



**Μέγιστη Δύναμη των Μυών του Ωμου και του Ισχίου
σε Αθλήτριες Ενόργανης Γυμναστικής Προ-Αγωνιστικού και Αγωνιστικού Επιπέδου**

Ιωάννα Δούκα & Θεοφάνης Σιάτρας

Εργαστήριο Εργοφυσιολογίας-Εργομετρίας, ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Με την παρούσα εργασία αξιολογείται η μέγιστη ισομετρική δύναμη (ΜΙΔ) και διερευνώνται οι διαφορές μεταξύ των αθλητριών ενόργανης γυμναστικής (ΕΓ) προαγωνιστικού και αγωνιστικού επιπέδου, για τους καμπτήρες και εκτεινόντες μυς του ώμου και του ισχίου. Στις μετρήσεις συμμετείχαν 24 αθλήτριες ΕΓ [12 προαγωνιστικού (ΕΓ1) και 12 αγωνιστικού επιπέδου (ΕΓ2)] και 24 μη αθλήτριες στις αντίστοιχες ηλικιακές ομάδες. Οι μετρήσεις της ΜΙΔ πραγματοποιήθηκαν στο χώρο προπόνησης σε ειδικές θέσεις του σώματος, με τη χρήση ενός φορητού δυναμόμετρου (NMMT). Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι, σε απόλυτες τιμές οι αθλήτριες της ΕΓ1 σε σύγκριση με αυτές της ΕΓ2, παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη ΜΙΔ, τόσο στους καμπτήρες και τους εκτεινόντες του ώμου ($p \leq .005$), όσο και στους καμπτήρες και τους εκτεινόντες του ισχίου ($p \leq .025$). Οι αθλήτριες υπερέχουν σημαντικά των αντίστοιχων ομάδων των μη αθλητριών στους εκτεινόντες του ώμου ($p \leq .005$), και στους καμπτήρες ($p \leq .025$) και εκτεινόντες του ισχίου ($p \leq .005$). Οι μεγαλύτερες υπερέχουν σημαντικά των μικρότερων μη αθλητριών μόνο στους καμπτήρες ($p \leq .0005$) και τους εκτεινόντες του ισχίου ($p \leq .005$). Οι σχετικές τιμές της ΜΙΔ των αθλητριών της ΕΓ1 και ΕΓ2 δεν διέφεραν σημαντικά στις μυϊκές ομάδες που αξιολογήθηκαν, με εξαίρεση τους εκτεινόντες του ώμου ($p \leq .025$). Οι αθλήτριες υπερέχουν σημαντικά σε σύγκριση με τις μη αθλήτριες ($p \leq .0005$), με εξαίρεση τους καμπτήρες του ώμου ($p > .025$). Τέλος, δεν διέφεραν σημαντικά στη σχετική ΜΙΔ των μυϊκών ομάδων οι μικρές από τις μεγάλες μη αθλήτριες. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι, η εξειδικευμένη προπόνηση των αθλητριών της ΕΓ, συντελεί στο διαφορετικό τρόπο ανάπτυξης της μέγιστης δύναμης των μυϊκών ομάδων του ώμου και του ισχίου.

Λέξεις κλειδιά: μετρήσεις δύναμης, ισομετρία, άνω και κάτω άκρα

**Shoulder and Hip Muscles Maximal Strength
in Female Gymnasts in Pre-Competitive and Competitive Levels**

Ioanna Douka & Theophanis Siatras

Laboratory of Exercise Physiology-Ergometry, Department of Physical Education and Sport Sciences,
Aristotle University of Thessaloniki, Hellas

Abstract

The purpose of the present study was to evaluate the maximal isometric strength (MIS) of shoulder and hip flexor and extensor muscles in young female pre-competitive and competitive level gymnasts. The participants were 24 female gymnasts [12 pre-competitive (G1) and 12 competitive levels (G2)] and 24 female aged-matched non-athletes. The subjects were tested in their training area, with a protocol adapted to gymnastics positions, using a portable dynamometer (NMMT). The results showed that gymnasts in G1 group presented lower absolute MIS values in shoulder ($p \leq .005$) and hip ($p \leq .025$) flexor and extensor muscles, than gymnasts in G2 group. Furthermore, gymnasts had higher MIS values than non-athletes, in shoulder extensors ($p \leq .005$), hip flexors ($p \leq .025$) and hip extensors ($p \leq .005$). Older non-athletes were found to have significantly higher values in hip flexor ($p \leq .0005$) and extensor muscles ($p \leq .005$), than younger non-athletes. No statistical differences were found between G1 and G2 group in MIS relative values in all muscle groups, excepting shoulder extensors ($p \leq .025$). Concerning MIS relative values for the muscles examined, athletes presented higher values than non-athletes ($p \leq .0005$), excepting shoulder flexors ($p > .025$). Furthermore, there were no statistical differences between younger and older non-athletes in MIS relative values for all muscle groups. Our results suggest that gymnastics specific training in young athletes may contribute to the different development of shoulder and hip muscles maximal strength.

Key words: strength measurements, isometric, upper and lower limbs

Εισαγωγή

Η ενόργανη γυμναστική (ΕΓ) είναι ένα άθλημα στο οποίο οι αθλητές και οι αθλήτριες κατά την εκτέλεση των ασκήσεων στα διάφορα όργανα, μεταφέρουν το σώμα τους σε ένα ευρύ φάσμα θέσεων μέσα στο χώρο. Η μυϊκή δύναμη εξασφαλίζει τη μεταφορά και τον έλεγχο της θέσης του σώματος, καθορίζοντας με αυτόν τον τρόπο και την ποιότητα της απόδοσης των αθλητών.

