

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

Ανάλυση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της φυσικής κατάστασης σε ελίτ αθλήτριες της γυμναστικής.

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΧΑΤΖΗΚΩΣΤΗ

ΓΥΜΝΑΣΤΡΙΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. ΑΦΡΟΔΙΤΗ ΜΠΟΥΤΟΥ, Πνευμονολόγος, Διδάκτωρ Α.Π.Θ,
Επιμελήτρια Β΄, Πνευμονολογική Κλινική ΕΣΥ, Γ.Ν.Θ. «Γ.
Παπανικολάου»
Επιβλέπουσα
2. ΚΑΡΕΤΣΗ ΕΛΕΝΗ, Πνευμονολόγος, Επιμελήτρια Α΄, Πνευμονολογική
Κλινική Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
3. ΔΑΝΙΗΛ ΖΩΗ, Καθηγήτρια Πνευμονολογίας, Τμήμα Ιατρικής Σχολής,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Λάρισα 2018

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ

ΣΠΟΥΔΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ



‘Analysis of anthropometric characteristics and physical condition variables of elite athletes of gymnastics’.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες

Περίληψη στα Ελληνικά

Abstract

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

| | |
|---|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ..... | 10 |
| A) Τα είδη της γυμναστικής..... | 10 |
| 1. Ρυθμική Γυμναστική..... | 10 |
| 1.1 Ρυθμική Γυμναστική: Ορισμός και ιστορική αναδρομή..... | 11 |
| 1.2 Τα χαρακτηριστικά της ρυθμικής γυμναστικής..... | 11 |
| 2. Ενόργανη Γυμναστική..... | 12 |
| 2.1 Ενόργανη Γυμναστική: Ορισμός και ιστορική αναδρομή..... | 12 |
| 2.2 Τα χαρακτηριστικά της ενόργανης γυμναστικής..... | 13 |
| 3. Ακροβατική Γυμναστική..... | 14 |
| 3.1 Ο ορισμός και τα χαρακτηριστικά της ακροβατικής γυμναστικής | 14 |
| B. Τα είδη της προπόνησης σε αθλήτριες γυμναστικής..... | 15 |
| Γ. Καρδιοαναπνευστική Δοκιμασία Άσκησης..... | 17 |

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

| | |
|--|-----------|
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Σκοπός και μεθοδολογία.....</u> | <u>19</u> |
| 2.1 Σκοπός της μελέτης..... | 19 |
| 2.2 Πληθυσμός της μελέτης | 20 |
| 2.3 Σχεδιασμός – πρωτόκολλο της μελέτης..... | 20 |
| 2.4 Μετρούμενες μεταβλητές και μεθοδολογία μετρήσεων..... | 21 |
| 2.4.1 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά..... | 21 |
| 2.4.2 Χαρακτηριστικά προπόνησης..... | 22 |
| 2.4.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά..... | 22 |
| 2.4.4 Χαρακτηριστικά φυσικής κατάστασης..... | 24 |
| 2.4.5 Λειτουργικός έλεγχος της αναπνοής..... | 28 |
| 2.4.6 Η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης (CPET)..... | 29 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Στατιστική ανάλυση.....</u> | <u>33</u> |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Αποτελέσματα.....</u> | <u>33</u> |
| 4.1. Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά..... | 34 |
| 4.2.Ευλυγισία,δύναμη,ταχύτητα,αλτικότητακαι κινητικότητα..... | 37 |
| 4.3 Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης..... | 40 |
| 4.4 Αποτελέσματα λειτουργικού ελέγχου αναπνοής..... | 44 |
| 4.5. Προπονητική ηλικία, μέρες και ώρες προπόνησης ανά εβδομάδα..... | 46 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : Συμπεράσματα έρευνας.....</u> | <u>48</u> |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : Βιβλιογραφικές αναφορές.....</u> | <u>53</u> |

Στον πατέρα μου Ευστράτιο και την μητέρα μου Αικατερίνη

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος. Την κα Μπούτου Αφροδίτη για την ουσιαστική της καθοδήγηση όπως και τον κο Σταύρου Βασίλη για την πολύτιμη βοήθεια του από την αρχή αυτής της προσπάθειας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Καρέτση Ελένη και την κα Δανιήλ Ζωή για την συμβολή τους σε αυτήν την προσπάθεια. Ακόμα ένα μεγάλο ευχαριστώ στην εθνική ομάδα και στους συλλόγους: Αστέρα Κορδελιού και Ολυμπιάδα Σταυρούπολης που διέθεσαν χρόνο από την προπόνησή τους για τον έλεγχο των αθλητών τους.

