεταξύ άλλων, την επίδραση των διαφορετικών επιπέδων άσκησης στην ομόκεντρη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του ισχίου επαγγελματιών ποδοσφαιριστών πρώτης και δεύτερης κατηγορίας, καθώς και

ερασιτεχνών, στις 60, 120, 180, 240 και 300°s^{-1} . Η δύναμη των καμπτήρων μυών των παικτών της πρώτης κατηγορίας ήτανε σημαντικά υψηλότερη από αυτή των ερασιτεχνών σε όλες τις ταχύτητες, εκτός από τις 300°s^{-1} , ενώ η μέγιστη ροπή των παικτών της δεύτερης κατηγορίας ήτανε υψηλότερη μόνο στις ταχύτητες από -120 – 60°s^{-1} . Αντίθετα, η μέγιστη ροπή των εκτεινόντων των ερασιτεχνών, ήτανε υψηλότερη από αυτή των επαγγελματιών παικτών στις -60 και $-120^{\circ}\text{s}^{-1}$. Η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων ήτανε υψηλότερη για τους επαγγελματίες παίκτες σε σχέση με τους ερασιτέχνες σε όλες τις ταχύτητες στις οποίες εξετάστηκε, εκτός από τις 300°s^{-1} .

2.2.6. Διαφορές μεταξύ αθλητών διαφορετικών αγωνισμάτων

Κάποιοι ερευνητές αξιολόγησαν τη δύναμη των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων σε αθλητές διαφορετικών αγωνισμάτων με στόχο την περιγραφή και τη σύγκριση του ισοκινητικού προφίλ της δύναμής τους. Οι Magalhães και συν (2004), αξιολόγησαν τη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος στις 90 και 360°s^{-1} , σε 28 υψηλού επιπέδου παίκτες της πετοσφαίρισης και 47 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Οι ποδοσφαιριστές παρουσίασαν μεγαλύτερη ανισοροπία στη δύναμη των καμπτήρων μυών ($10,6 \pm 8,0\%$) στις 90°s^{-1} , μεταξύ των δύο κάτω άκρων, σε σχέση με τους βολεϊμπολίστες ($6,9 \pm 5,5\%$), ενώ η αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων στις 90°s^{-1} ήτανε σημαντικά χαμηλότερη στους βολεϊμπολίστες (κυρίαρχο κάτω άκρο: $50,4 \pm 7,2\%$, μη κυρίαρχο κάτω άκρο: $50,5 \pm 6,4$), σε σχέση με τους ποδοσφαιριστές (κυρίαρχο κάτω άκρο: $57,4 \pm 6,7\%$, μη κυρίαρχο κάτω άκρο: $56,1 \pm 8,2\%$).

Σε μια άλλη μελέτη του Ozcaldiran (2008), μεταξύ ποδοσφαιριστών, κολυμβητών και μη αθλητών, δεν βρέθηκαν διαφορές στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος στις 60 , 120 και 180°s^{-1} μεταξύ ποδοσφαιριστών και κολυμβητών, υπήρχαν όμως σημαντικές διαφορές μεταξύ αθλητών και μη αθλητών.

Οι Rosane και συν (2001), δεν βρήκαν διαφορές στην αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων μεταξύ αθλητών και αθλητριών διαφορετικών αγωνισμάτων κολεγιακού επιπέδου, όμως οι αναλογίες τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες ήτανε πολύ χαμηλότερες από το 60% στις 60°s^{-1} .

2.2.7. Ισοκινητική αξιολόγηση των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος σε αθλητές στίβου

Παρά το γεγονός ότι ο στίβος αποτελεί ένα από τα πιο διαδομένα αθλήματα, λίγες είναι οι μελέτες που ασχολήθηκαν αποκλειστικά με την αξιολόγηση της μέγιστης ροπής των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος αθλητών στίβου όλων των αγωνισμάτων και ηλικιών.

Σε μια από αυτές τις μελέτες, οι Lee και συν (2005), μελέτησαν τις διαφορές στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος, καθώς και την αναλογία αυτών στις 180°s^{-1} , σε άνδρες δρομείς ταχύτητας, άλτες και ρίπτες. Η απόλυτη μέγιστη ροπή των εκτεινόντων ήτανε σημαντικά υψηλότερη στους ρίπτες σε σχέση με τους άλτες και τους δρομείς ταχύτητας. Παρόμοια ήτανε η εικόνα για τους καμπτήρες μύες, αν και η διαφορά μεταξύ των αθλητών των τριών αγωνισμάτων δεν ήτανε σημαντική. Η μέση αναλογία καμπτήρων/εκτεινόντων του γόνατος ήτανε 0,61 για τους δρομείς ταχύτητας, 0,58 για τους άλτες και 0,56 για τους ρίπτες, ενώ δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων των αθλητών.

Οι Siqueira και συν (2002), μέτρησαν τη σχετική μέγιστη ροπή, το συνολικό έργο, τη μέση ισχύ και την ισοροπία στη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος αλτών και δρομέων αθλητών και μη αθλητών, και αξιολόγησαν τις παραπάνω παραμέτρους ως προς το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο κάτω άκρο. Θεώρησαν ως κυρίαρχο, το πόδι που οι δοκιμαζόμενοι θα χρησιμοποιούσαν για να κλωτσήσουν μία μπάλα. Από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης προέκυψε ότι, υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων μόνο στη μέγιστη ροπή των καμπτήρων μυών της ομάδας ελέγχου, με το κυρίαρχο κάτω άκρο να είναι πιο δυνατό από το μη κυρίαρχο στις 60°s^{-1} . Οι άλτες παρουσίασαν υψηλότερους μέσους όρους σε όλες τις παραμέτρους, ακολουθούσαν οι δρομείς και έπειτα η ομάδα ελέγχου. Η μέγιστη σχετική ροπή των καμπτήρων μυών του κυρίαρχου κάτω άκρου των αλτών στις 60°s^{-1} ήτανε σημαντικά υψηλότερη από αυτή των μη αθλητών, ενώ για το μη κυρίαρχο κάτω άκρο, οι άλτες ήτανε σημαντικά πιο δυνατοί από τους δρομείς και τους μη αθλητές και οι δρομείς πιο δυνατοί από τους μη αθλητές. Σε σχέση με τους εκτεινόντες μύες, οι άλτες και οι δρομείς παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές από τους μη αθλητές στη μέγιστη σχετική ροπή, ενώ δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ αλτών και δρομέων. Η αναλογία κάμψης/έκτασης στις 60°s^{-1} ήτανε χαμηλότερη στους δρομείς και στην ομάδα ελέγχου σε σχέση με τους άλτες, όμως αυτή η διαφορά δεν ήτανε σημαντική.

Σε μια πιο εκτεταμένη μελέτη των Olmo και συν (2006), αξιολογήθηκαν 248 Ισπανοί αθλητές στίβου υψηλού επιπέδου όλων των αγωνισμάτων και 68 άτομα που έκαναν καθιστική ζωή (ως ομάδα ελέγχου), με σκοπό τη διερεύνηση των ισοκινητικών παραμέτρων που αντιπροσωπεύουν το προφίλ δύναμης των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψαν σημαντικές διαφορές στη μέγιστη ροπή κάμψης και έκτασης στις 60°s^{-1} , τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες, μεταξύ των δρομικών και αλτικών αγωνισμάτων. Όταν η μέγιστη ροπή εκφράστηκε σε σχέση με τη σωματική μάζα, οι διαφορές στα διάφορα αγωνίσματα μειώθηκαν στις γυναίκες τόσο στην έκταση όσο και στην κάμψη. Στους άνδρες, παρατηρήθηκε το ίδιο μόνο για την κάμψη, ενώ οι διαφορές παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες σε σχέση με τις απόλυτες τιμές όσον αφορά στην έκταση. Όσον αφορά στο αγώνισμα, οι ρίπτες παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές στη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος και ακολούθησαν οι άλτες του ύψους, οι αθλητές των σύνθετων αγωνισμάτων, οι άλτες του μήκους και του επί κοντώ, οι δρομείς ταχύτητας, οι δρομείς μεσαίων αποστάσεων και τέλος, οι δρομείς μεγάλων αποστάσεων.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δοκιμαζόμενοι

Στη μελέτη συμμετείχαν 81 αθλητές στίβου όλων των αγωνισμάτων ηλικίας 13 - 20 ετών οι οποίοι προπονούνταν συστηματικά. Αποκλείστηκαν από τη μελέτη αθλητές που είχαν κάποιο μυϊκό ή άλλο τραυματισμό. Οι δοκιμαζόμενοι χωριστήκαν σε τρεις ηλικιακές ομάδες: 13 -15 ετών, 16 – 17 ετών, 18 ετών και πάνω. Η συγκεκριμένη κατανομή έγινε με βάση τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των αθλητών από τη σκοπιά του βαθμού ειδίκευσης σε ένα αγώνισμα και με βάση τις ευαίσθητες φάσεις ανάπτυξης της μέγιστης δύναμης. Σύμφωνα με τον Winter (1984), η ευαίσθητη φάση ανάπτυξης της μέγιστης δύναμης είναι η πρώτη φάση της εφηβείας (ηλικία των 11 – 15 ετών) και έπειτα. Στο στίβο στην ηλικία των 13 – 15 ετών γίνεται ολόπλευρη εκγύμναση των αθλητών και μια πρώτη επιλογή του αγωνίσματος, ακολουθεί η αναπτυξιακή φάση της αρχικής ειδίκευσης στην ηλικία των 16 – 17 ετών, ενώ μετά τα 18 οι αθλητές μεταβαίνουν στη φάση του πρωταθλητισμού και σε υψηλό επίπεδο προπονητικής επιβάρυνσης.

Πριν τη μέτρηση οι δοκιμαζόμενοι, αλλά και οι γονείς των ανήλικων αθλητών, έδωσαν τη γραπτή συγκατάθεσή τους και ενημερώθηκαν για τον τρόπο διεξαγωγής της αξιολόγησης. Η μελέτη εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

3.2. Περιγραφή οργάνων

Μέθοδος αξιολόγησης βιολογικής ωρίμανσης: Το στάδιο βιολογικής ωρίμανσης των αθλητών και αθλητριών ηλικίας 13 – 17 ετών, αξιολογήθηκε με τη μέθοδο των πέντε σταδίων σεξουαλικής ωρίμανσης κατά Tanner, η οποία αποτελεί μία έγκυρη μέθοδο αξιολόγησης (Morris & Udry, 1980). Πρόκειται για ένα σύστημα αξιολόγησης της ανάπτυξης των δευτερευόντων χαρακτηριστικών της σεξουαλικής ωρίμανσης (π.χ. το ηβικό τρίχωμα, ανάπτυξη γεννητικών οργάνων). Κάθε στάδιο αξιολογείται σε μια πεντάβαθμη κλίμακα: το στάδιο 1 αντιστοιχεί στην προεφηβική φάση, ως το στάδιο 5 όπου τα χαρακτηριστικά των ατόμων είναι όμοια με αυτά των ενηλίκων ανδρών ή γυναικών.

Αναστημόμετρο – ζυγός: Για την αξιολόγηση του αναστήματος και της σωματικής μάζας των δοκιμαζομένων χρησιμοποιήθηκε το αναστημόμετρο-ζυγός της εταιρίας

Seca (Seca 714, Seca Vogel & Halke GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany) με ακρίβεια 0,5 cm.

Ισοκινητικό Δυναμόμετρο: Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ισοκινητικό δυναμόμετρο Cybex Norm (Ronkonkoma, NY) σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες (Paschalis et al 2007, Kellis et al 2001). Η αξιοπιστία του συγκεκριμένου δυναμόμετρου έχει αποδειχτεί, τόσο για τις απόλυτες τιμές δύναμης (μέγιστη ομόκεντρη ροπή), όσο και για την αναλογία κάμψης/έκτασης του γόνατος στην ταχύτητα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη (Impellizzeri et al, 2008).

3.3. Πρωτόκολλο μέτρησης

3.3.1. Αξιολόγηση βιολογικής ωρίμανσης

Για την αξιολόγηση της βιολογικής ωρίμανσης των δοκιμαζομένων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αυτοεκτίμησης από τους δοκιμαζόμενους των δεικτών της βιολογικής τους ωρίμανσης μέσω ζωγραφιών (Morris & Udry 1980), οι οποίες απεικόνιζαν τα διαφορετικά στάδια σεξουαλικής ωρίμανσης, ως προς την κλίμακα Tanner, η αξιοπιστία της οποίας έχει τεκμηριωθεί (Duke et al 1980, Brooks-Gunn et al 1987, Coleman & Coleman 2002). Οι αθλητές συνέκριναν τους εαυτούς τους με εικόνες οι οποίες αντιπροσώπευαν τα πέντε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης και συνοδευότανε από σχετικές οδηγίες και στη συνέχεια τους ζητήθηκε να καταγράψουν τον αριθμό 1 στην εικόνα που ήτανε πιο κοντά στο δικό τους στάδιο ωρίμανσης, και τον αριθμό 2 στην εικόνα την αμέσως πιο κοντινή μετά την πρώτη, στη δική τους σεξουαλική ωρίμανση. Έγινε αξιολόγηση τόσο για την ανάπτυξη του ηβικού τριχώματος, όσο και για την ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων για τα αγόρια και του στήθους για τα κορίτσια. Τα συμπληρωμένα έντυπα τοποθετήθηκαν σε ένα φάκελο και στη συνέχεια σφραγίστηκαν από τους ίδιους τους δοκιμαζόμενους. Σε κάθε φάκελο, είχε αναγραφεί ένας πενταψήφιος κωδικός, για τη μεταφορά των δεδομένων και για τη διαφύλαξη της ανωνυμίας των δοκιμαζόμενων.

3.3.2. Μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

1. **Ανάστημα:** Για τη μέτρηση του αναστήματος, οι δοκιμαζόμενοι έβγαζαν τα παπούτσια τους και κατόπιν, στεκόταν όρθιοι στη βάση του αναστημόμετρου-ζυγού. Ο προσανατολισμός του κεφαλιού γινότανε έτσι ώστε, το πάνω όριο της ωτικής κοιλότητας και το χαμηλότερο άκρο της κόγχης του ματιού να βρίσκονται σε οριζόντια γραμμή, ενώ οι πτέρνες ήτανε ενωμένες. Οι εξεταζόμενοι

πραγματοποιούσαν μια μέγιστη εισπνοή και εκείνη τη στιγμή καταγραφόταν το ανάστημα με προσέγγιση 0,5 cm.

2. Για τη μέτρηση της σωματικής μάζας οι εξεταζόμενοι χωρίς τα παπούτσια τους και φορώντας όσο το δυνατόν πιο ελαφριά ρούχα, στεκόταν στη βάση του αναστημόμετρου-ζυγού με το βάρος τους κατανεμημένο και στα δύο πόδια εξίσου και γινόταν η καταγραφή της ένδειξης του οργάνου σε kg με ακρίβεια 0,1 kg.

3.3.3. Ισοκινητική αξιολόγηση

Αφού δόθηκαν στους δοκιμαζόμενους λεπτομερείς οδηγίες για την πραγματοποίηση της αξιολόγησης, ακολούθησε προθέρμανση οκτώ λεπτών σε κυκλοεργόμετρο και πέντε λεπτά διατακτικές ασκήσεις των μυικών ομάδων που αξιολογήθηκαν.