Στα παιδιά που δεν υφίστανται συστηματική άσκηση, η μυϊκή δύναμη των άνω και κάτω άκρων αυξάνεται σταδιακά από την ηλικία των 8 έως 12 ετών, ενώ αμέσως μετά παρουσιάζεται μια ραγδαία αύξηση της (Parker, Round, Sacco, & Jones, 1990). Η γρήγορη αύξηση της μυϊκής δύναμης των παιδιών φαίνεται να συμπίπτει χρονικά με την απότομη αύξηση του ύψους και της σωματικής τους μάζας (Beunen & Malina, 1988; Froberg & Lammert, 1996). Ωστόσο, δεδομένης της σημαντικότητας της μυϊκής δύναμης στο άθλημα της ΕΓ, από μικρή ηλικία επιδιώκεται η περαιτέρω ανάπτυξη της με προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης, που εμπεριέχονται στην καθημερινή προπόνηση των παιδιών και αφορούν κυρίως στις μυϊκές ομάδες των άνω και κάτω άκρων (Sands, 1984). Παρά το γεγονός ότι οι μικροί αθλητές της ΕΓ υπόκεινται σε συστηματική προπόνηση ανάπτυξης της μυϊκής δύναμης, η σύγκριση μεταξύ των αθλητών μικρότερων αγωνιστικών κατηγοριών με συνομήλικους μη αθλητές, δεν κατέδειξε σημαντικές διαφορές ως προς τις απόλυτες τιμές της δύναμής τους (Bassa, Kotzamanidis, Siatras, Mameletzi, & Skoufas, 2002; Halin, Germain, Buttelli, & Kapitanaki, 2002).

Όσον αφορά στις αθλήτριες της ΕΓ, αυτές παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές δύναμης στα κάτω άκρα, σε σύγκριση με συνομήλικα κορίτσια που ασχολούνταν με τα αθλήματα του τένις και της κολύμβησης (Bencke et al., 2002). Διαφορές, εξάλλου, παρουσιάστηκαν και ανάμεσα σε αθλήτριες της ΕΓ, ίδιας ηλικίας, αλλά διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου. Οι αθλήτριες υψηλότερου αγωνιστικού επιπέδου, που προπονούσαν περισσότερες ώρες εβδομαδιαίως, παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές μέγιστης δύναμης (Nelson, Johnson, & Smith, 1983), καθώς και καλύτερο νευρομυϊκό συντονισμό (Bencke et al., 2002), σε σύγκριση με τις αθλήτριες που προπονούσαν λιγότερο. Στη σχετική βιβλιογραφία, οι συγκρίσεις της μυϊκής δύναμης μεταξύ των αθλητριών της ΕΓ γίνονται σε απόλυτες τιμές, ενώ δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για τις σχετικές τιμές της δύναμης. Ως γνωστό, στο άθλημα της ΕΓ, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τιμές της δύναμης των αθλητριών που σχετίζονται με τη σωματική τους μάζα. Οι αθλήτριες της ΕΓ είναι επιθυμητό να αυξάνουν τη μυϊκή τους δύναμη, ενώ ταυτοχρόνως να διατηρούν όσο το δυνατόν

σταθερή τη σωματική τους μάζα (Bührle & Werner, 1984; Poliquin, 1991). Η διατήρηση ενός αδύνατου σώματος με το χαμηλότερο επίπεδο σωματικού λίπους εξασφαλίζει στις αθλήτριες της ΕΓ υψηλές αθλητικές επιδόσεις (Russel, 1987).

Στις παραπάνω μελέτες για τη διερεύνηση της μυϊκής δύναμης, ακόμα και σε απόλυτες τιμές, χρησιμοποιήθηκαν αξιόπιστες εργαστηριακές μέθοδοι μέτρησής της. Ωστόσο, η μικρή ηλικία των αθλητριών της ΕΓ, καθώς και ο περιορισμένος ελεύθερος χρόνος τους, καθιστά δύσκολη τη μεταφορά τους σε εργαστηριακούς χώρους μέτρησης. Η χρήση αξιόπιστων φορητών οργάνων επιτρέπει την πραγματοποίηση μετρήσεων στο χώρο της προπόνησης των αθλητριών με οικονομία χρόνου. Μια ιδιαιτερότητα του αθλήματος της ΕΓ, που απαιτεί την τροποποίηση των υπάρχοντων πρωτοκόλλων μέτρησης, αποτελεί το γεγονός ότι κατά την εκτέλεση των ασκήσεων τα άνω και κάτω άκρα των αθλητριών κινούνται κυρίως τεντωμένα, με το σώμα να βρίσκεται σε ασυνήθεις θέσεις στο χώρο σε σχέση με την καθημερινότητα. Αυτό καθιστά επιτακτική την εφαρμογή ειδικών μετρήσεων της μυϊκής δύναμης στις αθλήτριες της ΕΓ που να πλησιάζουν στις αγωνιστικές συνθήκες.