Ανάλυση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της φυσικής κατάστασης σε ελίτ αθλήτριες της γυμναστικής

Περίληψη

Εισαγωγή: Παρά το γεγονός ότι τα τρία αθλήματα της γυμναστικής (ενόργανη, ρυθμική και ακροβατική) διαφέρουν αρκετά ως προς τα χαρακτηριστικά της προπόνησης, επι του παρόντος δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς η πιθανή ύπαρξη διαφορών στην αερόβια ικανότητα για άσκηση μεταξύ των αθλητριών των τριών αθλημάτων.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι να προσδιοριστούν οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις αθλήτριες των τριών αθλημάτων της γυμναστικής όσον αφορά στην αερόβια ικανότητα για άσκηση (πρωτεύον στόχος). Οι δευτερεύοντες στόχοι είναι να διερευνηθούν πιθανές διαφορές στα σωματομετρικά και υπόλοιπα λειτουργικά χαρακτηριστικά, μεταξύ των τριών ομάδων.

Υλικό-Μέθοδοι: Πρόκειται για μελέτη χρονικής τομής (cross-sectional study). Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 30 αθλήτριες, χωρισμένες σε τρεις ομάδες [10 αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής (ΡΓ), 10 αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής (ΕΓ) και 10 αθλήτριες ακροβατικής γυμναστικής (ΑΓ)]. Κριτήριο ένταξης στη μελέτη ήταν το υψηλό προπονητικό επίπεδο. Κριτήριο αποκλεισμού ήταν ο πρόσφατος τραυματισμός (εντός μηνός) και η πρόσφατη συμμετοχή σε αγώνα υψηλού επιπέδου (εντός της προηγούμενης εβδομάδος). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιλάμβανε αρχικά τη συλλογή σωματομετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών και στη συνέχεια το λειτουργικό έλεγχο της αναπνοής, την κινητικότητα, την ευλυγισία και την δύναμη άνω και κάτω άκρων, ενώ για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2peak}) χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κοπώσεως.

Αποτελέσματα: Η μέση ηλικία των αθλητριών ήταν 14(7). Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου μεταξύ των αθλητριών της ρυθμικής ($119,8 \pm 12,73$ %προβλεπόμενο) ήταν παραπλήσια με αυτή της ενόργανης ($127,5 \pm 22,53$ %προβλεπόμενο) και αυτή της ακροβατικής ($117,1 \pm 12,49$) ($p=0,361$), ενώ ούτε το

αναερόβιο κατώφλι διέφερε μεταξύ των τριών ομάδων. Ωστόσο οι αθλήτριες της ρυθμικής παρουσίαζαν μεγαλύτερο ύψος από καθιστή θέση (79(19), $p=0.019$) και μικρότερη περίμετρο θώρακα (75,5(6,13), $p=0.049$) από τις αθλήτριες στις άλλες ομάδες. Επιπλέον παρουσίαζαν σημαντικά μεγαλύτερη ευλυγισία, όπως καταγράφηκε με το σπαγγάτο από καρέκλα σε καρέκλα και με την απαγωγή σε λυγισμένο πόδι, και με μικρότερη δύναμη κάτω άκρων, όπως καταγράφηκε με τη δοκιμασία sit and up σε 1 λεπτό και με προβολές από στάση σε 1 λεπτό, σε σχέση με τις αθλήτριες των δύο άλλων ομάδων. Οι προπονητικές ώρες ήταν επίσης διαφορετικές, με την ομάδα της ενόργανης να ασκείται τις περισσότερες ώρες την ημέρα ($p=0.008$) και τις περισσότερες μέρες την εβδομάδα ($p=0.020$).

Συμπέρασμα: Παρά το γεγονός ότι οι ελίτ αθλήτριες της ρυθμικής, ενόργανης και ακροβατικής γυμναστικής δε διαφέρουν ως προς την μέγιστη ικανότητα για άσκηση, παρουσιάζουν διαφορές σε σωματομετρικά και άλλα λειτουργικά χαρακτηριστικά.

Λέξεις κλειδιά: καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως, ελίτ αθλήτριες της γυμναστικής, φυσική κατάσταση, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

The analysis of anthropometric characteristics and the physical condition of elite female gymnastics athletes

Abstract

Introduction: Despite the fact that the three types of gymnastics (artistic, rhythmic and acrobatic) differ significantly in terms of training, the existence of statistically significant differences in aerobic capacity among the three types of athletes has not been sufficiently studied so far.

Purpose: The purpose of this thesis is to identify the differences in the physical state among three types of gymnastics: artistic, rhythmic and acrobatic (first mark) and the second mark are to find possible differences the somatometric and other features between the three types of gymnastics.