Οι δοκιμαζόμενοι τοποθετήθηκαν στο δυναμόμετρο σε καθιστή θέση. Ο άξονας περιστροφής του δυναμόμετρου ευθυγραμμίστηκε με τον άξονα περιστροφής του γόνατος, με τη νοητή γραμμή που περνά από τον μηριαίο κόνδυλο, με το γόνατο σε κάμψη 90°. Το κάθισμα προσαρμοζόταν ανάλογα για τον κάθε δοκιμαζόμενο ξεχωριστά. Τοποθετήθηκαν δύο μάντες σταυρωτά κατά μήκος του θώρακα, ένας μάντας στη μέση και ένας μάντας στο μηρό πάνω από την επιγονατίδα, ώστε να συγκρατούν τους δοκιμαζόμενους σε σταθερή θέση και να περιοριστεί κατά το δυνατόν η συνεισφορά άλλων μυικών ομάδων (Perrin, 1993). Επίσης για να περιοριστεί η συνεισφορά των άνω άκρων οι δοκιμαζόμενοι είχαν τα χέρια τους σταυρωμένα στο στήθος.

Όταν οι δοκιμαζόμενοι σταθεροποιήθηκαν στο κάθισμα, καθορίστηκε το εύρος κίνησης. Η αρχική θέση ορίστηκε στις 100° και στις 0° για την κάμψη και την έκταση του γόνατος, αντίστοιχα. Έγινε διόρθωση της βαρύτητας και στα δύο κάτω άκρα, για να παρθούν έγκυρα δεδομένα από τις μετρήσεις δύναμης των εκτεινόντων και καμπτήρων μηριαίων (Baltzopoulos & Brodie 1989, Bohannon & Smith 1989, Perrin et al 1991, Winter et al 1981). Στην περίπτωση των μηριαίων μυών, αποτυχία της διόρθωσης της βαρύτητας, οδηγεί σε υπερεκτίμηση της αναλογίας κάμψης/έκτασης (Figoni et al 1988, Fillyaw et al 1986). Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι οι καμπτήρες παρουσιάζονται πιο δυνατοί συγκριτικά με τους εκτεινόντες του γόνατος, από ότι είναι στην πραγματικότητα.

Κάθε δοκιμαζόμενος πραγματοποίησε μία σειρά των 8 ομόκεντρων επαναλήψεων που αποτελούσε την προθέρμανση, με σκοπό την εξοικείωση των δοκιμαζομένων με τη διαδικασία μέτρησης και εν συνεχεία μία σειρά των 5

ομόκεντρων επαναλήψεων που αποτελούσε την κύρια μέτρηση. Η ταχύτητα ορίστηκε στις $60^{\circ}\text{sec}^{-1}$ και για τις δύο σειρές και διατηρήθηκε διάλειμμα 60sec μεταξύ των σειρών. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη ταχύτητα, διότι η επιτάχυνση είναι βραχυπρόθεσμη και η σταθερή ταχύτητα άρα και η ισοκίνηση, διαρκεί περισσότερο (Baltzopoulos & Brodie 1989).

Κατά τη διάρκεια της μέτρησης δινότανε προφορική ενθάρρυνση, ενώ ανατροφοδότηση ως προς την ένταση της άσκησης, την παραγωγή συνολικού έργου και της διάρκειας, δινόταν αυτόματα από το δυναμόμετρο, για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των δοκιμαζόμενων (Paschalis et al 2005, O'Sullivan & O'Sullivan 2008, Baltzopoulos et al 1991). Μετά την ολοκλήρωση της μέτρησης της ροπής του ενός κάτω άκρου, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της ροπής του άλλου κάτω άκρου, μετά από διάλειμμα 5min.

Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν η ομόκεντρη μέγιστη ροπή του δεξιού και του αριστερού κάτω άκρου στην κάμψη και στην έκταση, η σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή, καθώς και η αναλογία της ομόκεντρης ροπής των καμπτήρων μυών προς την αντίστοιχη των εκτεινόντων μυών του ισχίου για τα δύο κάτω άκρα. Επίσης μελετήθηκαν πιθανές διαφορές στη δύναμη κάμψης και έκτασης του γόνατος μεταξύ των δύο κάτω άκρων. Χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας συχνοτήτων προκειμένου να προσδιοριστεί το ποσοστό των αθλητών που πιθανόν να παρουσίαζαν ανισοροπίες στη δύναμη κάμψης και έκτασης μεταξύ των δύο κάτω άκρων, καθώς και πιθανές ανισοροπίες στην δύναμη των καμπτήρων σε σχέση με τη δύναμη των εκτεινόντων μηριαίων στο ίδιο κάτω άκρο.

Για τους καμπτήρες και εκτεινόντες μηριαίους, ως ανισοροπία ορίστηκε η διαφορά στη δύναμη μεταξύ των δύο ποδιών η οποία ξεπερνούσε σε ποσοστό το 10% (Wyatt & Edwards 1981, Grace et al 1984). Ως προς την αναλογία κάμψης/ έκτασης, χαμηλή ορίστηκε η αναλογία, η οποία ήταν μικρότερη του 60% (Perrin 2003, Devan 2004).

3.4. Σχεδιασμός έρευνας

Ανεξάρτητες μεταβλητές:

Ηλικία
Επίπεδα (3): 13 – 15 ετών
16 – 17 ετών
18 ετών και άνω

Φύλο
Επίπεδα (2): Αγόρια
Κορίτσια

Αγώνισμα
Επίπεδα (3): Δρόμοι
Ρίψεις
Άλματα

Εξαρτημένες μεταβλητές:

Μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης του δυνατού κάτω άκρου

Μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου

Έλλειμμα δύναμης στην κάμψη μεταξύ των δύο κάτω άκρων

Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης του δυνατού κάτω άκρου

Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου

Μέγιστη ομόκεντρη ροπή έκτασης του δυνατού κάτω άκρου

Μέγιστη ομόκεντρη ροπή έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου

Έλλειμμα δύναμης στην έκταση μεταξύ των δύο κάτω άκρων

Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή έκτασης του δυνατού κάτω άκρου

Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου

Ομόκεντρη αναλογία κάμψης/έκτασης του δυνατού κάτω άκρου

Ομόκεντρη αναλογία κάμψης/έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου

3.5. Στατιστική ανάλυση

Για την απεικόνιση του δείγματος, υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι (μ) και το τυπικό σφάλμα μέσων όρων (SE) για όλες τις μεταβλητές ανά ηλικία, φύλο και αγώνισμα.

Ο διαχωρισμός των δύο κάτω άκρων έγινε σε δυνατό και αδύναμο, με βάση τις τιμές της ισοκινητικής αξιολόγησης, ώστε να αποτραπεί η σύγχυση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, που πιθανώς να δημιουργούσε το γεγονός ότι σε κάποιους αθλητές το δεξί κάτω άκρο είναι πιο δυνατό από το αριστερό και σε άλλους το αντίστροφο, αλλά και από το γεγονός ότι σε κάποια αγωνίσματα ίσως να υπάρχει κυριαρχία του ενός έναντι του άλλου κάτω άκρου (Australian Sports Committee, 2000).

Έτσι, ο υπολογισμός του ελλείμματος στη δύναμη μεταξύ των δύο κάτω άκρων έγινε σύμφωνα με τη σχέση:

$$\frac{\text{Μέγιστη ροπή δυνατού} - \text{Μέγιστη ροπή αδύναμου κάτω άκρου}}{\text{Μέγιστη ροπή δυνατού κάτω άκρου}} \quad \times 100$$

Η αναλογία κάμψης/έκτασης, υπολογίστηκε σύμφωνα με τη σχέση:

$$\frac{\text{Μέγιστη ροπή κάμψης}}{\text{Μέγιστη ροπή έκτασης}} \quad \times 100$$

Από τον έλεγχο κανονικότητας της κατανομής του δείγματος Kolmogorov-Smirnov, προέκυψε ότι το δείγμα ακολουθεί την κανονική κατανομή για τις μεταβλητές μέγιστη ροπή κάμψης του δυνατού και αδύναμου κάτω άκρου, σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης του δυνατού και αδύναμου κάτω άκρου, σχετική μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου και του δυνατού κάτω άκρου, καθώς και για τις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων.

Το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή για τις μεταβλητές μέγιστη ροπή έκτασης του δυνατού κάτω άκρου, μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου, καθώς και για το έλλειμμα δύναμης στην κάμψη και στην έκταση. Σε αυτές τις μεταβλητές, έγινε λογαριθμική μετατροπή των δεδομένων με βάση το φυσικό λογάριθμο (\ln) και στη συνέχεια, έγινε ξανά έλεγχος της κανονικότητας των κατανομών μέσω της δοκιμασίας Kolmogorov-Smirnov. Παρουσίασαν κανονική κατανομή οι μεταβλητές μέγιστη ροπή έκτασης του δυνατού και του αδύναμου κάτω

άκρου. Συνέχιζαν να μην ακολουθούν την κανονική κατανομή οι μεταβλητές έλλειμμα δύναμης στην κάμψη και στην έκταση. Για τις δύο αυτές μεταβλητές αυτές εφαρμόστηκαν μη παραμετρικές συγκρίσεις.

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές στη μέγιστη ροπή κάμψης, στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης των δύο κάτω άκρων, στη λογαριθμοποιημένη μέγιστη ροπή έκτασης, στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης, καθώς και στην αναλογία κάμψης/έκτασης εξαιτίας της ηλικίας, του φύλου και του αγωνίσματος, αλλά και αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών αυτών παραγόντων, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων (Manova, ηλικία x φύλο x αγώνισμα). Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν post Hoc tests του Sheffe, για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων ηλικιακών ομάδων και μεταξύ ποιων αγωνισμάτων υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβλητές. Ως προς το φύλο, εφαρμόστηκε t-test για ανεξάρτητα δείγματα.

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές στο έλλειμμα δύναμης στην κάμψη και στην έκταση μεταξύ των δύο κάτω άκρων, εφαρμόστηκε μη παραμετρική ANOVA μέσω Kruskal-Wallis Test ως προς την ηλικία και το αγώνισμα, και στη συνέχεια σύγκριση των ηλικιών και των αγωνισμάτων ανά δύο με Man Whitney U Test για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιων ηλικιών και αγωνισμάτων υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ως προς το φύλο, εφαρμόστηκε σειριακός έλεγχος Kolmogorov-Smirnov Z Test για δύο ανεξάρτητα δείγματα.

Για τον προσδιορισμό του ποσοστού των δοκιμαζόμενων που παρουσίαζαν ανισοροπίες δύναμης στην κάμψη και στην έκταση μεταξύ των δύο ποδιών, αλλά και του ποσοστού των δοκιμαζόμενων που παρουσίαζαν ανισοροπίες στις αναλογίες κάμψης/έκτασης στο αδύναμο και στο δυνατό κάτω άκρο, εξετάστηκαν οι πίνακες συχνοτήτων.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων κατά ηλικία, φύλο και στάδιο σεξουαλικής ωρίμανσης κατά Tanner, φαίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.

A: αγόρια, K: κορίτσια

Ηλικία	Φύλο	N	Ύψος (cm) (Mean ± SE)	Μάζα (kg) (Mean ± SE)	Στάδιο Tanner		
					3	4	5
13 – 15 ετών	A	23	171.8 ± 1.6	64.5 ± 2.9		19	
	K	15	162.0 ± 2.0	55.5 ± 3.6	3	16	
16 – 17 ετών	A	15	176.4 ± 2.0	71.1 ± 3.6			15
	K	9	167.4 ± 2.6	59.1 ± 4.7			9
18 – 20 ετών	A	11	179.0 ± 2.4	75.6 ± 4.2			11
	K	8	169.1 ± 2.8	59.3 ± 5.0			8
Σύνολο		81	171.1 ± 1.2	64.4 ± 2.6		81	

4.2. Ισοκινητική αξιολόγηση

Αλληλεπίδραση μεταξύ φύλου και αγωνίσματος προέκυψε μόνο για τη μέγιστη ροπή κάμψης των δύο κάτω άκρων ($p < ,05$), ενώ μεταξύ ηλικίας και φύλου, καθώς και μεταξύ ηλικίας και αγωνίσματος δεν προέκυψε αλληλεπίδραση για καμία μεταβλητή. Τέλος, αλληλεπίδραση μεταξύ και των τριών παραγόντων, προέκυψε για τη μέγιστη ροπή κάμψης του δυνατού κάτω άκρου ($p < ,05$), καθώς και για τη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης του δυνατού κάτω άκρου ($p < ,05$).

Εξαιτίας της ηλικίας, και από την ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων (MANOVA), προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές :

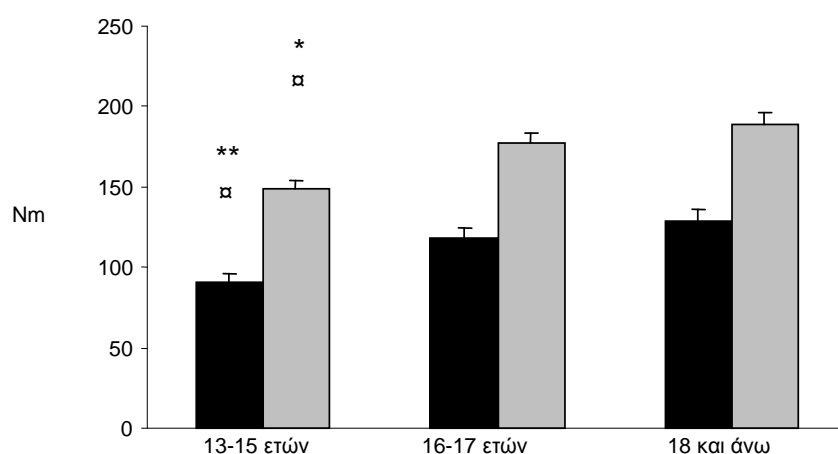
Στη μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 9,927$, $p < ,001$) και του δυνατού κάτω Άκρου ($F_{(2,64)} = 10,934$, $p < ,001$), στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 7,372$, $p < ,05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(2,64)} = 6,106$, $p < ,05$), στη μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 13,788$, $p < ,001$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(2,64)} = 13,010$, $p < ,001$), στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 6,651$, $p < ,05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(2,64)} = 6,815$, $p < ,05$), ενώ δεν παρατηρούνται στατιστικά

σημαντικές διαφορές λόγω ηλικίας, στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων. Από τη μη παραμετρική ANOVA προέκυψε ότι, λόγω ηλικίας υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο έλλειμμα δύναμης στην κάμψη ($\chi^2 = 8,158$, $df = 2$, $p < ,05$).

Από τα post Hoc tests του Sheffe, εξετάζοντας την ηλικία, προέκυψε ότι, στη μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου οι δοκιμαζόμενοι ηλικίας 13 – 15 ετών διαφέρουν σημαντικά με τους δοκιμαζόμενους των άλλων δύο ηλικιακών ομάδων, με την ηλικία των 18 και άνω να υπερτερεί και να ακολουθούν οι ηλικίες 16-17 και 13-15. Όταν η μέγιστη ροπή κάμψης μελετάται σε σχέση με τη σωματική μάζα οι διαφορές συνεχίζουν να υπάρχουν μεταξύ των ιδίων ηλικιών (Σχ. 1α).

Σχ. 1α. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου λόγω ηλικίας

■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. ** $p < .001$, * $p < .05$.