Πώς όμως αναπτύσσεται η απόλυτη και η σχετική δύναμη στις αθλήτριες της ΕΓ υπό την επίδραση της προπόνησης, πέρα από τη βιολογική τους ωρίμανση και πώς επηρεάζονται οι διαφορετικές μυϊκές ομάδες των άνω και κάτω άκρων; Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μελέτης ήταν η αξιολόγηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και η μελέτη των διαφορών που τυχόν υπάρχουν μεταξύ των νεαρών αθλητριών ΕΓ προαγωνιστικού και αγωνιστικού επιπέδου, για τους καμπήρες και τους εκτεινόντες μύς της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου, σε σχετικές με το άθλημα θέσεις του σώματος.

Μέθοδος και Διαδικασία

Συμμετέχουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν 24 νεαρές αθλήτριες ΕΓ και 24 κορίτσια αντίστοιχης ηλικίας που δεν ασχολούνταν συστηματικά με κάποια μορφή άθλησης. Τα άτομα της ομάδας των αθλητριών και της ομάδας των μη αθλητριών, χωρίστηκαν επιμέρους σε δύο υποομάδες. Η πρώτη υποομάδα των αθλητριών συμπεριλάμβανε 12 κορίτσια προαγωνιστικού επιπέδου (ΕΓ1), που δεν είχαν λάβει μέρος σε αγώνες και η άλλη 12 κορίτσια αγωνιστικού επιπέδου (ΕΓ2), που ήταν αθλήτριες με συμμετοχή σε αγώνες αρχικού επιπέδου. Οι δύο υποομάδες των μη αθλητριών (Μη αθλήτριες 1 και Μη αθλήτριες 2) συμπεριλάμβαναν κορίτσια με τις ίδιες κατά προσέγγιση ηλικίες των αθλητριών. Καμία από τις συμμετέχουσες δεν έπασχε από κάποια μυοσκελετική κάκωση. Οι γονείς ή/και οι προπονη-

τές των παιδιών ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας και έδωσαν τη συγκατάθεσή τους. Τα φυσικά και προπονητικά χαρα-

κτηριστικά των συμμετεχουσών στην έρευνα παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 1. Φυσικά χαρακτηριστικά και προπονητική ηλικία των ατόμων του δείγματος (μέσος όρος \pm τοπική απόκλιση, ΕΓ1: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής προαγωνιστικού επιπέδου, ΕΓ2: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής αγωνιστικού επιπέδου).

ΟΜΑΔΕΣ	N	ΗΛΙΚΙΑ (έτη)	ΥΨΟΣ (cm)	ΜΑΖΑ (kg)	ΠΡΟΠ/ΗΛΙΚΙΑ (έτη)
Αθλήτριες ΕΓ1	12	7.5 \pm 0.2	122.7 \pm 3.3	22.7 \pm 1.2	2.2 \pm 0.2
Αθλήτριες ΕΓ2	12	9.6 \pm 1.0	131.9 \pm 5.1	27.4 \pm 2.6	4.1 \pm 0.9
Μη Αθλήτριες 1	12	8.1 \pm 0.5	140.8 \pm 7.0	35.0 \pm 7.8	-----
Μη Αθλήτριες 2	12	10.1 \pm 0.6	150.2 \pm 7.1	44.8 \pm 10.4	-----

Διαδικασία μετρήσεων

Όλες οι εξεταζόμενες μετά τη μέτρηση των φυσικών τους χαρακτηριστικών (ύψους και μάζας) υποβλήθηκαν σε μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης (ΜΙΔ) των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου, με τη χρήση του φορητού δυναμόμετρου Nicholas Manual Muscle Tester (NMMT), σε ειδικές θέσεις του σώματος που αρμόζουν στο άθλημα της ΕΓ. Το συγκεκριμένο δυναμόμετρο καταγράφει τη δύναμη μιας ομάδας μυών -αφού τοποθετηθεί στην κατάλληλη ανατομική θέση κάθετα στο σώμα της εξεταζόμενης- με ταυτόχρονη παροχή αντίστασης από την εξετάστρια. Το NMMT έχει χρησιμοποιηθεί από διάφορους ερευνητές για την αξιόπιστη μέτρηση της ΜΙΔ, τόσο σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (Backman, Odenrick, Hendriksson, & Ledin, 1989; Van den Beld, Van der Sanden, Sengers, Verbeek, & Gabreëls, 2006), όσο και σε νεαρούς αθλητές και αθλήτριες διαφόρων αγωνισμάτων (Bennell, Khan, Matthews, & Singleton, 2001; Sands, Irvin, &

Major, 1995).

Η μέτρηση της ΜΙΔ των καμπτήρων μυών του ώμου πραγματοποιήθηκε με την εξεταζόμενη στην ύπτια κατάκλιση και με την άρθρωση του ώμου στη γωνιακή θέση των 90 μοιρών (άνω άκρο κάθετο στο σώμα, Εικόνα 1). Ανάλογα, η μέτρηση της ΜΙΔ των εκτεινόντων μυών του ώμου πραγματοποιήθηκε με την εξεταζόμενη στην ύπτια κατάκλιση και με την άρθρωση του ώμου στη γωνιακή θέση των 180 μοιρών (άνω άκρο στην ίδια ευθεία με το σώμα). Η τοποθέτηση του NMMT έγινε κάθετα στη ράχη του καρπού στις στυλοειδείς αποφύσεις για τους καμπτήρες του ώμου και στην εσωτερική επιφάνεια αυτού για τους εκτεινόντες. Η εξεταζόμενη, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, βρισκόταν σε σταθερή θέση πάνω σε πλινθίο και διατηρούσε την άρθρωση του αγκώνα σε πλήρη έκταση. Τα πόδια της εξεταζόμενης βρισκόνταν τεντωμένα ανάμεσα σε πολύζυγα, ενώ το άλλο χέρι είχε λαβή από το πλινθίο, ώστε να διατηρείται σταθερή η θέση του σώματός της κατά τη μέτρηση.