Method and material: A cross-sectional study involving 30 gymnasts divided into three groups – 10 athletes from artistic gymnastics (AG), 10 athletes from rhythmic gymnastics (RG) and 10 athletes from acrobatic gymnastics (ACRO) – has been conducted. A high-performance training level was the specified inclusion criterion for study participants, whereas the exclusion criteria included a recent injury (within a month before the initiation of the study) and a recent participation in a high-performance competition (within a week before the initiation of the study). The procedure started with the collection of somatometric and morphological characteristics. Then, respiratory function, mobility, flexibility, and upper- and lower-extremity strength were tested, and Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) and 20m shuttle run were used to measure peak oxygen uptake (VO₂peak).

Results: The average age of the athletes was 14 (7). The maximum oxygen intake among rhythmic athletes ($119.8 \pm 12.73\%$ predicted) was close to that of the instrument ($127.5 \pm 22.53\%$ predicted) and the acrobatic (117.1 ± 12.49) ($p = 0.361$), and neither the anaerobic threshold differed between the three groups. However, rhythmic gymnasts had higher seating positions (79 (19), $p = 0.019$) and lower

chest perimeter (75.5 (6.13), $p = 0.049$) than athletes in the other groups. In addition, they showed significantly greater flexibility, as recorded with the chair spat from chair to bent to lower leg, as recorded by the sit and up test in 1 minute and with stops in 1 minute, in relation to the athletes of the two other teams. The training hours were also different, with the instrument group exercising most hours per day ($p = 0.008$) and most days a week ($p = 0.020$)

Conclusion: Although the elite athletes of rhythmic, instrumental and acrobatic gymnastics do not differ in maximum exercise capacity, they show differences in somatometric and other functional characteristics.

Key words: Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET), elite gymnasts, physical condition, anthropometric characteristics

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

Α. ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ

1.Ρυθμική Γυμναστική

1.1 Ρυθμική γυμναστική: ορισμός και ιστορική αναδρομή

Η ρυθμική γυμναστική (ΡΓ) χαρακτηρίζεται ως η κομψή μορφή γυμναστικής η οποία δημιουργήθηκε ως μια απεικόνιση της έκφρασης μέσω της κίνησης προς τα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα. Ο κλάδος της ρυθμικής γυμναστικής χρησιμοποιεί στοιχεία χορού για την ανάπτυξη αισθητικής έκφρασης και χάρης στο ανθρώπινο σώμα. Παρ' ότι η ρυθμική γυμναστική βασίστηκε στα οράματα του Jean-Georges Noverre και του François Delsarte, μελετητές κατέληξαν πρόσφατα στο συμπέρασμα ότι το άθλημα έχει ανιχνευθεί στην Αρχαία Αίγυπτο πάνω από 3.500 χρόνια πριν! Η Emile-Jacques Dalcroze της Ελβετίας ακολούθησε τα βήματα των προδρόμων της, προσθέτοντας μουσική και ρυθμό, ο Rudolf von Laban, η Marie Wigmann και ο Henrich Medau προχώρησαν επίσης ως πρωτοπόροι σε ένα άθλημα το οποίο, στις αρχές της δεκαετίας του 1920, θα αποτελούσε τη σύγχρονη γυμναστική. Η πειθαρχία έγινε ευ ρυθμική, βρίσκοντας την έμπνευση και την καλλιτεχνική έκφραση στη μουσική. Έπειτα οι χορογράφοι της μεταβίβασαν τη μοναδική γλώσσα της πειθαρχίας μέσα από μια απεριόριστη φαντασία. Την αλλαγή όμως έφερε η εξαιρετικά όμορφη Αμερικανίδα χορεύτρια Isadora Duncan, η οποία επαναστάτησε εναντίον της καθιερωμένης τάξης και του δόγματος του κλασσικού μπαλέτου για να επιφέρει μια ριζική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο η τέχνη και ο αθλητισμός θα συνυπάρχουν στη Ρυθμική Γυμναστική. (1)

Η ρυθμική γυμναστική είναι ένα άθλημα αποκλειστικά γυναικείο και εκτελείται τόσο ατομικά όσο και ομαδικά. Στις αρχές της δεκαετίας του 40 εμφανίστηκε με την αγωνιστική της μορφή και δημιουργήθηκε το άθλημα της Ρυθμικής Γυμναστικής, που τα πρώτα χρόνια ονομαζόταν Μοντέρνα

Γυμναστική. Αναγνωρίστηκε από τη Διεθνή Ομοσπονδία το 1961 και εισήχθη στο Πρόγραμμα των Ολυμπιακών Αγώνων περίπου 3 δεκαετίες πριν και συγκεκριμένα το 1984 το Ατομικό και το 1996 το Ομαδικό.