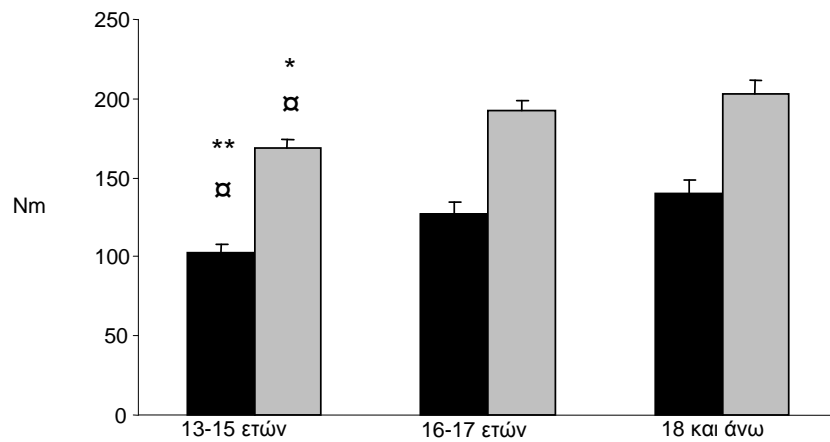


^a Η ηλικία των 13-15 ετών διαφέρει από τις ηλικίες 16-17 ετών και 18 και άνω.

Το ίδιο ισχύει και για το δυνατό κάτω άκρο καθώς η μέγιστη, αλλά και η σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης είναι μικρότερη στην ηλικία των 13 – 15 ετών σε σχέση με τις δύο άλλες ηλικιακές ομάδες (Σχ. 1β).

Σχ. 1β. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή κάμψης του δυνατού κάτω άκρου λόγω ηλικίας.

■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. ** p<,001, * p<,05.

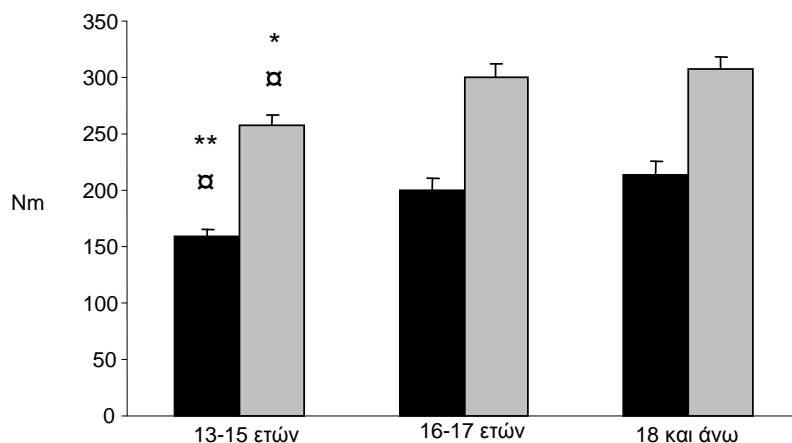


^a Η ηλικία των 13-15 ετών διαφέρει από τις ηλικίες 16-17 ετών και 18 και άνω.

Οι δοκιμαζόμενοι της ηλικίας των 13 – 15 ετών, είναι σημαντικά πιο αδύναμοι στη μέγιστη αλλά και σχετική ροπή έκτασης και των δύο κάτω άκρων σε σχέση με τους δοκιμαζόμενους των άλλων ηλικιακών ομάδων (Σχ. 1γ & 1δ).

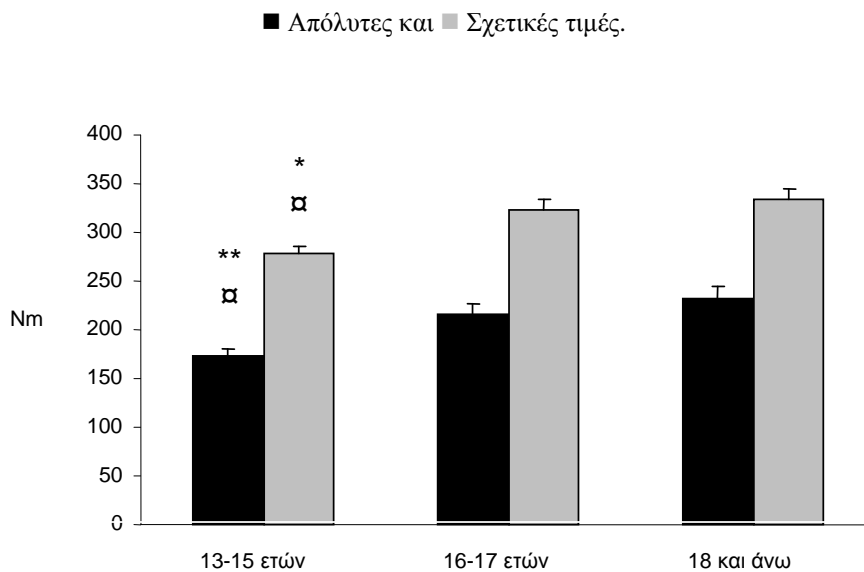
Σχ. 1γ. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου λόγω ηλικίας

■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. ** p<,001, * p<,05.



^a Η ηλικία των 13-15 ετών διαφέρει από τις ηλικίες 16-17 ετών και 18 και άνω.

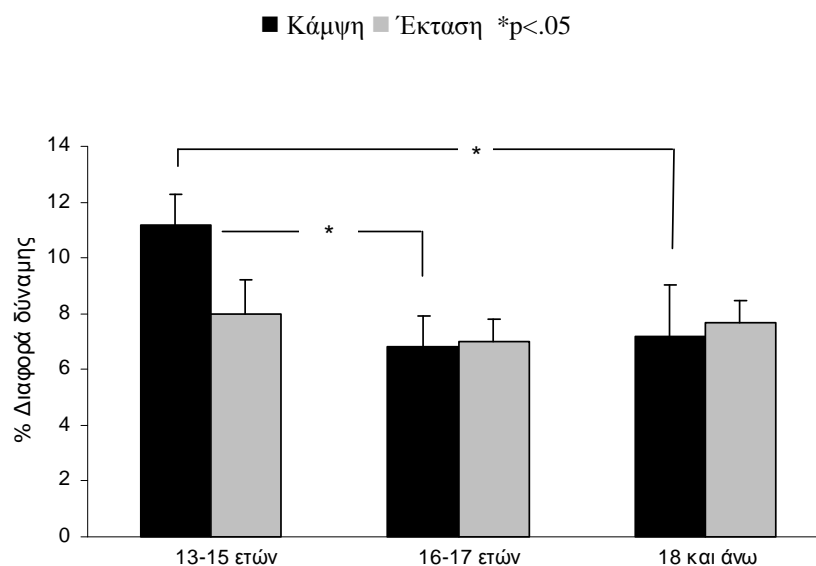
Σχ. 1δ. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή έκτασης του δυνατού κάτω άκρου λόγω ηλικίας.



^α Η ηλικία των 13-15 ετών διαφέρει από τις ηλικίες 16-17 ετών και 18 και άνω.

Από το σειριακό έλεγχο Man Whitney U Test προέκυψε ότι οι αθλητές ηλικίας 13 – 15 ετών ($M = 11,2$, $SE = 1,6$) παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερο έλλειμμα δύναμης στην κάμψη από τους αθλητές 15 – 17 ετών ($M = 6,8$, $SE = 1,1$), αλλά και από τους αθλητές 18 ετών και άνω ($M = 7,2$, $SE = 1,8$), όχι όμως και στην έκταση (Σχ. 2).

Σχ. 2. Διαφορές στο έλλειμμα δύναμης σε σχέση με την ηλικία.



Οι μέσοι όροι, το τυπικό σφάλμα των μέσων όρων και οι μεταξύ των ηλικιών διαφορές στις παραπάνω μεταβλητές, καθώς και το επίπεδο σημαντικότητας των διαφορών αυτών, παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Διαφορές στις ισοκινητικές μεταβλητές μεταξύ των ηλικιών.

Μεταβλητές	Ηλικία		
	13-15	16-17	18και άνω
	μ ± SE	μ ± SE	μ ± SE
ΜΡΚΑΠ	91.2 ± 5.0 ^{α**}	117.7 ± 6.3	128.4 ± 7.7
ΜΡΚΔΠ	102.6 ± 5.4 ^{α**}	127.3 ± 7.0	139.8 ± 9.2
ΜΡΚσχΑΠ	149.2 ± 5.2 ^{α*}	177.5 ± 6.0	188.5 ± 7.8
ΜΡΚσχΔΠ	168.3 ± 6.0 ^{α*}	192.0 ± 7.0	202.9 ± 8.5
ΜΡΕΑΠ	158.6 ± 6.4 ^{α**}	199.6 ± 10.3	213.3 ± 12.4
ΜΡΕΔΠ	173.1 ± 7.5 ^{α**}	215.5 ± 11.4	231.4 ± 13.0
ΜΡΕσχΑΠ	258.1 ± 8.3 ^{α*}	300.3 ± 8.7	308.3 ± 10.4
ΜΡΕσχΔΠ	278.6 ± 8.0 ^{α*}	323.8 ± 9.6	333.6 ± 10.2
ΕΛΔΚΑ	11.2 ± 1.1 ^{α*}	6.8 ± 1.1	7.2 ± 1.8
ΕΛΔΕΚ	8.0 ± 1.2	7.0 ± 0.8	7.7 ± 0.8
ΑΝΔΠ	62.1 ± 1.6	61.9 ± 1.9	64.0 ± 1.6
ΑΝΑΠ	55.0 ± 1.3	55.9 ± 1.7	56.0 ± 0.9

ΜΡΚ: Μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕ:** Μέγιστη ροπή έκτασης. **ΜΡΚσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης. **ΑΠ:** Αδύναμο κάτω άκρο. **ΔΠ:** Δυνατό κάτω άκρο. **ΕΛΔΚΑ:** Έλλειμμα δύναμης κάμψης. **ΕΛΔΕΚ:** Έλλειμμα δύναμης έκτασης. **ΑΝΔΠ:** Αναλογία δυνατού κάτω Άκρου. **ΑΝΑΠ:** Αναλογία αδύναμου κάτω άκρου.

^α Η ηλικία των 13-15 ετών, διαφέρει με τις ηλικίες των 16-17 και 18ετών και άνω.

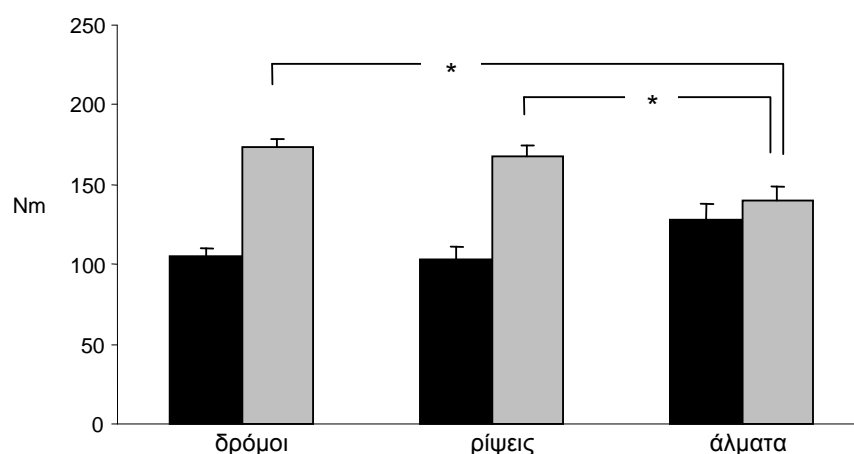
* p<.05, ** p<.001.

Εξαιτίας του αγωνίσματος, και από την ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων (Μανοβα), προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές: στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 5,371$, $p < .05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(2,64)} = 3,837$, $p < .05$), στη μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου ($F_{(2,64)} = 5,183$, $p < .05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(2,64)} = 8,710$, $p < .001$). Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές λόγω αγωνίσματος, στο έλλειμμα δύναμης και στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων.

Από τη μη παραμετρική ANOVA προέκυψε ότι, λόγω αγωνίσματος υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο έλλειμμα δύναμης στην έκταση, $\chi^2 = 6,901$, $df = 2$, $p < .05$, όχι όμως και στην κάμψη.

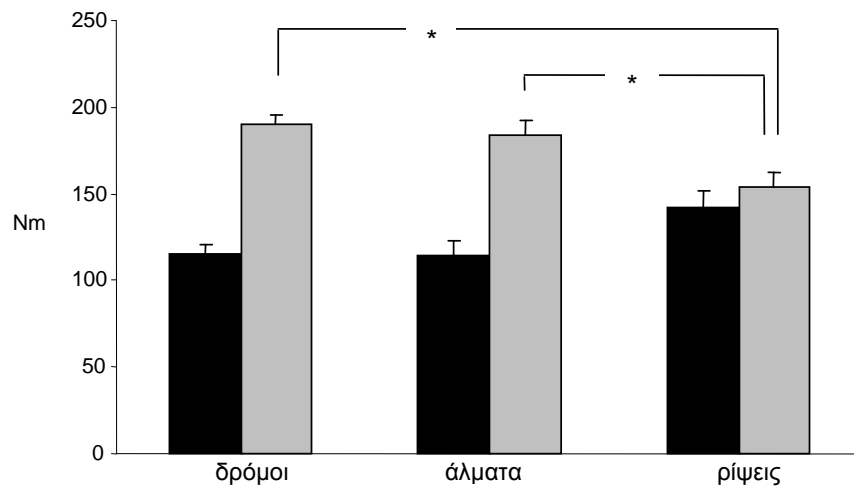
Από τα post Hoc tests του Sheffe προέκυψε ότι: στη μέγιστη ροπή κάμψης, αν και οι ρίπτες εμφανίζονται πιο δυνατοί από τους δρομείς και τους άλτες, η διαφορά δεν φτάνει τα όρια της σημαντικότητας. Όταν όμως λαμβάνεται υπόψη η σωματική μάζα των αθλητών, τότε η διαφορά γίνεται σημαντικές και μάλιστα με αντίστροφο τρόπο, καθώς οι δρομείς και οι άλτες είναι πιο δυνατοί από τους ρίπτες στη σχετική μέγιστη ροπή κάμψης (Σχ. 3α & 3β).

Σχ. 3α. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου λόγω αγωνίσματος. ■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. * $p < .05$.



Σχ. 3β. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή κάμψης του δυνατού κάτω ακρου λόγω αγωνίσματος.

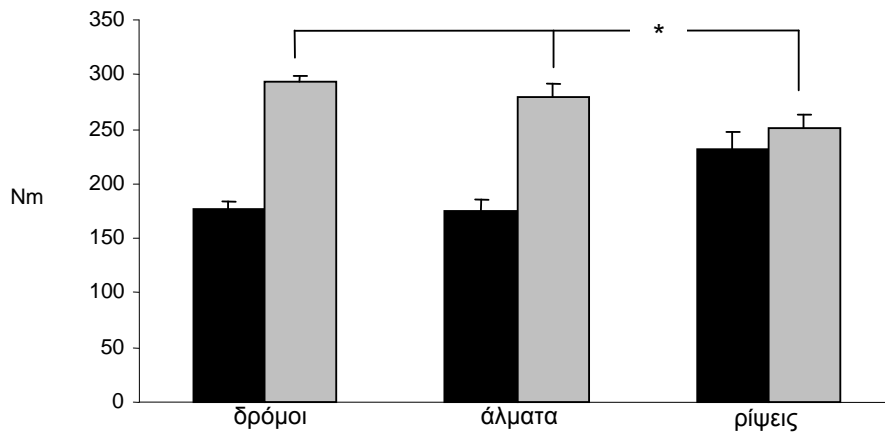
■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. * $p < .05$.