Εικόνα 1. Μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των καμπτήρων μυών του ώμου.

Αναφορικά με την άρθρωση του ισχίου, η μέτρηση της ΜΙΑ των καμπτήρων μυών της άρθρωσης πραγματοποιήθηκε με την εξεταζόμενη στην ύπτια κατάκλιση και με την άρθρωση του ισχίου στη γωνιακή θέση των -30 μοιρών (σκέλος κάτω από το οριζόντιο επίπεδο). Το σκέλος στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, βρισκόταν σε πλήρη έκταση στην άρθρωση του γόνατος. Το αριστερό σκέλος, που δεν συμμετείχε στη μέτρηση, παρέμενε αδρανές με κάμψη του γόνατος πάνω σε βοηθητικό όργανο. Η τοποθέτηση του NMMT έγι-

νε κάθετα στη ράχη της ποδοκνημικής άρθρωσης στο ύψος του έξω σφυρού. Οι μετρήσεις της ΜΙΑ των εκτεινόντων μυών του ισχίου πραγματοποιήθηκαν με την τοποθέτηση της εξεταζόμενης πάνω στο πλινθίο στην πρηνή κατάκλιση με την άρθρωση του ισχίου στις -90 μοίρες (σκέλος κάτω από το οριζόντιο επίπεδο, κάθετο στο έδαφος). Η άρθρωση του ισχίου βρισκόταν στο όριο του πλινθίου και το NMMT τοποθετήθηκε στην πτέρνα με το σκέλος ελεύθερο (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των εκτεινόντων μυών του ισχίου.

Η εύρεση της προκαθορισμένης για μέτρηση γωνιακής θέσης της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου επιτεύχθηκε με τη χρήση ενός γωνιομέτρου βαρύτητας τύπου Myrin, σύμφωνα με τις οδηγίες των Ekstrand, Wiktorsson, Oberg και Gillquist (1982).

Πριν από τις μετρήσεις, πραγματοποιήθηκε προθέρμανση των παιδιών ($\sim 10'$), που περιλάμβανε τρέξιμο, γενικές ασκήσεις και ασκήσεις ενεργητικής και παθητικής διάτασης, για την προετοιμασία των μυών του ώμου και του ισχίου. Οι μετρήσεις της ΜΙΑ των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου πραγματοποιήθηκαν στο δεξιό άνω και κάτω άκρο, αντιστοίχα. Για την καταγραφή της ΜΙΑ, τα κορίτσια διατηρούσαν τη μυϊκή σύσπαση πιέζοντας το ειδικό όργανο επί 5 έως 7 sec, με παρακίνηση και παροχή αντίστασης από την εξετάστρια. Οι προσπάθειες σε κάθε μυϊκή ομάδα ήταν τρεις, ενώ για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μεγαλύτερη τιμή. Το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν 30 sec, ενώ μεταξύ των μυϊκών ομάδων ήταν 60 sec. Για κάθε εξεταζόμενη η σειρά των μυϊκών ομάδων για τη μέτρηση της ΜΙΑ ήταν διαφορετική.

Η ΜΙΑ με τη χρήση του NMMT μετρήθηκε σε κιλά (kg). Προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι

συγκρίσεις στην ικανότητα παραγωγής της ΜΙΑ μεταξύ των κοριτσιών του δειγματος, χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι απόλυτες (kg) όσο και οι σχετικές τιμές αυτής (ΜΙΑ / kg σωματικής μάζας).

Αξιοπιστία μετρήσεων

Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια το NMMT στους νεαρούς αθλητές και τις αθλήτριες της ΕΓ, κρίθηκε απαραίτητο να ελεγχθεί πρώτα η αξιοπιστία των μετρήσεων στις συγκεκριμένες θέσεις του σώματος. Ο έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε σε μια ομάδα 10 αθλητών και αθλητριών ΕΓ ηλικίας 7 - 11 ετών (ύψους: 130.7 ± 8.0 cm, μάζας: 27.8 ± 4.9 kg), καθώς και σε 10 συνομήλικα παιδιά μη αθλητές και αθλήτριες (ύψους: 146.1 ± 8.1 cm, μάζας: 42.6 ± 8.0 kg). Η αξιοπιστία των μετρήσεων της ΜΙΑ εξετάστηκε με τη μέθοδο της εξέτασης και της επανεξέτασης από την ίδια εξετάστρια (test-retest intrarater reliability). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας, με το ίδιο πρωτόκολλο και στις ίδιες συνθήκες.

Ο έλεγχος της αξιοπιστίας των μετρήσεων της ΜΙΑ πραγματοποιήθηκε με το συντελεστή συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient, R), που υπολογίστηκε μετά από ανάλυση διακύμανσης με έναν παράγοντα (Vincenz, 1995). Οι μετρήσεις ή-

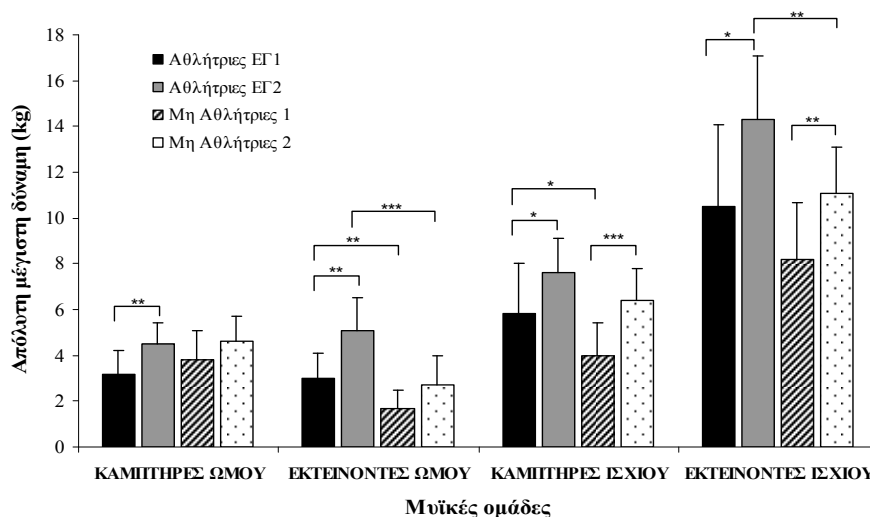
ταν αξιόπιστες για όλες τις μυϊκές ομάδες στις ειδικές θέσεις του σώματος με συντελεστές συσχέτισης (R) που κυμάνθηκαν από .90 έως .97 για τους αθλητές και τις αθλήτριες της ΕΓ και από .81 έως .93 για τα παιδιά μη αθλητές.

Στατιστική ανάλυση

Για τον έλεγχο των διαφορών στους μέσους όρους των επιδόσεων στις διάφορες δοκιμασίες της ΜΙΔ μεταξύ των αθλητριών, καθώς και των μη αθλητριών μικρής και μεγάλης ηλικίας, όπως και μεταξύ των αθλητριών και μη αθλητριών αντίστοιχης ηλικίας, εφαρμόστηκε το Student t-test για ανεξάρτητες μεταβλητές (Independent t-test). Για να καλυφθούν οι πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων (αθλήτριες - μη αθλήτριες, ηλικιακά μικρές - μεγάλες), το επίπεδο σημαντικότητας .05 προσαρμόστηκε με τη διόρθωση Bonferroni διαιρώντας το διά του 2. Με τον τρόπο αυτό το αρχικό επίπεδο ορίστηκε στο $p \leq .025$.

Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι, σε απόλυτες τιμές οι αθλήτριες του προαγωνιστικού σε σχέση με αυτές του αγωνιστικού επιπέδου, παρουσίασαν σημαντικά μικρότερη ΜΙΔ, τόσο στους καμπτήρες και τους εκτεινόντες μυς του ώμου ($t_{22} = -3.43$ και $t_{22} = -3.99$, $p \leq .005$), όσο και στους καμπτήρες και τους εκτεινόντες μυς του ισχίου ($t_{22} = -2.40$ και $t_{22} = -2.81$, $p \leq .025$, Σχήμα 1). Οι αθλήτριες της ΕΓ υπερέιχαν σημαντικά στη ΜΙΔ των αντίστοιχων ομάδων ελέγχου των μη αθλητριών στους εκτεινόντες μυς του ώμου ($t_{22} = 4.14$, $p \leq .005$ και $t_{22} = 4.40$, $p \leq .0005$), τους καμπτήρες του ισχίου ($t_{22} = 3.85$ και $t_{22} = 2.04$, $p \leq .025$) και τους εκτεινόντες μυς του ισχίου ($t = 2.91$ και 3.33 , $df = 22$, $p \leq .005$). Οι μεγαλύτερες σε ηλικία από τα κορίτσια των μη αθλητριών υπερέιχαν σημαντικά των μικρότερων μόνο στους καμπτήρες ($t_{22} = -5.38$, $p \leq .0005$) και τους εκτεινόντες μυς του ισχίου ($t_{22} = -3.14$, $p \leq .005$).

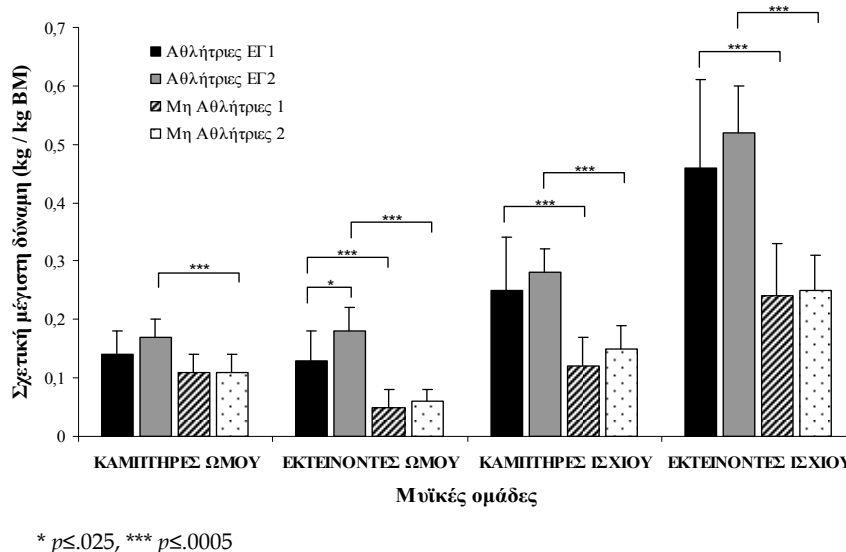


* $p \leq .025$, ** $p \leq .005$, *** $p \leq .0005$

Σχήμα 1. Διαφορές στην απόλυτη μέγιστη δύναμη (τιμές σε kg) των καμπτήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου, μεταξύ των ομάδων των αθλητριών της ενόργανης γυμναστικής προαγωνιστικού και αγωνιστικού επιπέδου και των ομάδων των μη αθλητριών (ΕΓ1: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής προαγωνιστικού επιπέδου, ΕΓ2: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής αγωνιστικού επιπέδου).