Στη μέγιστη ροπή έκτασης και των δύο κάτω άκρων, οι ρίπτες διαφέρουν σημαντικά με τους αθλητές των δύο άλλων αγωνισμάτων και παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές, ενώ οι δρομείς και οι άλτες ακολουθούν. (Σχ. 3γ & 3δ). Στη σχετική μέγιστη ροπή έκτασης οι διαφορές διατηρούνται μόνο μεταξύ των δρομέων και των ριπτών και μόνο για το αδύναμο κάτω άκρο (Σχ. 3γ).

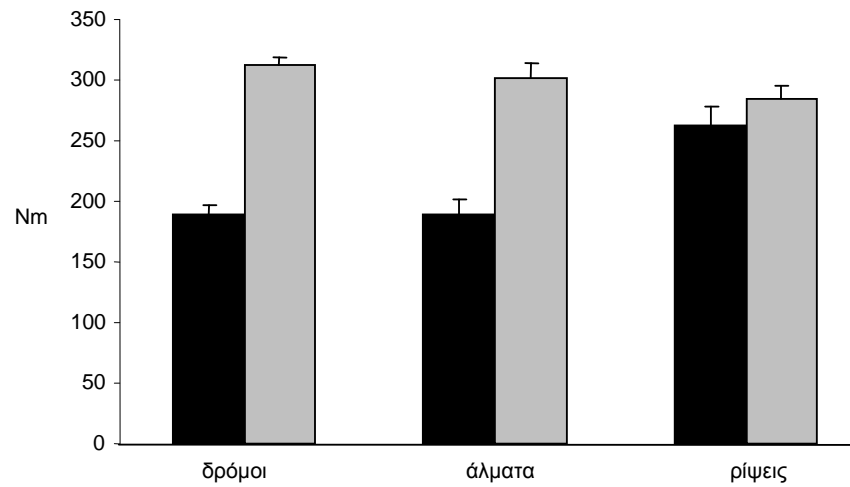
Σχ. 3γ. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή έκτασης του αδύναμου κάτω άκρου λόγω

αγωνίσματος. ■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. * $p < .05$.



Σχ. 3δ. Διαφορές στη μέγιστη και σχετική ροπή έκτασης του δυνατού κάτω άκρου λόγω αγωνίσματος.

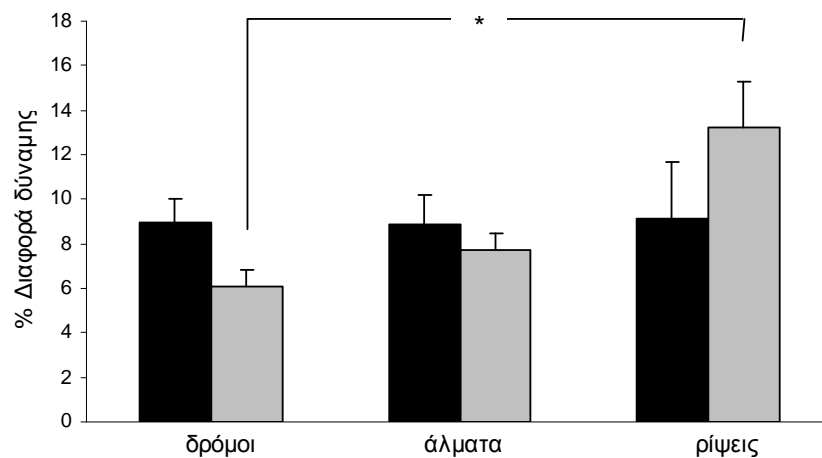
■ Απόλυτες και ■ Σχετικές τιμές. * $p < .05$.



Ως προς το έλλειμμα δύναμης, από το σειριακό έλεγχο Man Whitney U Test προέκυψε ότι εξαιτίας του αγωνίσματος, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ των δρομέων και των ριπτών, με τους ρίπτες ($M = 13,2$, $SE = 3,1$) να παρουσιάζουν μεγαλύτερο έλλειμμα δύναμης στην έκταση από τους δρομείς ($M = 6,1$, $SE = 0,7$) (Σχ. 4).

Σχ. 4. Διαφορές στο έλλειμμα δύναμης σε σχέση με το αγώνισμα.

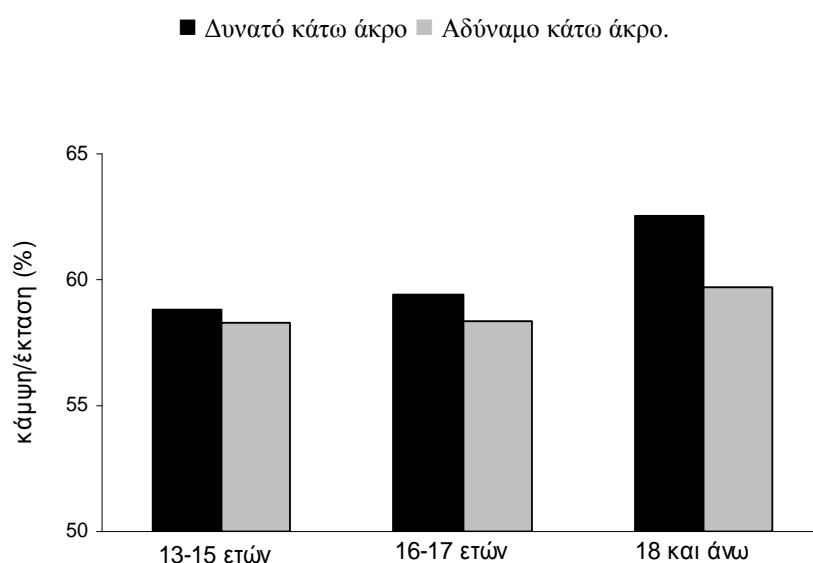
■ Κάμψη ■ Έκταση, * $p < .05$



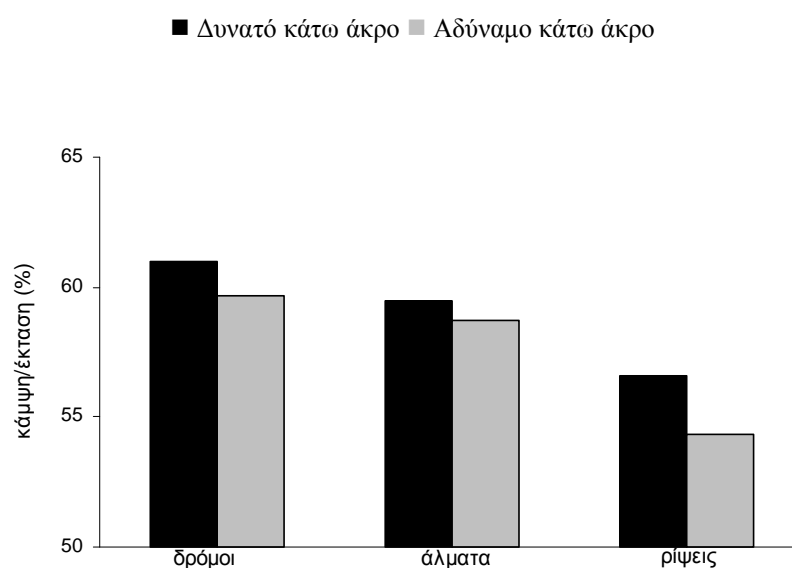
Οι μέσοι όροι, το τυπικό σφάλμα μέσων όρων και οι μεταξύ των αγωνισμάτων διαφορές στις παραπάνω μεταβλητές, καθώς και το επίπεδο σημαντικότητας των διαφορών αυτών, παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3.

Οι αναλογίες κάμψης/έκτασης δεν διέφεραν λόγω ηλικίας, φύλου ή αγωνίσματος. Παρόλα αυτά, οι αθλητές και αθλήτριες των 18 και άνω (Σχ. 5), και οι δρομείς (Σχ. 6), παρουσίασαν υψηλότερες αναλογίες σε σχέση με την ηλικία και το αγώνισμα αντίστοιχα.

Σχ. 5. Αναλογίες κάμψης/έκτασης μεταξύ των ηλικιών.



Σχ. 6. Αναλογίες κάμψης/έκτασης μεταξύ των αγωνισμάτων.



Πίνακας 3. Διαφορές στις ισοκινητικές μεταβλητές μεταξύ των αγωνισμάτων.

Μεταβλητές	Αγωνίσματα		
	Δρόμοι	Άλματα	Ρίψεις
	μ ± SE	μ ± SE	μ ± SE
ΜΡΚΑΠ	105.4 ± 4.5	103.3 ± 7.9	128.4 ± 9.4
ΜΡΚΔΠ	115.7 ± 4.7	114.0 ± 8.9	141.8 ± 10.4
ΜΡΚσχΑΠ	173.4 ± 4.9 ^{α*}	167.4 ± 7.5	140.1 ± 8.3
ΜΡΚσχΔΠ	190.7 ± 5.0 ^{α*}	184.0 ± 8.7	154.3 ± 8.6
ΜΡΕΑΠ	176.9 ± 6.4 ^{α**}	174.7 ± 10.6	231.4 ± 16.6
ΜΡΕΔΠ	189.3 ± 6.9 ^{α**}	189.6 ± 11.5	262.2 ± 15.9
ΜΡΕσχΑΠ	292.6 ± 6.4 ^{▼*}	279.3 ± 12.4	251.0 ± 12.5
ΜΡΕσχΔΠ	312.4 ± 6.5	301.4 ± 13.9	285.0 ± 10.0
ΕΛΔΚΑ	9.0 ± 1.0	8.9 ± 1.3	9.1 ± 2.6
ΕΛΔΕΚ	6.1 ± 0.7 ^{α*}	7.7 ± 0.8	13.2 ± 3.1
ΑΝΔΠ	63.7 ± 1.3	61.6 ± 1.9	60.0 ± 2.8
ΑΝΑΠ	57.0 ± 1.2	56.5 ± 1.6	56.0 ± 0.9

ΜΡΚ: Μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕ:** Μέγιστη ροπή έκτασης. **ΜΡΚσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης. **ΑΠ:** Αδύναμο κάτω άκρο. **ΔΠ:** Δυνατό κάτω άκρο. **ΕΛΔΚΑ:** Έλλειμμα δύναμης κάμψης. **ΕΛΔΕΚ:** Έλλειμμα δύναμης έκτασης. **ΑΝΔΠ:** Αναλογία δυνατού κάτω άκρου. **ΑΝΑΠ:** Αναλογία αδύναμου κάτω άκρου.

^α Οι ρίπτες διαφέρουν από τους δρομείς και τους άλτες.

[▼] Οι δρομείς διαφέρουν με τους ρίπτες.

* p<.05, ** p<.001.

Εξαιτίας του φύλου και από την ανάλυση διακύμανσης πολλών παραγόντων, προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές: στη μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου ($F_{(1,64)} = 30,954$, $p < ,001$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(1,64)} = 37,889$, $p < ,001$), στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης του αδύναμου ($F_{(1,64)} = 8,641$, $p < ,05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(1,64)} = 13,665$, $p < ,001$), στη μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου ($F_{(1,64)} = 40,102$, $p < ,001$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(1,64)} = 37,941$, $p < ,001$), στη σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης του αδύναμου ($F_{(1,64)} = 10,145$, $p < ,05$) και του δυνατού κάτω άκρου ($F_{(1,64)} = 8,461$, $p < ,05$). Δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές λόγω φύλου, στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων, ούτε και στο έλλειμμα δύναμης στην κάμψη και στην έκταση μεταξύ των δύο κάτω άκρων.

Από το t-test για ανεξάρτητα δείγματα, προέκυψε ότι: το φύλο επηρεάζει σημαντικά τη μέγιστη ροπή και των δύο κάτω άκρων, τόσο στην κάμψη, όσο και στην έκταση, καθώς οι αθλητές εμφανίζουν υψηλότερες τιμές από τις αθλήτριες. Οι αθλητές εξακολουθούν να υπερέχουν σημαντικά έναντι των αθλητριών στις παραπάνω μεταβλητές, ακόμη και όταν λαμβάνεται υπόψη σωματική μάζα.

Οι μέσοι όροι, το τυπικό σφάλμα μέσων όρων και οι μεταξύ των δύο φύλων διαφορές στις παραπάνω μεταβλητές, καθώς και το επίπεδο σημαντικότητας των διαφορών αυτών, παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 4.

Προέκυψαν ανισοροπίες στη δύναμη ως προς την κάμψη και έκταση μεταξύ των δύο κάτω άκρων, αλλά και ως προς την αναλογία κάμψης/έκτασης στα δύο κάτω άκρα. Εξετάζοντας τη συχνότητα εμφάνισης διαφορών στη δύναμη μεταξύ των δύο κάτω άκρων οι οποίες ήταν μεγαλύτερες του 10%, προέκυψε ότι: Το 37% των αθλητών παρουσιάζει ανισοροπία δύναμης στην κάμψη, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των δοκιμαζόμενων για την έκταση ήταν 26%. Η μεγαλύτερη ανισοροπία παρατηρήθηκε στην ηλικία των 13 – 15 ετών (Σχ. 7) και στο αγώνισμα των ρίψεων (Σχ. 8).

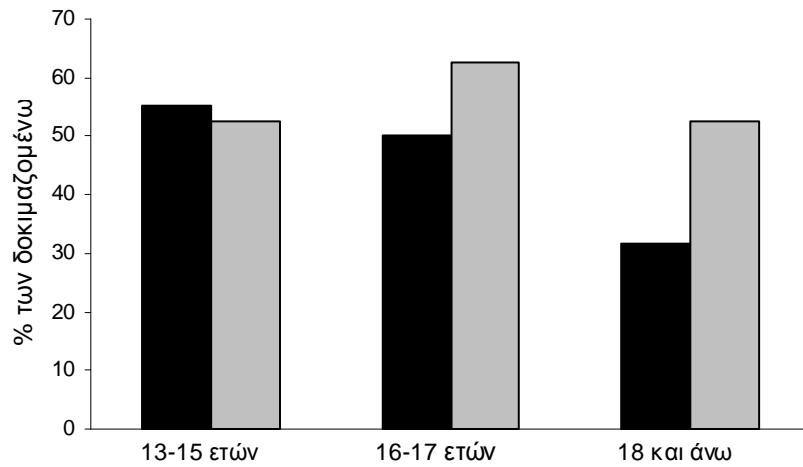
Πίνακας 4. Διαφορές στις ισοκινητικές μεταβλητές μεταξύ αθλητών και αθλητριών.

Μεταβλητές	Αθλητές	Αθλήτριες
	μ ± SE	μ ± SE
ΜΡΚΑΠ	120,9 ± 5,0**	87,6 ± 4,2
ΜΡΚΔΠ	134,5 ± 5,3**	94,4 ± 4,3
ΜΡΚσχΑΠ	174,8 ± 5,1 *	154,5 ± 5,8
ΜΡΚσχΔΠ	194,7 ± 5,3 *	166,3 ± 6,1
ΜΡΕΑΠ	205,5 ± 7,3 **	150,1 ± 5,7
ΜΡΕΔΠ	222,4 ± 7,8 **	164,0 ± 7,1
ΜΡΕσχΑΠ	294,8 ± 8,1 *	263,3 ± 6,8
ΜΡΕσχΔΠ	317,3 ± 8,2 *	285,9 ± 7,0
ΕΛΔΚΑ	9,9 ± 1,0	7,6 ± 1,1
ΕΛΔΕΚ	7,4 ± 0,9	7,9 ± 0,8
ΑΝΔΠ	63,2 ± 1,2	61,3 ± 1,8
ΑΝΑΠ	56,2 ± 1,0	55,8 ± 1,6

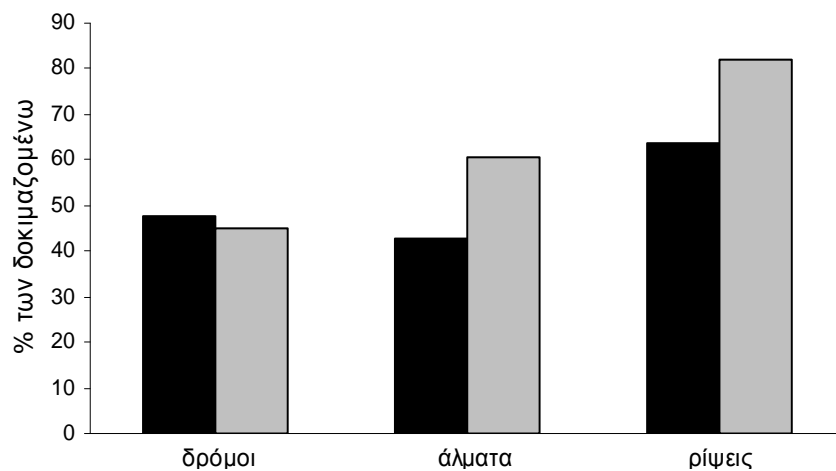
ΜΡΚ: Μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕ:** Μέγιστη ροπή έκτασης. **ΜΡΚσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης. **ΑΠ:** Αδύναμο κάτω άκρο. **ΔΠ:** Δυνατό κάτω άκρο. **ΕΛΔΚΑ:** Έλλειμμα δύναμης κάμψης. **ΕΛΔΕΚ:** Έλλειμμα δύναμης έκτασης. **ΑΝΔΠ:** Αναλογία δυνατού κάτω άκρου. **ΑΝΑΠ:** Αναλογία αδύναμου κάτω άκρου.

* p<.05, ** p<.001.

Σχ. 7. Ανισσοροπία Δύναμης μεταξύ των δύο ποδιών στο σύνολο των αθλητών και αθλητριών ανά ηλικία. ■ Κάμψη ■ Έκταση.

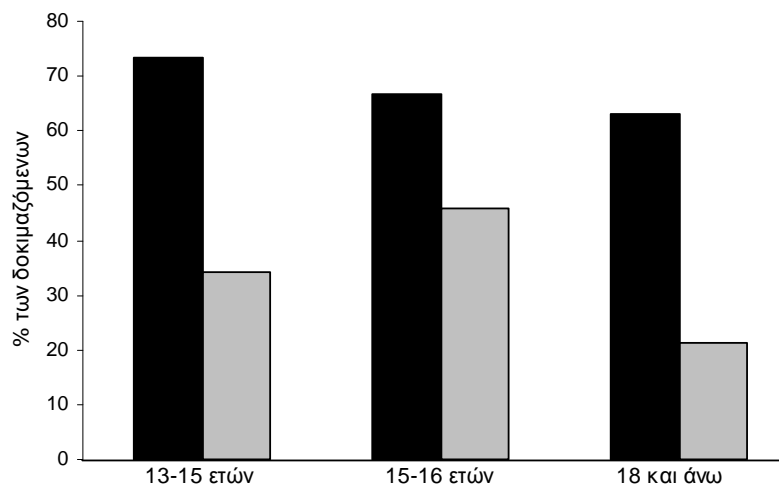


Σχ. 8. Ανισσοροπία Δύναμης μεταξύ των δύο κάτω άκρων στο σύνολο των αθλητών κα αθλητριών ανά αγώνισμα. ■ Κάμψη ■ Έκταση.

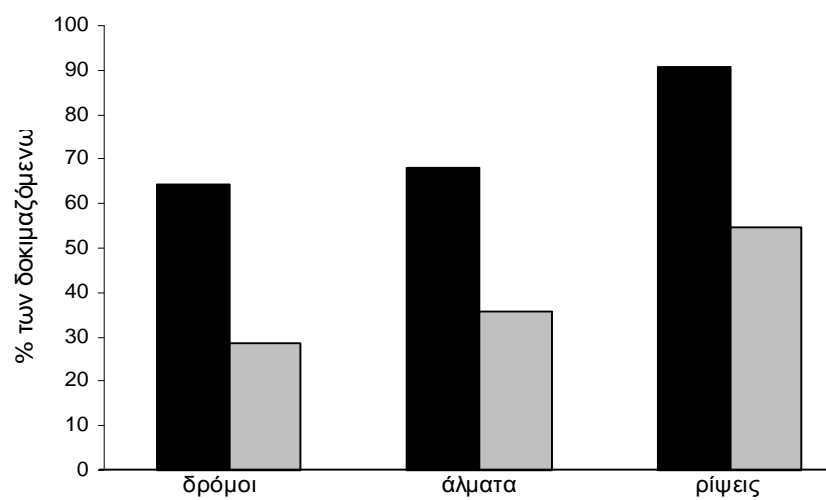


Σημαντική ανισσοροπία προέκυψε επίσης στις αναλογίες κάμψης/έκτασης, καθώς στους 56 από τους 81 αθλητές (69%), η δύναμη κάμψης του αδύναμου κάτω άκρου ήταν μικρότερη του 60% από την αντίστοιχη της έκτασης. Στο δυνατό κάτω άκρο, το αντίστοιχο ποσοστό των δοκιμαζόμενων φτάνει το 35% (28 στους 81 αθλητές). Η μεγαλύτερη ανισσοροπία και στις αναλογίες, παρατηρήθηκε στην ηλικία των 13 – 15 (Σχ. 9) ετών και στο αγώνισμα των ρίψεων (Σχ. 10).

Σχ. 9. Ανισοροπία δύναμης στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων στο σύνολο των αθλητών και αθλητριών ανά ηλικία. ■ Κάμψη ■ Έκταση.



Σχ. 10. Ανισοροπία δύναμης στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων στο σύνολο των αθλητών και αθλητριών ανά αγώνισμα. ■ Κάμψη ■ Έκταση.



V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε ισοκινητικά η άρθρωση του γόνατος σε αθλητές στίβου. Οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν, η μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης και έκτασης του δυνατού και του αδύναμου κάτω άκρου και η σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης και έκτασης, το έλλειμμα δύναμης στην κάμψη και στην έκταση μεταξύ των δύο κάτω άκρων, οι αναλογίες κάμψης/έκτασης στα δύο κάτω άκρα. Μελετήθηκαν επίσης οι ανισοροπίες στη δύναμη κάμψης και έκτασης μεταξύ των δύο κάτω άκρων, καθώς και οι ανισοροπίες στη δύναμη κάμψης/έκτασης του ενός και του άλλου κάτω άκρου. Εξετάστηκε επίσης, η επίδραση της ηλικίας, του φύλου και του αγωνίσματος σε κάθε μία από τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν.

Μέγιστη ομόκεντρη ροπή, σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ομόκεντρη ροπή

Στην παρούσα μελέτη, η μέγιστη ομόκεντρη ροπή κάμψης και έκτασης του δυνατού, αλλά και του αδύναμου κάτω άκρου, φαίνεται να είναι εξαρτώμενες της ηλικίας, μόνο όμως όσον αφορά τους μικρότερους αθλητές και αθλήτριες (ηλικίας 13 – 15 ετών), οι οποίοι παρουσιάζονται πιο αδύναμοι σε σχέση με τους αθλητές και αθλήτριες των δύο μεγαλύτερων ηλικιών (16 – 17ετών και 18 ετών και άνω). Αντίστοιχη σημαντική διαφορά δεν φαίνεται να υπάρχει μεταξύ των αθλητών και αθλητριών ηλικίας 16 - 17 ετών και των αθλητών και αθλητριών ηλικίας 18 και άνω, προφανώς γιατί τόσο βιολογικά όσο και προπονητικά, η εξέλιξη των αθλητών μετά την ηλικία των 16 ετών είναι παρόμοια. Τα αποτελέσματα αυτά, επαληθεύουν την ερευνητική μας υπόθεση και συμφωνούν με τα αποτελέσματα άλλων μελετών στις οποίες αξιολογήθηκε η μέγιστη ομόκεντρη ροπή της κάμψης και έκτασης νεαρών καλαθοσφαιριστών ηλικίας 12 – 17 ετών (Gerodimos et al, 2003) και 11 – 17 ετών (Buchanan & Vardaxis 2003) και νεαρών ποδοσφαιριστών 10 – 17 ετών (Kellis et al, 2001) και 13 – 17 ετών (Holm et al, 2005) και βρέθηκε ότι αυτή αυξάνεται με την ηλικία.

Οι αθλητές 13 – 15 ετών, παραμένουν πιο αδύναμοι από τους μεγαλύτερους αθλητές και στα δύο κάτω άκρα, ακόμα και όταν τα δεδομένα μελετώνται σε σχέση με τη σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων, τόσο στην παρούσα όσο και σε άλλες μελέτες (Holm et al 2005, Buchanan & Vardaxis 2003), κάτι που άλλωστε ήταν αναμενόμενο, αφού η μυϊκή δύναμη των παιδιών αυξάνεται κατά μέσο όρο 5% - 10%

το χρόνο σαν αποτέλεσμα της ωρίμανσης του κεντρικού νευρικού συστήματος (Asmussen et al 1965, Asmussen 1973).

Η μέγιστη αλλά και σχετική μέγιστη ροπή κάμψης και έκτασης είναι εξαρτώμενη του φύλου καθώς οι αθλητές παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στις παραπάνω μεταβλητές από τις αντίστοιχες των αθλητριών και στα δύο κάτω άκρα, ακόμη και στη μικρότερη ηλικιακή ομάδα. Το ίδιο ισχύει και σε αθλητές της πετοσφαίρισης (Hoshikawa, 2006), αλλά και σε αθλούμενους για ψυχαγωγικούς λόγους (Colliander & Tesh, 1989). Στην παρούσα μελέτη, η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο φύλων παρατηρείται στη μέγιστη ροπή Έκτασης και στην ηλικία των 18 ετών και άνω, όπου οι αθλητές παρουσιάζουν κατά 39,28% στο αδύναμο και κατά 38,65% στο δυνατό κάτω άκρο, υψηλότερες τιμές από τις αθλήτριες. Στη μέγιστη ροπή κάμψης και ως προς το αγώνισμα, η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο φύλων εμφανίζεται στα άλματα, καθώς οι άλτες είναι κατά 44,21% πιο δυνατοί από τις άλτριες στο αδύναμο, και κατά 46,51% πιο δυνατοί στο δυνατό κάτω άκρο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στη μέγιστη ροπή κάμψης, και για τα δύο κάτω άκρα, στο σύνολο των αθλητών δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές στις απόλυτες τιμές δύναμης μεταξύ των αγωνισμάτων. Αυτό ίσως σημαίνει ότι γενικά οι αθλητές στίβου, ανεξάρτητα από την ηλικία και το αγώνισμα στο οποίο ειδικεύονται, δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην ενδυνάμωση των εκτεινόντων μηριαίων, σε βάρος των καμπτήρων μηριαίων.

Στη μέγιστη ροπή έκτασης οι ρίπτες παρουσιάζονται σημαντικά πιο δυνατοί από τους άλτες και τους δρομείς, κάτι που συμφωνεί με τους Lee και συν (2005). Αντίθετα με την παρούσα μελέτη και τους Lee, οι Olmo και συν (2006) βρήκαν ότι οι ρίπτες είναι σημαντικά πιο δυνατοί από τους δρομείς και τους άλτες, όχι μόνο στην έκταση, αλλά και στην κάμψη. Στη συγκεκριμένη μελέτη όμως, όλοι οι δοκιμαζόμενοι ήταν αθλητές υψηλού επιπέδου και ίσως η υψηλή ειδίκευση στο αγώνισμά τους να ευθύνεται για τη διαφορετική εικόνα στη μέγιστη ροπή κάμψης.

Στην παρούσα μελέτη, οι ρίπτες εμφανίζονται πιο αδύναμοι από τους δρομείς και τους άλτες στη σχετική μέγιστη ροπή τόσο στην κάμψη, όσο και στην έκταση. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι καμπτήρες και οι εκτείνοντες μηριαίοι των ριπτών είναι αδύναμοι σε σχέση με τη σωματική τους μάζα.

Αμφίπλευρες διαφορές δύναμης

Η ηλικία παίζει σημαντικό ρόλο ως προς το έλλειμμα δύναμης στην κάμψη, ενώ το αγώνισμα είναι αυτό που κάνει σημαντικό το έλλειμμα δύναμης στην έκταση. Στην παρούσα μελέτη, εξετάζοντας τις διαφορές στη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων μηριαίων, προέκυψε ότι οι μικρότεροι αθλητές παρουσιάζουν μεγαλύτερο έλλειμμα δύναμης στην κάμψη, σε σχέση με τους αθλητές και αθλήτριες των μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων. Από όσο γνωρίζουμε, δεν υπάρχουν άλλες μελέτες οι οποίες να εξέτασαν το έλλειμμα δύναμης σε σχέση με την ηλικία.

Όσον αφορά στο αγώνισμα, προέκυψε ότι επηρεάζει σημαντικά το έλλειμμα δύναμης στο σύνολο των αθλητών στην έκταση, όχι όμως και στην κάμψη. Οι ρίπτες παρουσίασαν υψηλότερο έλλειμμα δύναμης στην έκταση από τους δρομείς, όχι όμως και τους άλτες. Ανάλογες διαφορές στη δύναμη των καμπτήρων και των εκτεινόντων μηριαίων μεταξύ των δύο κάτω άκρων έχουν προκύψει και σε άλλες ερευνητικές μελέτες, σε διαφορετικά αθλήματα (Rahnama et al 2005, Markou & Vagenas 2005, Neuton 2006). Οι αθλητές δεν διέφεραν από τις αθλήτριες στο έλλειμμα δύναμης επομένως, οι διαφορές στη δύναμη κάμψης και έκτασης μεταξύ των δύο κάτω άκρων είναι ανεξάρτητες του φύλου.

Αναλογίες Καμπτήρων/Εκτεινόντων

Η μέγιστη ομόκεντρη ροπή που παράγουν οι καμπτήρες μηριαίοι προς τη μέγιστη ομόκεντρη ροπή που παράγουν οι εκτεινόντες μηριαίοι, στην παρούσα μελέτη, δεν εξαρτώνται από την ηλικία, το φύλο, ή το αγώνισμα. Παρόμοια είναι τα ευρήματα των Lee και συν (2005), οι οποίοι δεν βρήκαν διαφορές στις αναλογίες κάμψης/έκτασης των δύο κάτω άκρων μεταξύ ριπτών, αλτών και δρομέων ταχύτητας. Επίσης οι Siqueira και συν (2002), δεν ανέφεραν διαφορές στις αναλογίες κάμψης/έκτασης μεταξύ των αλτών και των δρομέων. Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα άλλων μελετών στις οποίες δεν βρέθηκαν διαφορές στις αναλογίες εξαιτίας του φύλου σε διάφορες ηλικίες (Barber-Westin et al 2005, Mameletzi & Siatras 2003).