Όσον αφορά στις σχετικές τιμές της ΜΙΔ, οι αθλήτριες του προαγωνιστικού σε σχέση με αυτές του αγωνιστικού επιπέδου, δεν διέφεραν σημαντικά στις μυϊκές ομάδες που εξετάστηκαν ($p > .025$), με εξαίρεση τους εκτεινόντες του ώμου, όπου οι αθλήτριες του αγωνιστικού επιπέδου εμφάνισαν μεγαλύτερη δύναμη ($t_{22} = -2.77$, $p \leq .025$, Σχήμα 2). Γενικά, οι αθλήτριες υπερέιχαν σημαντικά στη σχετική ΜΙΔ σε σύγκριση με τις αντίστοιχες ομά-

δες των μη αθλητριών στις μυϊκές ομάδες που εξετάστηκαν ($t_{22} = 4.35$ έως 9.73 , $p \leq .0005$), με εξαίρεση τους καμπτήρες του ώμου όπου οι αθλήτριες του προαγωνιστικού επιπέδου δεν διέφεραν σημαντικά από τις συνομήλικες μη αθλήτριες ($p > .025$). Τέλος, δεν διέφεραν σημαντικά στη σχετική ΜΙΔ οι μικρές από τις μεγάλες μη αθλήτριες σε καμία από τις μυϊκές ομάδες που εξετάστηκαν ($p > .025$).



Σχήμα 2. Διαφορές στη σχετική μέγιστη δύναμη (τιμές σε kg / kg σωματικής μάζας) των καμπητήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου, μεταξύ των ομάδων των αθλητριών της ενόργανης γυμναστικής προαγωνιστικού και αγωνιστικού επιπέδου και των ομάδων των μη αθλητριών (ΕΓ1: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής προαγωνιστικού επιπέδου, ΕΓ2: Αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής αγωνιστικού επιπέδου).

Συζήτηση

Με την παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να αξιολογηθεί η ΜΙΑ των καμπητήρων και εκτεινόντων μυών της άρθρωσης του ώμου και του ισχίου, σε σχετικές με το άθλημα θέσεις του σώματος και να εξακριβωθούν οι διαφορές που τυχόν υπάρχουν μεταξύ των νεαρών αθλητριών της ΕΓ προαγωνιστικού και αγωνιστικού επιπέδου.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων φάνηκε ότι οι αθλήτριες του αγωνιστικού επιπέδου παρουσίασαν μεγαλύτερες απόλυτες τιμές στη ΜΙΑ, σε σύγκριση με τις μικρότερες, τόσο στις μυϊκές ομάδες της άρθρωσης του ώμου, όσο και στις μυϊκές ομάδες της άρθρωσης του ισχίου. Ανάλογη αύξηση της δύναμης των μυϊκών ομάδων του ώμου, σε σχέση με την ηλικιακή κατηγορία των αθλητριών, παρατηρήθηκε και από άλλους ερευνητές (Hicks & Häkkinen, 2004; Nelson et al., 1983). Ωστόσο, αντιφατικά παρουσιάζονται τα ευρήματα σχετικά με την επίδραση της προπονητικής ηλικίας στη βελτίωση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων στις αθλήτριες της ΕΓ. Συγκεκριμένα, οι Haywood, Clark και Mayhew (1986), διαπίστωσαν ότι η πάροδος της ηλικίας επιφέρει βελτίωση στην ισχύ των μυϊκών ομάδων των κάτω άκρων, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση της ικανότητας των αθλητριών να εκτελούν κατακόρυφο άλμα. Ωστόσο, οι Hicks και Häkkinen (2004) δεν παρατήρησαν διαφορές στη ισχύ των μυών των κάτω άκρων κατά την εκτέλεση κατακόρυφου άλματος ανάμεσα στις μικρές και τις μεγαλύτερες αθλήτριες της ΕΓ.