Ανισσοροπίες δύναμης

Στην παρούσα μελέτη, ανισσοροπία στη δύναμη της κάμψης, παρατηρήθηκε στους 27 από τους 81 δοκιμαζόμενους (37%), οι οποίοι παρουσιάζουν έλλειμμα δύναμης μεταξύ των δύο κάτω άκρων μεγαλύτερο του 10%, ενώ στην έκταση αντίστοιχη

ανισσοροπία παρατηρήθηκε στους 21 από τους 81 δοκιμαζόμενους (25,9%). Η μεγαλύτερη ανισσοροπία στη δύναμη των καμπτήρων και εκτεινόντων το γόνατος, εμφανίστηκε στην ηλικία των 13 – 15 ετών.

Οι αναλογίες κάμψης/έκτασης έδειξαν ανισσοροπίες στη δύναμη, που αφορούν το 69% των αθλητών στο αδύναμο κάτω άκρο. Η μεγαλύτερη ανισσοροπία εμφανίζεται στα κάτω άκρα των ριπτών.

Το μεγάλο ποσοστό των αθλητών που στη μελέτη μας παρουσίασαν ανισσοροπίες δύναμης, προφανώς οφείλεται στην έλλειψη ανάλογου ελέγχου από τους προπονητές, για τυχόν διαφορές δύναμης τόσο μεταξύ των δύο κάτω άκρων, όσο και στο ίδιο κάτω άκρο μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυών. Τέτοιες ανισσοροπίες όμως αποτελούν σύμφωνα με ερευνητές κίνδυνο εμφάνισης τραυματισμών (Nadler et al 2001, Russell et al 1995, Croisier et al 2008, Knapik et al 1991, Yamamoto 1993, Orchard et al 1997) και θα πρέπει να δίνεται η ανάλογη προσοχή, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες τραυματισμών.

Προτάσεις

Τα αποτελέσματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι η σωματική μάζα των αθλητών θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εκτίμηση της δύναμής τους. Η ισοκινητική αξιολόγηση θα πρέπει να ενταχθεί στη διαδικασία εκτίμησης της δύναμης για τον εντοπισμό μη φυσιολογικών διαφορών.

Θα πρέπει επίσης να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή από τους προπονητές κατά το σχεδιασμό προγραμμάτων μυϊκής ενδυνάμωσης, τα οποία θα πρέπει να στοχεύουν στη συγκράτηση των διαφορών μέσα σε φυσιολογικά-ασφαλή όρια, ώστε να αποφεύγονται οι ανισσοροπίες και κατ' επέκταση η μείωση της απόδοσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Asmussen E (1973). *Growth in muscular strength and power in Rarick L. Physical activity, human growth and development*. New York: Academic Press.
- Asmussen E, Hansen O, Lammert O (1965). The relation between isometric and dynamic muscle strength in man. Copenhagen: Communication from the Testing and Observations Institute of the Danish National Association for Infantile Paralysis.
- Balageu F, Damidot R, Norkin M, Parnianpour M, Waldburger M (1993). Cross-sectional study of the isokinetic muscle trunk strength among school children. *Spine* (18), 1199-1205.
- Barber-Westin SD, Galloway M, Noyes FR, Corbett G and Walsh C (2005). Assessment of Lower Limb Neuromuscular Control in Prepubescent Athletes. *Am. J. Sports Med*; 33(33), 1853-1860.
- Bennell K, Wajswelner H., Lew P, Schall-Riaucour A, Leslie S, Plant D and Cirone J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*, 32 (4), 309-314.
- Bittencourt NF N., Amalal MG, Saldanha dos Anjos MT, D'Alessandro R, Silva AA and Fonseca ST. (2005). Isokinetic muscle evaluation of the knee joint in athletes of the Under-19 and Under-21 Male Brazilian National Volleyball Team. *Rev Bras Med Esporte* 11(6), 302-306.
- Bohannon RW, Smith MB (1989). Intrasession reliability of angle specific knee extension torque measurements with gravity corrections. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (11), 155-157.
- Brooks-Gunn J, Warren MP, Rosso J, Gargiulo J (1987). Validity of self-report measures of girls' pubertal status. *Child Dev.*, 58(3), 829-841.
- Brown LP, Niehues SL, Harrah A, Yavorsky P, and Hirshman HP (1988). Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am. J. Sports Med.*, (16), 577-585.
- Buchanan PA, Vardaxis VG (2003). Sex-Related and Age-Related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11–17 Years. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 231-237.
- Burnie J, Brodie DA (1986). Isokinetic measurement in preadolescent males. *Int J Sports Med.*, 7(4), 205-209.
- Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK, Pace B. (1992). Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *The American Journal of Sports Medicine* (20), 455-458.
- Coleman L, Coleman J. (2002). The measurement of puberty: a review. *Journal of Adolescence* (25), 535-550.
- Colliander EB, Tesch PA (1989). Bilateral eccentric and concentric torque of quadriceps and hamstring muscles in females and males. *Eur J Appl Physiol* (59), 227-232.
- Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard J-C, Maffulli N (2001). Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *Int J Sports Med* (22), 45-51.

- Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA (2005). Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. *J Athl Train*, 40(2), 104-110.
- Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, and Crielaard JM. (2002). Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders. *The American Journal of Sports Medicine* (30), 199-203.
- Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM (2008). Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players. A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine* (36), 1469-1475.
- De Ste Croix MB, Armstrong N, Welsman JR, Sharpe P (2002). Longitudinal changes in isokinetic leg strength in 10-14-year-olds. *Ann Hum Biol* (29), 50-62.
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J (2004). A Prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes With Muscle Imbalances and Structural Abnormalities. *J Athl Train*, 39(3), 263-267.
- Duke PM, Litt IF, Gross RT. (1980). Adolescents' Self-Assessment of Sexual Maturation *Pediatrics* 66 (6), 918-920.
- Figoni SF, Christ CB, & Massey BH (1988). Effects of speed, hip and knee angle, and gravity on hamstring to quadriceps torque. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (9), 287-291.
- Fillyaw M, Bevins T, & Fernandez L (1986). Importance of correcting isokinetic peak torque for the effect of gravity when calculating knee flexor to extensor muscle ratios. *Physical Therapy* (66), 23-29.
- Forthomme B, Croisier JL, Ciccione G, Crielaard JM and Cloes M (2005). Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *Am. J. Sports Med.* (33), 1513-1519.
- Gerodimos V, Manou V, Zafeiridis A, Ioakimidis P, Stavropoulos N, Kellis S (2003). Isokinetic peak torque and hamstring/quadriceps ratios in young basketball players. Effects of age, velocity, and contraction mode. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(4), 444-452.
- Giir H, Akova B, Piinduk Z, KiiGiikoglu S (1999). Effects of age on the reciprocal peak torque ratios during knee muscle contractions in elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports* (9), 81-87.
- Gilliam TB, Sady SP, Freedson PS, Villanacci J (1979). Isokinetic torque levels for high school football players. *Arch Phys Med Rehabil*, 60(3), 110-114.
- Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, Ydens LR and Skipper BJ (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am* (66), 734-740.
- Holma I, STEENB H, Olstad M (2005). Isokinetic muscle performance in growing boys from pre-teen to maturity. An eleven-year longitudinal study. *Isokinetics and Exercise Science* (13), 153-158.
- Hoshikawa Y, Muramatsu M., Iida T, Uchiyama A, Nakajima Y, Kanehisa H and Fukunaga T (2006). Gender Differences in Yearly Changes in the Cross-sectional Areas and Dynamic Torques of Thigh Muscles in High School Volleyball Players. *International Journal of Sport and Health Science* (4), 29-35.
- Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F and Maffiuletti NA (2008). Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging* (28), 113-119.

- Kellis E, Kellis S, Gerodimos V, Manou V (1999). Reliability of isokinetic concentric and eccentric strength in circumpubertal soccer players. *Pediatric Exercise Science*, 11(3), 218-228.
- Kellis S, Gerodimos V, Kellis E and Manou V (2001). Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science* (9), 31-39.
- Kibler WB, McQueen C, Uhl T (1988). Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clin. Sports Med* (7), 403-416.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris J McA, Vaughan L (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American Journal of Sports Medicine* (19), 76-81.
- Lee SP, Tsai YJ, Gu GH (2005). *A Comparison of Isokinetic Leg Flexion and Extension Strength in Elite Adolescent Male Track and Field Athletes*. Paper presented at the Proceedings of the XXth Congress of the International Society of Biomechanics and 29th Annual Meeting of the American Society of Biomechanics, p:442.
- Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL (2008). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports* (Mar 31(ahead of print)).
- Mac Dougall J, Wegner H, Green H (Ed.) (1991). *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*: Canadian Association of Sport Sciences. Human Kinetics. p: 223-26.
- Magalhães J, Oliveira J, Ascensão A, Soares J (2004). Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(2), 119-125.
- Mameletzi D, Siatras Th (2003). Sex differences in isokinetic strength and power of knee muscles in 10–12 year old swimmers. *Isokinetics and Exercise Science* (11), 231-237.
- Markou S, Vagenas G (2006). Multivariate isokinetic asymmetry of the knee and shoulder in elite volleyball players *European Journal of Sport Science*, 6(1), 71-80.
- McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ (1992). Shoulder torque changes in the swimming athlete. *The American Journal of Sports Medicine* (20), 323-327.
- McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ (1991). Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *The American Journal of Sports Medicine* (19), 72-75.
- Morris NM, Udry JR (1980). Validation of a Self-Administered Instrument to Assess Stage of Adolescent Development. *Journal of Youth and Adolescence*, 9(3), 271-280.
- Nadler SF, Malagna GA, DePrince M, Stitik TP, Feinberg JH (2000). The Relationship Between Lower Extremity Injury, Low Back Pain, and Hip Muscle Strength in Male and Female Collegiate Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10(2), 89-97.
- Nadler SF, Malagna GA, Feinberg JH, Prybicien M, Stitik TP, DePrince M. (2001). Relationship Between Hip Muscle Imbalance and Occurrence of Low Back Pain in Collegiate Athletes: A Prospective Study *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(8), 572-577.

- Newton RU, Gerber A, S Nimpius, Shim JK, Doan BK, Robertson M, Pearson DR, Craig BW, K Hakkinen, and Kraemer WJ (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower extremities *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 971-977.
- Olmo J, Lopez-Illescas A, Martín I, Jato S and Rodríguez LP (2006). Knee flexion and extension strength and H/Q ratio in high-level track and field athletes. *Isokinetics and Exercise Science*(14), 279-289.
- Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D (1997). Preseason Hamstring Muscle Weakness Associated with Hamstring Muscle Injury in Australian Footballers. *The American Journal of Sports Medicine* (25), 81-85.
- O'Sullivan A, O'Sullivan K (2008). The effect of combined visual feedback and verbal encouragement on isokinetic concentric performance in healthy females. *Isokinetics and Exercise Science*. (16), 47-53.
- Ozcaldiran, B. (2008). Knee flexibility and knee muscles isokinetic strength in swimmers and soccer players. *Isokinetics and Exercise Science* (16), 55-59.
- Paschalis V, Giakas G, Baltzopoulos V, Jamurtas A, Theoharis V, Kotzamanidis C, Koutedakis Y (2007). The effects of muscle damage following eccentric exercise on gait biomechanics. *Gait & Posture* (25), 236-242.
- Paschalis V, Koutedakis Y, Baltzopoulos V, Mougios V, Jamurtas A, Giakas G. (2005). Short vs. long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males. *Clinical Biomechanics* (20), 617-622.
- Perrin, D (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*: Champaign, IL: Human Kinetics.
- Perrin DH, Haskvitz EM, & Weltman A (1991). Effect of gravity correction on isokinetic average force of the quadriceps and hamstring muscle groups in women runners. *Isokinetics and Exercise Science* (1), 99-102.
- Perrin, DH (1986). Reliability of isokinetic measures. *Athletic Training* (21), 319-321.
- Rahnama N, Lees A, Bambaeci E (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(11), 1568-1575.
- Reilly JIT, Lees A, George K (2005). Bilateral Isokinetic Knee Strength Profiles in Trained Junior Soccer Players and Untrained Individuals. In J. C. Thomas Reilly, Duarte Araujo (Ed.), *Science and football V: the proceedings of the Fifth World Congress on Science and Football*: Routledge.
- Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL (2001). Isokinetic Hamstrings:Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes *Journal of Athletic Training*, 36(4), 378-383.
- Russell KW, Quinney HA, Hazlett CB, Hillis D (1995). Knee Muscle Strength in Elite Male Gymnasts. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 22 (1), 10-17.
- Siqueira CM, Pelegrini FR, Fontana MF and Greve J (2002). Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S. Paulo* 57(1), 19-24.

- Stafford MG, Grana WA (1984). Hamstring/quadriceps ratios in college football players: A high velocity evaluation. *The American Journal of Sports Medicine* (12), 209-211.
- Sunnegardh J, Bratteby L-E, Nordesjo L-O, Nordgren B (1988). Isometric and isokinetic muscle strength, anthropometry and physical activity in 8 and 13 year old Swedish children. *Eur J Appl Physiol* (58), 291-297.
- Theoharopoulos A, Tsitskaris G, Nikopoulou M, and Tsaklis P (2000). Knee Strength of Professional Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 457-463.
- Weldon EJ III, Ritsardson AB (2001). Upper Extremity Overuse Injuries in Swimming. A Discussion of Swimmer's Shoulder. *Clinics in Sports Medicine* 20(3), 423-438.
- Winter DA, Wells RP, & Orr GW (1981). Errors in the use of isokinetic dynamometers. *European Journal of Applied Physiology* (46), 397-408.
- Winter R (1984). Zum Problem der sensiblen und kritischen Phasen im Kindes- und Jugendalter *Korpererziehung*, 34(8 und 9), 342-358.
- Wringley T, Strauss G (2000). *Strength Assessment by Isokinetic Dynamometry in Gore Ch J. Physiological Tests for Elite Athletes.:* Australian Sports Commission. p: 155-198.
- Yamamoto T (1993). Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness* (33), 194-199.
- Zakas A, Galazoulas Ch, Doganis G, Zakas N (2005). Bilateral Peak Torque of the Knee Extensor and Flexor Muscles in Elite and Amateur Male Soccer Players. *Physical Training* (Aug).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Αποτελέσματα ισοκινητικής αξιολόγησης ανά ηλικία, φύλο, αγώνισμα

Πίνακας 5. Τιμές των ισοκινητικών μεταβλητών ανά ηλικία, φύλο, αγώνισμα. ($\mu \pm SE$).

Μεταβλητές Ισοκινητικής Αξιολόγησης	Φύλο	Ηλικία	Αγώνισμα		
			Δρόμοι	Άλματα	Ρίψεις
			$\mu \pm SE$	$\mu \pm SE$	$\mu \pm SE$
ΜΡΚΑΠ	Αθλητές	13-15	99.9 \pm 6.9	89.7 \pm 9.1	134.4 \pm 12.1
	Αθλήτριες		71.2 \pm 9.1	72.0 \pm 9.8	85.1 \pm 17.1
	Αθλητές	16-17	105.3 \pm 8.5	157.7 \pm 12.1	150.7 \pm 13.9
	Αθλήτριες		104.0 \pm 10.8	88.0 \pm 13.9	117.0 \pm 24.2
	Αθλητές	18και άνω	146.0 \pm 9.1	159.6 \pm 13.9	136.0 \pm 24.2
	Αθλήτριες		115.0 \pm 13.9	91.6 \pm 10.8	
ΜΡΚΔΠ	Αθλητές	13-15	114.3 \pm 7.5	101.2 \pm 9.8	141.8 \pm 13.0
	Αθλήτριες		80.4 \pm 9.8	83.0 \pm 10.6	94.8 \pm 18.4
	Αθλητές	16-17	115.7 \pm 9.2	173.2 \pm 13.0	163.9 \pm 15.0
	Αθλήτριες		109.8 \pm 11.6	92.6 \pm 15.0	119.0 \pm 26.0
	Αθλητές	18και άνω	156.1 \pm 9.8	182.0 \pm 15.0	192.0 \pm 26.0
	Αθλήτριες		119.0 \pm 15.0	93.8 \pm 11.6	
ΜΡΚσγΑΠ	Αθλητές	13-15	168.0 \pm 8.2	135.1 \pm 10.7	140.5 \pm 14.2
	Αθλήτριες		135.1 \pm 10.7	141.8 \pm 11.6	111.5 \pm 20.2
	Αθλητές	16-17	176.7 \pm 10.1	209.7 \pm 14.2	159.0 \pm 16.4
	Αθλήτριες		182.6 \pm 12.7	157.0 \pm 16.4	146.0 \pm 16.5
	Αθλητές	18και άνω	200.5 \pm 10.7	216.6 \pm 16.4	134.0 \pm 28.5
	Αθλήτριες		196.6 \pm 16.4	161.0 \pm 12.7	
ΜΡΚσγΔΠ	Αθλητές	13-15	191.8 \pm 8.9	172.7 \pm 11.7	148.2 \pm 15.5
	Αθλήτριες		152.8 \pm 11.7	162.5 \pm 12.6	124.5 \pm 24.9
	Αθλητές	16-17	194.2 \pm 10.9	232.5 \pm 13.5	172.6 \pm 17.9
	Αθλήτριες		192.8 \pm 13.8	165.0 \pm 17.9	149.0 \pm 31.0
	Αθλητές	18και άνω	215.4 \pm 11.7	246.3 \pm 17.9	189.0 \pm 31.0
	Αθλήτριες		204.3 \pm 17.9	161.4 \pm 13.8	
ΜΡΕΑΠ	Αθλητές	13-15	167.9 \pm 9.0	152.8 \pm 11.8	221.1 \pm 15.6
	Αθλήτριες		135.5 \pm 11.8	130.4 \pm 12.7	163.3 \pm 22.1
	Αθλητές	16-17	191.6 \pm 11.0	249.0 \pm 15.6	275.3 \pm 18.0
	Αθλήτριες		158.8 \pm 14.0	148.0 \pm 18.0	199.0 \pm 31.3
	Αθλητές	18και άνω	236.7 \pm 11.8	259.3 \pm 18.0	310.0 \pm 31.3
	Αθλήτριες		161.6 \pm 18.0	164.6 \pm 14.0	
ΜΡΕΔΠ	Αθλητές	13-15	177.5 \pm 9.4	165.2 \pm 12.3	255.3 \pm 16.3
	Αθλήτριες		143.8 \pm 12.3	141.0 \pm 13.3	207.7 \pm 23.1
	Αθλητές	16-17	205.2 \pm 11.2	273.7 \pm 16.3	294.9 \pm 18.9
	Αθλήτριες		169.0 \pm 14.6	160.6 \pm 18.9	225.0 \pm 32.9
	Αθλητές	18και άνω	255.4 \pm 12.3	281.0 \pm 18.9	338.7 \pm 32.7
	Αθλήτριες		180.3 \pm 18.9	177.4 \pm 14.6	

ΜΡΚ: Μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕ:** Μέγιστη ροπή έκτασης. **ΜΡΚσγ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕσγ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης. **ΑΠ:** Αδύναμο κάτω άκρο. **ΔΠ:** Δυνατό κάτω άκρο. **ΕΛΔΚΑ:** Έλλειμμα δύναμης κάμψης. **ΕΛΔΕΚ:** Έλλειμμα δύναμης έκτασης. **ΑΝΔΠ:** Αναλογία δυνατού κάτω άκρου. **ΑΝΑΠ:** Αναλογία αδύναμου κάτω άκρου.

Πίνακας 5 (συν.). Τιμές των ισοκινητικών μεταβλητών ανά ηλικία, φύλο, αγώνισμα. ($\mu \pm SE$).

Μεταβλητές Ισοκινητικής Αξιολόγησης	Φύλο	Ηλικία	Αγώνισμα		
			Δρόμοι	Άλματα	Ρίψεις
			$\mu \pm SE$	$\mu \pm SE$	$\mu \pm SE$
ΜΡΕσχΑΠ	Αθλητές	13-15	283.3 \pm 12.8	241.5 \pm 16.8	235.5 \pm 22.3
	Αθλήτριες		258.4 \pm 16.8	260.5 \pm 18.2	202.5 \pm 31.5
	Αθλητές	16-17	321.7 \pm 15.7	334.7 \pm 22.3	287.0 \pm 25.7
	Αθλήτριες		278.8 \pm 19.9	263.6 \pm 25.7	249.0 \pm 44.6
	Αθλητές	18και άνω	325.8 \pm 16.8	352.0 \pm 25.7	305.0 \pm 44.6
	Αθλήτριες		277.6 \pm 25.7	276.6 \pm 19.9	
ΜΡΕσχΔΠ	Αθλητές	13-15	298.7 \pm 13.0	257.1 \pm 17.0	271.5 \pm 22.5
	Αθλήτριες		273.8 \pm 17.0	281.5 \pm 18.4	255.0 \pm 31.8
	Αθλητές	16-17	343.7 \pm 15.9	368.7 \pm 22.5	308.3 \pm 26.0
	Αθλήτριες		296.2 \pm 20.1	286.6 \pm 26.0	281.0 \pm 45.1
	Αθλητές	18και άνω	351.7 \pm 17.0	377.3 \pm 26.0	333.0 \pm 45.1
	Αθλήτριες		309.3 \pm 26.0	296.8 \pm 20.1	
ΕΛΔΚΑ	Αθλητές	13-15	12.0 \pm 1.9	10.7 \pm 2.5	6.0 \pm 3.3
	Αθλήτριες		11.9 \pm 2.5	13.3 \pm 2.7	11.0 \pm 4.7
	Αθλητές	16-17	8.6 \pm 2.3	9.0 \pm 3.3	8.0 \pm 3.8
	Αθλήτριες		4.8 \pm 3.0	3.6 \pm 3.8	1.0 \pm 6.7
	Αθλητές	18και άνω	7.0 \pm 2.5	12.3 \pm 3.8	29.0 \pm 6.7
	Αθλήτριες		3.3 \pm 3.8	2.4 \pm 3.0	
ΕΛΔΕΚ	Αθλητές	13-15	4.5 \pm 1.6	8.5 \pm 2.1	1 5.7 \pm 2.8
	Αθλήτριες		5.7 \pm 2.1	7.9 \pm 2.3	20.4 \pm 4.0
	Αθλητές	16-17	6.5 \pm 2.0	8.7 \pm 2.8	6.7 \pm 3.2
	Αθλήτριες		5.4 \pm 2.5	7.0 \pm 3.2	13.0 \pm 5.6
	Αθλητές	18και άνω	7.5 \pm 2.1	6.3 \pm 3.2	8.5 \pm 5.6
	Αθλήτριες		10.3 \pm 3.2	7.0 \pm 2.5	
ΑΝΑΠ	Αθλητές	13-15	5 7.7 \pm 2.3	55.8 \pm 5.1	54.2 \pm 4.1
	Αθλήτριες		3.8 \pm 3.1	53.3 \pm 3.3	46.0 \pm 5.8
	Αθλητές	16-17	52.1 \pm 2.9	61.0 \pm 4.1	52.3 \pm 4.7
	Αθλήτριες		5 9.2 \pm 3.6	59.0 \pm 4.7	52.0 \pm 8.2
	Αθλητές	18και άνω	58.7 \pm 3.1	60.0 \pm 4.7	44.0 \pm 8.2
	Αθλήτριες		66.6 \pm 4.7	54.4 \pm 3.6	
ΑΝΔΠ	Αθλητές	13-15	65.7 \pm 2.8	61.8 \pm 3.7	62.2 \pm 4.9
	Αθλήτριες		59.8 \pm 3.7	58.6 \pm 4.0	59.0 \pm 6.9
	Αθλητές	16-17	60.6 \pm 3.4	65.2 \pm 4.9	58.6 \pm 5.7
	Αθλήτριες		64.0 \pm 4.4	61.3 \pm 5.7	60.0 \pm 9.8
	Αθλητές	18και άνω	64.1 \pm 3.7	67.3 \pm 5.7	57.0 \pm 9.8
	Αθλήτριες		71.3 \pm 5.7	59.0 \pm 4.4	

ΜΡΚ: Μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕ:** Μέγιστη ροπή έκτασης. **ΜΡΚσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή κάμψης. **ΜΡΕσχ:** Σχετική με τη σωματική μάζα μέγιστη ροπή έκτασης. **ΑΠ:** Αδύναμο κάτω άκρο. **ΔΠ:** Δυνατό κάτω άκρο. **ΕΛΔΚΑ:** Έλλειμμα δύναμης κάμψης. **ΕΛΔΕΚ:** Έλλειμμα δύναμης έκτασης. **ΑΝΔΠ:** Αναλογία δυνατού κάτω άκρου. **ΑΝΑΠ:** Αναλογία αδύναμου κάτω άκρου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Έντυπο συναίνεσης γονέων για συμμετοχή των παιδιών τους στη μελέτη



Έντυπο συναίνεσης γονέα για συμμετοχή των παιδιών τους σε ερευνητική μελέτη

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση της μέγιστης ροπής της άρθρωσης του γόνατος, της αναλογίας των καμπτήρων και εκτεινόντων, καθώς και η μελέτη πιθανών διαφορών μεταξύ των δύο κάτω άκρων αθλητών στίβου. Τα αποτελέσματα, επίσης, θα αξιολογηθούν με βάση την ηλικία και το φύλο των αθλητών.

2. Διαδικασία μετρήσεων

Θα χρειαστεί οι δοκιμαζόμενοι να έρθουν στο εργαστήριο μία φορά. Θα κάνουν μία προθέρμανση οκτώ λεπτών σε κυκλοεργόμετρο και πέντε λεπτά διατάσεις στους δικέφαλους και τετρακέφαλους μηριαίους. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί η ισοκινητική αξιολόγηση των παραπάνω μυϊκών ομάδων για τον προσδιορισμό της μέγιστης ροπής των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος. Θα υπάρχει μια σειρά των οκτώ επαναλήψεων για προθέρμανση και στη συνέχεια θα ακολουθεί μια σειρά των πέντε επαναλήψεων που θα αποτελεί την κύρια μέτρηση, και στην οποία θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν όλη τους τη δύναμη. Η αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί και στα δύο πόδια.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Κατά την διάρκεια του προσδιορισμού της μέγιστης ροπής, υπάρχει ένας μικρός κίνδυνος τραυματισμού. Αν κατά τη διάρκεια της μέτρησης νιώσει την παραμικρή ενόχληση, η μέτρηση θα σταματήσει.

4. Προσδοκούμενες ωφέλειες

Τα ευρήματα από την εργασία θα δώσουν στο παιδί τη δυνατότητα να καταλάβει ποια είναι τα επίπεδα της μέγιστης δύναμης των δικεφάλων και τετρακέφαλων μηριαίων του, καθώς και αν υπάρχουν διαφορές στη δύναμη μεταξύ των δύο ποδιών. Τα δεδομένα της μέτρησης θα αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για τον προπονητή του και θα τον βοηθήσουν στον καλύτερο σχεδιασμό του προπονητικού του προγράμματος.

5. Αξιολόγηση βιολογικής ωρίμανσης του εξεταζόμενου

Η χρονολογική ηλικία των παιδιών δεν συμβαδίζει πάντα με τη βιολογική τους ηλικία. Από επιστημονικής σκοπιάς για να είναι αξιόπιστα τα αποτελέσματα μιας μελέτης θα πρέπει στις μικρότερες ηλικίες να λαμβάνεται υπ' όψη η βιολογική ηλικία. Αυτή προσδιορίζεται βάση της κλίμακας Tanner, κατά την οποία τα παιδιά εξετάζουν κάποιες ζωγραφίες όπου φαίνονται τα διάφορα στάδια ωρίμανσης και ανάλογα διαλέγουν τη ζωγραφιά στην οποία ταιριάζει περισσότερο στο δικό τους στάδιο ωρίμανσης. Στη συνέχεια τοποθετούν τις σελίδες σε φάκελο τον οποίο σφραγίζουν. Τα στοιχεία των δοκιμαζόμενων παραμένουν απόρρητα και δεν αναγράφονται στο έντυπο αξιολόγησης της βιολογικής ωρίμανσης.

6. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνούν με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων.

Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα είναι εθελοντική. Κάθε παιδί είναι ελεύθερο να διακόψει τη συμμετοχή του όποτε επιθυμεί.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες. Συναινώ να συμμετέχει το παιδί μου στην εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Όνοματεπώνυμο
και υπογραφή γονέα

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου στη μελέτη



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση της μέγιστης ροπής της άρθρωσης του γόνατος, της αναλογίας των καμπτήρων και εκτεινόντων, καθώς και η μελέτη πιθανών διαφορών μεταξύ των δύο κάτω άκρων αθλητών στίβου. Τα αποτελέσματα, επίσης, θα αξιολογηθούν με βάση την ηλικία και το φύλο των αθλητών.

Διαδικασία μετρήσεων

Θα χρειαστεί να έρθεις στο εργαστήριο μία φορά. Θα κάνεις μία προθέρμανση οκτώ λεπτών σε κυκλοεργόμετρο και πέντε λεπτά διατάσεις στους δικέφαλους και τετρακέφαλους μηριαίους. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί η ισοκινητική αξιολόγηση των παραπάνω μυϊκών ομάδων για τον προσδιορισμό της μέγιστης ροπής των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών του γόνατος. Θα υπάρχει μια σειρά των οκτώ επαναλήψεων για προθέρμανση και στη συνέχεια θα ακολουθεί μια σειρά των πέντε επαναλήψεων που θα αποτελεί την κύρια μέτρηση, και στην οποία θα πρέπει να χρησιμοποιήσεις όλη σου τη δύναμη. Η αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί και στα δύο πόδια.

Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Κατά την διάρκεια του προσδιορισμού της μέγιστης ροπής, υπάρχει ένας μικρός κίνδυνος τραυματισμού. Αν κατά τη διάρκεια της μέτρησης νιώσεις την παραμικρή ενόχληση, η μέτρηση θα σταματήσει.

Προσδοκώμενες ωφέλειες

Τα ευρήματα από την εργασία θα σου δώσουν την δυνατότητα να καταλάβεις ποια είναι τα επίπεδα της μέγιστης δύναμης των δικεφάλων και τετρακέφαλων μυών των ισχίων σου, καθώς και αν υπάρχουν διαφορές στη δύναμη μεταξύ των δύο ποδιών. Τα δεδομένα της μέτρησης θα αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για τον προπονητή σου και θα τον βοηθήσουν στον καλύτερο σχεδιασμό του προπονητικού σου προγράμματος.

Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σου στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείς με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σου δε θα φαίνεται πουθενά.

Πληροφορίες

Μη διστάσεις να κάνεις ερωτήσεις γύρω από το σκοπό, τον τρόπο πραγματοποίησης της εργασίας ή τον υπολογισμό της λειτουργικής σου ικανότητας. Αν έχεις κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, ζήτησε Υπογραφή ερευνητή να σου δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις.

Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σου στην εργασία είναι εθελοντική. Είσαι ελεύθερος να μην συναινέσεις ή να διακόψεις τη συμμετοχή σου όποτε επιθυμείς.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συμφωνώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

**Εικόνες αυτοαξιολόγησης των δευτερευόντων χαρακτηριστικών της σεξουαλικής
ωρίμανσης ως προς την κλίμακα Tanner (Morris & Udry, 1980)**

1. Σεξουαλικά χαρακτηριστικά ανδρών

Στάδια ανάπτυξης των όρχεων

Καθώς ένας ενήλικας άνδρας αναπτύσσεται, οι όρχεις γίνονται μεγαλύτεροι και βαρύτεροι σε σχέση με τότε που ήτανε παιδί. Κάτω υπάρχουν 5 ζωγραφιές που υποδεικνύουν το μέγεθος των όρχεων. Παρακαλώ σημείωσε ένα « 1 » στην εικόνα που ταιριάζει περισσότερο με το δικό σου μέγεθος και ένα « 2 » στη ζωγραφιά που ταιριάζει στο αμέσως επόμενο μέγεθος από το δικό σου.

1. _____



2. _____



3. _____



4. _____



5. _____



Στάδια ανάπτυξης των γεννητικών οργάνων των ανδρών

Οι φωτογραφίες αυτής της σελίδας δείχνουν διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των όρχεων, του όσχεου και του πέους. Ένα αγόρι περνά από κάθε μια από τα πέντε στάδια που δείχνουν οι ζωγραφιές. Παρακαλώ κοιτάξε κάθε μια από τις ζωγραφιές και διάβασε τις προτάσεις κάτω από αυτές. Έπειτα διάλεξε τη ζωγραφιά που ταιριάζει περισσότερο στο στάδιο της δικής σου ανάπτυξης. Σημείωσε ένα « 1 » στη γραμμή πάνω από αυτή τη ζωγραφιά έπειτα διάλεξε την αμέσως επόμενη ζωγραφιά που ταιριάζει στο στάδιο της δικής σου ανάπτυξης και σημείωσε ένα « 2 ». Για να διαλέξεις τη σωστή εικόνα, κοιτάξε μόνο το στάδιο ανάπτυξης, όχι στο ηβικό τρίχωμα.

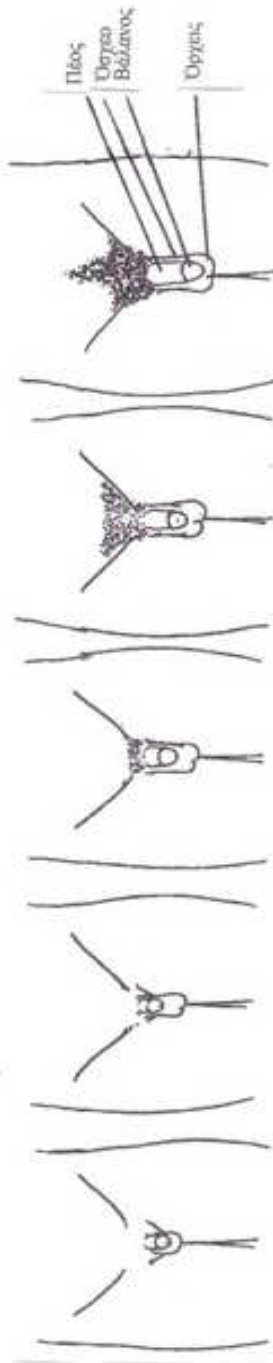
1. Ζωγραφιά Α

2. Ζωγραφιά Β

3. Ζωγραφιά Γ

4. Ζωγραφιά Δ

5. Ζωγραφιά Ε



Οι όρχεις, το όσχεο και το πέος είναι περίπου του ίδιου μεγέθους και σχήματος όπως όταν ήσουν παιδί.

Οι όρχεις και το όσχεο έγιναν λίγο μεγαλύτερα. Το δέρμα του όσχεου άλλαξε, το όσχεο, ο σάκος που στηρίζει τους όρχεις, χαμήλωσε λίγο. Το πέος μεγάλωσε μόνο λίγο.

Το πέος μεγάλωσε, κυρίως σε μήκος. Οι όρχεις και το όσχεο μεγάλωσαν και έπεσαν πιο χαμηλά από ότι στο στάδιο 2.

Το πέος μεγάλωσε ακόμη περισσότερο. Είναι φαιδότερο, ο βάλανος (το κεφάλι του πέους) είναι μεγαλύτερο. Το όσχεο είναι πιο σκουρόχρωμο από πριν, είναι μεγαλύτερο γιατί μεγάλωσαν οι όρχεις.

Το πέος, το όσχεο και οι όρχεις είναι στο μέγεθος και το σχήμα ενός ενήλικα άνδρα.

Στάδια ανάπτυξης του ηβικού τριχώματος των ανδρών

Οι ζωγραφιές σ' αυτή τη σελίδα δείχνουν διαφορετικές ποσότητες του ηβικού τριχώματος των ανδρών. Ένα αγόρι περιβαίνει από κάθε ένα από τα στάδια τα οποία φαίνονται στις παρακάτω ζωγραφιές. Παρακαλώ κοιτάξε κάθε μια ζωγραφιά και διάβασε τις γραμμές κάτω από αυτές. Έπειτα διάλεξε τη ζωγραφιά που είναι πιο κοντά στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης του τριχώματος. Σημείωσε ένα « 1 » στη γραμμή πάνω από αυτή τη ζωγραφιά. Έπειτα διάλεξε τη ζωγραφιά που είναι αμέσως κοντινότερη στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης του τριχώματος και σημείωσε ένα « 2 ». Για να διαλέξεις τη σωστή εικόνα, κοιτάξε μόνο στο ηβικό τριχώμα, και όχι στο μέγεθος των όρχεων, του όσχεου και του πέους.

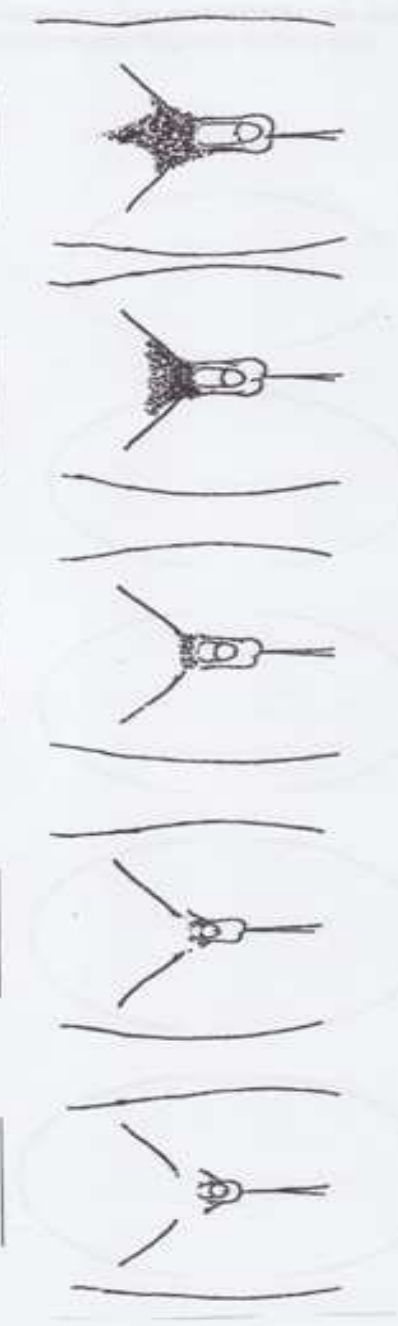
1. Ζωγραφιά Α

2. Ζωγραφιά Β

3. Ζωγραφιά Γ

4. Ζωγραφιά Δ

5. Ζωγραφιά Ε



Δεν υπάρχει καθόλου ηβικό τριχώμα.

Υπάρχει ένα κάπως απαλό, μακρό, ελαφρύ χρωματισμένο τριχώμα. Το περισσότερο βρίσκεται στη βάση του πέους. Αυτό το τριχώμα ίσως είναι ίσιο ή λίγο κατσαφό.

Το τριχώμα είναι πιο σκούρο σ' αυτό το στάδιο. Είναι πιο τραχύ και πιο κατσαφό. Έχει απλωθεί προς τα έξω και αμυδρά καλύπτει μια κάπως μεγαλύτερη περιοχή.

Το τριχώμα είναι τώρα τόσο σκούρο, κατσαφό και τραχύ, όσο είναι ενός ενήλικα άνδρα. Όμως, η περιοχή που καλύπτει το τριχώμα, δεν είναι τόσο μεγάλη όσο αυτή ενός ενήλικα. Το τριχώμα δεν έχει απλωθεί στους μηρούς.

Το τριχώμα έχει απλωθεί στους μηρούς. Το τριχώμα είναι τώρα όσως και ενός ενήλικα άνδρα. Καλύπτει την ίδια περιοχή όσως και σε έναν ενήλικα άνδρα.

2. Σεξουαλικά χαρακτηριστικά των γυναικών

Στάδια ανάπτυξης ηβικού τριχώματος των γυναικών

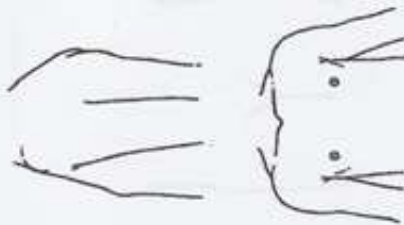
Η ζωγραφιά σ' αυτή τη σελίδα δείχνουν διαφορετικές ποσότητες ηβικού τριχώματος των γυναικών. Ένα κορίτσι περνάει από κάθε ένα από τα πέντε στάδια που φαίνονται στις ζωγραφιές. Παρακαλώ κοιτάξε κάθε ζωγραφιά και διάβασε τις σημειώσεις κάτω από αυτές. Έπειτα διάλεξε τη ζωγραφιά που είναι πιο κοντά στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης του τριχώματος και σημείωσε ένα « 1 ». Έπειτα, διάλεξε την αμέσως επόμενη ζωγραφιά που ταυριάζει στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης και σημείωσε « 2 ».

1. Ζωγραφιά Α	2. Ζωγραφιά Β	3. Ζωγραφιά Γ	4. Ζωγραφιά Δ	5. Ζωγραφιά Ε
Δεν υπάρχει καθόλου ηβικό τρίχωμα.	Υπάρχει ένα λίγο μακρό, ελαφρώς χρωματισμένο τρίχωμα. Αυτό το τρίχωμα μπορεί να είναι ίσο ή ελαφρώς κατασφό.	Το τρίχωμα είναι περισσότερο σκουρόχρωμο σ' αυτό το στάδιο. Είναι περισσότερο τραχύ και κατασφό. Έχει εξαπλωθεί προς τα έξω και καλύπτει μια ελαφρώς μεγαλύτερη περιοχή.	Το τρίχωμα είναι τώρα τόσο σκούρο, κατασφό και τραχύ, όσο και μιας ενήλικης γυναίκας. Όμως η περιοχή που καλύπτει το τρίχωμα δεν είναι τόσο μεγάλη όσο σε μια ενήλικη γυναίκα. Το τρίχωμα δεν έχει εξαπλωθεί στους μηρούς.	Το τρίχωμα τώρα είναι όπως σε μια ενήλικη γυναίκα. Καλύπτει την ίδια περιοχή με αυτή στην ενήλικη γυναίκα. Το τρίχωμα συνήθως σχηματίζει ένα τρίγωνο οξέδιο (▼), καθώς εξαπλώνεται στους μηρούς.

Στάδια ανάπτυξης του στήθους των γυναικών

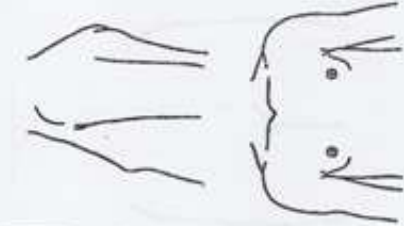
Οι ζωγραφιές σ' αυτή τη σελίδα δείχνουν τα στάδια ανάπτυξης του στήθους. Μία γυναίκα περνάει από το κάθε ένα από τα πέντε στάδια ανάπτυξης που φαίνονται σ' αυτά τα ζεύγη από ζωγραφιές. Παρακαλώ κοιτάξε κάθε ζεύγος και διάβασε τις γραμμές κάτω από αυτές. Έπειτα διάλεξε το ζεύγος από ζωγραφιές που ταιριάζει περισσότερο στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης του στήθους και σημείωσε « 1 ». Έπειτα διάλεξε το ζεύγος από ζωγραφιές που είναι το αμέσως πιο ταιριαστό στο δικό σου στάδιο ανάπτυξης και σημείωσε « 2 ».

1. Ζωγραφιά Α



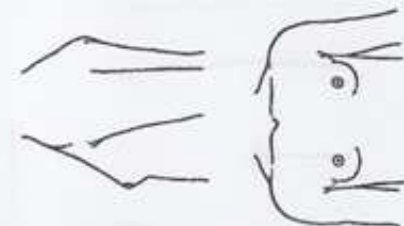
Η θηλή είναι λίγο ανασηκωμένη σ' αυτό το στάδιο. Το μέγεθος στήθους είναι ακόμη ελάχιστο.

2. Ζωγραφιά Β



Σ' αυτό το στάδιο η θηλή είναι περισσότερο ανασηκωμένη από το στάδιο 1. Το στήθος είναι ένα μικρό βουναλάκι, η θηλή είναι μεγαλύτερη από το στάδιο 1.

3. Ζωγραφιά Γ



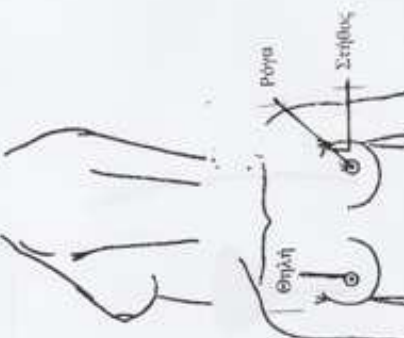
Η θηλή και το στήθος είναι μεγαλύτερα από το στάδιο 2, η θηλή δεν εξέχει από το στήθος.

4. Ζωγραφιά Δ



Η θηλή και η ρόγα σχηματίζουν ένα βουναλάκι που εξέχει από το σχήμα του στήθους. (Αυτό το στάδιο ίσως να μη συμβεί καθόλου για κάποια κορίτσια που αναπτύσσονται από το στάδιο 3 στο στάδιο 5 χωρίς να μεσολαβήσει το στάδιο 4).

5. Ζωγραφιά Ε



Αυτό είναι το στάδιο ωριμότητας των ενήλικων. Το στήθος είναι πλήρως αναπτυγμένο, μόνο η ρόγα εξέχει σ' αυτό το στάδιο. Η θηλή έχει υποχωρήσει στο γενικό σχήμα του στήθους.