Το γεγονός ότι η απόλυτη δύναμη των αθλητριών της ΕΓ αυξάνεται με την πάροδο της ηλικίας, δεν επαρκεί για να διασαφηνιστεί πλήρως ο βαθμός που η προπόνηση και η βιολογική ωρίμανση χωριστά επιδρούν στην αύξηση αυτή. Ωστόσο, αναλύοντας τα αποτελέσματα της ΜΙΑ, σε απόλυτες τιμές, στα κορίτσια που δεν έχει επιδράσει η ειδική προπόνηση δύναμης, φάνηκε ότι διαφορές ανάμεσα στις μικρές και τις μεγαλύτερες υπήρχαν μόνο στις μυϊκές ομάδες του ισχίου και όχι στις μυϊκές ομάδες του ώμου. Ο διαφορετικός τρόπος ανάπτυξης της δύναμης, αναφορικά με τις διαφορετικές μυϊκές ομάδες, σε παιδιά που δεν υφίσταται επιδράσεις από την ειδική προπόνηση, υποδηλώνει ότι για κάποιες μυϊκές ομάδες, η ανάπτυξη της δύναμης μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την ειδική προπόνηση, ενώ για κάποιες άλλες αυτό δεν είναι εφικτό. Παρατηρώντας τις ελεύθερες δραστηριότητες των παιδιών αυτής της ηλικίας, γίνεται αντιληπτό ότι και χωρίς την επίδραση της συστηματικής προπόνησης, ευνοείται η αύξηση της δύναμης των μυών των κάτω άκρων, ενώ δεν ευνοείται αυτή των άνω άκρων. Συγκεκριμένα, τα παιδιά ασχολούνται κυρίως με παιχνίδια που περιλαμβάνουν την ενεργοποίηση των μυϊκών ομάδων των κάτω άκρων (κνημητό, σχοινάκι κ.α.), παρά των άνω άκρων (αναρριχήσεις, εξαρτήσεις). Η έλλειψη διαφορών στις μυϊκές ομάδες της άρθρωσης του ώμου, στα κορίτσια μη αθλήτριες, ενισχύει την άποψη ότι χωρίς την επίδραση της προπόνησης δεν είναι εφικτό να επιτευχθούν μεταβολές της δύναμης σε επιθυμητά επίπεδα.

Χαρακτηριστικό εύρημα της παρούσας μελέτης αποτέλεσε το γεγονός ότι, όταν η δύναμη εκφράστηκε σε σχετικές τιμές, οι αθλήτριες της ΕΓ παρουσιάστηκαν δυνατότερες σε σύγκριση με τις συνομήλικες μη αθλήτριες. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα άλλων ερευνητών, σύμφωνα με τα οποία τα παιδιά που ασχολούνται με το άθλημα της ΕΓ, μολονότι έχουν την τάση να είναι δυνατότερα από τα συνομήλικα, η υπεροχή τους φαίνεται καθαρά μόνο όταν η δύναμη είναι εκφρασμένη σε σχετικές τιμές. Σύμφωνα με τους Maffulli, King, και Helms (1994), οι αθλητές της ΕΓ παρουσίασαν διαφορές στην ισομετρική δύναμη των μυών των άνω και κάτω άκρων, σε σύγκριση με συνομήλικους αθλητές του ποδοσφαίρου, του τένις και της κολύμβησης, μόνο όταν η δύναμη εκφράστηκε σε σχετικές τιμές. Αντίθετα, οι Halin et al. (2002) δεν μπόρεσαν να αποδείξουν τις διαφορές στη μέγιστη δύναμη, σε απόλυτες και σχετικές τιμές, ανάμεσα σε αθλητές ΕΓ και συνομήλικους μη αθλητές, παρόλο που οι πρώτοι είχαν την τάση να εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές ισομετρικής δύναμης. Τέλος, σε κορίτσια που εμφανίζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά των κοριτσιών της ΕΓ, όπως είναι οι χορεύτριες, παρατηρήθηκε ότι η βελτίωση της ΜΙΑ των καμπτήρων μυών του ισχίου, μετρημένη σε απόλυτες τιμές κατά τη διάρκεια ενός έτους, δεν διαφοροποιήθηκε ανάμεσα σε αυτές και στα συνομήλικα κορίτσια που δεν αθλούσαν (Bennell et al., 2001). Η αδυναμία των παιδιών της ΕΓ να δείξουν την υπεροχή τους στη μυϊκή δύναμη, όταν αυτή εκφράζεται σε απόλυτες τιμές, οφείλεται ενδεχομένως στο μικρότερο σωματικό τους

βάρος σε σχέση με τα συνομήλικα παιδιά. Έχει διαπιστωθεί ότι οι αθλήτριες της ΕΓ έχουν μικρότερη σωματική μάζα από τα συνομήλικα κορίτσια (Douda, Lapidis, & Tokmakidis, 2002). Η διατήρηση του σωματικού βάρους των αθλητριών με την παράλληλη αύξηση της δύναμής τους, είναι ένας από τους μακροπρόθεσμους στόχους των προπονητών της ΕΓ. Στο συγκεκριμένο άθλημα, η αύξηση της μέγιστης δύναμης των μυών είναι σημαντικό να μην συνοδεύεται από υπέρμετρη αύξηση της σωματικής τους μάζας (Bührlé & Werner, 1984; Poliquin, 1991). Η επιτυχημένη εκτέλεση των ασκήσεων προϋποθέτει την ικανότητα των αθλητριών της ΕΓ να μεταφέρουν και να ελέγχουν το σώμα τους σε διαφορετικές θέσεις, ανάλογα με τον τρόπο εκτέλεσης της άσκησης. Η διατήρηση της σωματικής μάζας διευκολύνει τις αθλήτριες, καθώς δεν χρειάζεται να καταβάλλουν επιπρόσθετες δυνάμεις κατά την εκτέλεση των ασκήσεων για τη μεταφορά και τον έλεγχο του σώματος τους.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, φαίνεται ότι η ειδική προπόνηση και τα προγράμματα ενδυνάμωσης, στα οποία υπόκεινται οι αθλήτριες της ΕΓ, δεν επιφέρουν την ίδια αύξηση στη μέγιστη δύναμη των άνω και των κάτω άκρων από τη μία κατηγορία στην άλλη. Μεγαλύτερες αυξήσεις παρουσιάζονται στις μυϊκές ομάδες της άρθρωσης του ώμου. Ωστόσο, η προπόνηση καθιστά τις αθλήτριες δυνατότερες στις μυϊκές ομάδες του ώμου και του ισχίου, σε σχετικές τιμές της δύναμης, σε σύγκριση με τις συνομήλικες μη αθλήτριες.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η εφαρμογή αξιόπιστων μεθόδων μέτρησης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των αθλητών και των αθλητριών της ΕΓ στο χώρο της προπόνησης, παρέχει τη δυνατότητα στους προπονητές να ελέγχουν σε τακτά χρονικά διαστήματα τις μεταβολές που επιφέρει η προπόνηση. Η γνώση της διαφοροποίησης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης σε ειδικές θέσεις, που πλησιάζουν αυτές που έχει το σώμα κατά την προπόνηση και τον αγώνα, είναι απαραίτητη για τον έλεγχο της προπονητικής διαδικασίας και το σχεδιασμό του προπονητικού πλάνου. Επιπρόσθετα, η χρήση ανάλογων πρωτοκόλλων μέτρησης μπορεί να πραγματοποιηθεί όχι μόνο στον αγωνιστικό αθλητισμό, αλλά και σε χώρους όπου προάγεται ο μαζικός αθλητισμός. Ο έλεγχος, λοιπόν, της μέγιστης ισομετρικής δύναμης διαφόρων μυϊκών ομάδων, μπορεί να συντελέσει στην αρμονική σωματική ανάπτυξη των παιδιών και την πρόληψη προβλημάτων του μυοσκελετικού συστήματος.

Βιβλιογραφία

- Backman, E., Odenrick, P., Hendriksson, K.G., & Ledin, T. (1989). Isometric muscle force and anthropometric values in normal children aged between 3.5 and 15 years. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 21(2), 105-114.
- Bassa, H., Kotzamanidis, C., Siatras, T., Mameletzi, D., & Skoufas, D. (2002). Coactivation of knee muscle during isokinetic concentric and eccentric knee extensions and flexions in prepubertal gymnasts. *Isokinetics and Exercise Science*, 10, 137-144.
- Bennell, K.L., Khan, K.M., Matthews, B.L., & Singleton, C. (2001). Changes in hip and ankle range of motion and hip muscle strength in 8-11 year old novice female ballet dancers and controls: a 12 month follow up study. *British*

- Journal of Sports Medicine*, 35, 54-59.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgensen, D., Jorgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non elite boys and girls from gymnastics, tennis, handball and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12, 171-178.
- Beunen, G., & Malina, R. (1988). Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 16, 503-540.
- Bührle, M., & Werner, E. (1981). Components of maximal strength and power. *Sportwissenschaft*, 1, 11-27.
- Douda, H., Lapidis, K., & Tokmakidis, P.S. (2002). Long-term training induces specific adaptations on the physique of rhythmic sports and female artistic gymnasts. *European Journal of Sport Science*, 2, 1-13.
- Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Oberg, B., & Gillquist, J. (1982). Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 63, 171-175.
- Froberg, K., & Lammert, O. (1996). Development of muscle strength during childhood. In O. Bar-Or (Ed), *The child and adolescent athlete* (pp. 25-41). Blackwell Science.
- Halin, R., Germain, P., Buttelli, O., & Kapitaniak, B. (2002). Differences in strength and surface electromyogram characteristics between prepubertal gymnasts and untrained boys during brief and maintained maximal isometric voluntary contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 409-415.
- Haywood, K.M., Clark, B.A., & Mayhew, J.L. (1986). Differential effects of age-group gymnastics and swimming on body composition, strength and flexibility. *Sports Medicine*, 26, 416-420.
- Hicks, S., & Häkkinen, K. (2004). Strength profiles of different muscle groups in 11-18 year old female gymnasts. *4th International Conference on Strength Training*, Serres.
- Maffulli, M., King, B., & Helms, P. (1994). Training in elite young athletes: injuries, flexibility and isometric strength. *British Journal of Sports Medicine*, 24, 123-136.
- Nelson, J.K., Johnson, B.L., & Smith, G.C. (1983). Physical characteristics, hip flexibility and arm strength of female gymnasts classified by intensity of training across age. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 23, 95-100.
- Parker, D.F., Round, J.M., Sacco, P., & Jones, D.A. (1990). A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. *Annals of Human Biology*, 17, 199-211.
- Pollquin, C. (1991). Training for improving relative strength. *Sports*, 11, 3-11.
- Russel, K. (1987). *Gymnastic talent from detection to perfection. World identification systems for gymnastic talent*. Montreal: Sport psyche editions.
- Sands, B. (1984). *Coaching women's gymnastics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sands, A.W., Irvin, C.R., & Major, J.A. (1995). Women's gymnastics: The time course of fitness acquisition. A 1-year study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 9: 110-115.
- Van den Beld, W.A., Van der Sanden, G.A.C., Sengers, R.C.A., Verbeek, A.L.M., & Gabreëls, F.J.M. (2006). Validity and reproducibility of hand-held in children aged 4-11 years. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 38: 57-64.
- Vincent, W.J. (1995). *Statistics in kinesiology*. Champaign, IL: Human Kinetics.