1.2 Τα χαρακτηριστικά της ρυθμικής γυμναστικής

Οι αθλήτριες αγωνίζονται σε ένα ταπί διαστάσεων 13x 13 μέτρα πάντα με τη συνοδεία μουσικής σε προγράμματα με Σχοινάκι, Στεφάνι, Μπάλα, Κορύνες και Κορδέλα. Η διάρκεια των προγραμμάτων είναι 1:15-1:30 min για το Ατομικό, και 2: 15-2: 30 min για το Ομαδικό. Τα γενικά χαρακτηριστικά των οργάνων είναι τα εξής:

- α) Το σχοινάκι είναι κατασκευασμένο από λινάρι ή άλλη συνθετική ύλη και το μήκος του είναι ανάλογο του ύψους των αθλητριών.
- β) Το στεφάνι είναι από ξύλο ή πλαστικό, η διάμετρός του 80-90 εκατοστά και το βάρος του είναι τουλάχιστον 300 γραμμάρια.
- γ) Οι κορύνες είναι από ξύλο ή πλαστικό, το βάρος κάθε κορύνας είναι τουλάχιστον 150 γραμμ. και το μήκος τους 50-60 εκατοστά. Οι δύο κορύνες θεωρούνται ένα όργανο. Είναι ένα από τα δυσκολότερα όργανα της Ρυθμικής Γυμναστικής.
- δ) Η μπάλα έχει διάμετρο 18-20 εκατοστά ενώ το βάρος της είναι τουλάχιστον 400 γραμμάρια.
- ε) Η κορδέλα αποτελείται από την μπαγκέτα και το ύφασμα. Η μπαγκέτα είναι πλαστική και το μήκος της σατέν κορδέλας είναι 6 μέτρα.

Τα ατομικά αγωνίσματα περιλαμβάνουν τέσσερα από τα πέντε όργανα. Στο ομαδικό αγώνισμα οι ομάδες αγωνίζονται σε δύο προγράμματα, ένα πρόγραμμα που περιλαμβάνει δύο διαφορετικά όργανα κι ένα με ένα όργανο. Κάθε ομάδα αποτελείται από 5 αθλήτριες, οι οποίες συνεργάζονται για να παρουσιάσουν ένα θέαμα υψηλής τεχνικής δυσκολίας και αισθητικής. Τα όργανα καθορίζονται από την Τεχνική Επιτροπή Ρυθμικής Γυμναστικής της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας κάθε δύο χρόνια.

Η βαθμολόγηση της απόδοσης των αθλητριών γίνεται από δύο εφορίες κριτών. Η εφορία της Σύνθεσης βαθμολογεί την τεχνική αξία (τον αριθμό και το επίπεδο των δυσκολιών) και την καλλιτεχνική αξία του προγράμματος (χορογραφία, σωστή επιλογή και πρωτοτυπία των ασκήσεων, εκφραστικότητα, επιλογή της μουσικής, αρμονία της κίνησης και του ρυθμού). Η εφορία της Εκτέλεσης αξιολογεί την ορθή ή όχι εκτέλεση των ασκήσεων. (2)

2. Ενόργανη γυμναστική

2.1 Ενόργανη γυμναστική: ορισμός και ιστορική αναδρομή :

Ο όρος γυμναστική προέρχεται από την ελληνική λέξη "γυμνός", όπως το αρχαιοελληνικό "γυμνάσιο", δηλαδή τον χώρο όπου οι αθλητές ασκούσαν γυμνοί. Από τους κυβιστήρες ή τις κυβιστρίδες της αρχαιότητας (ακροβάτες) μέχρι τους σύγχρονους Ολυμπιακούς Αγώνες, η Γυμναστική καλλιεργήθηκε και αναπτύχθηκε στην Ελλάδα ως ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα. Η σημερινή της μορφή και το περιεχόμενό της οφείλονται κυρίως στη συμβολή του Γερμανού Φρίντριχ Λούντβιχ Γιαν (1778-1852), ο οποίος εφεύρε το μονόζυγο και το δίζυγο. Η Ενόργανη Γυμναστική ανδρών εντάχθηκε στο πρόγραμμα των Ολυμπιακών Αγώνων το 1896 (Αθήνα), όπου οι αθλητές αγωνίστηκαν σε 6 όργανα διαφορετικά των σημερινών: το μονόζυγο, το δίζυγο, τους κρίκους, το άλμα ίππου, τον ίππο με λαβές και την αναρρίχηση επί κάλο (αναρρίχηση σε σχοινί) (3).

Η Διεθνής Ολυμπιακή Επιτροπή κάλεσε τις γυναίκες αθλήτριες να συμμετάσχουν στους Ολυμπιακούς αγώνες για πρώτη φορά το 1928 στο Ελσίνκι, αφού μέχρι τότε δεν επιτρεπόταν η συμμετοχή τους σε αγώνες. Στη συνέχεια, η γυμναστική, και ειδικότερα οι κλάδοι της καλλιτεχνικής γυμναστικής ανδρών και γυναικών, άρχισαν να διαρθρώνονται και έτσι το 1932 πραγματοποιήθηκε η πρώτη συνάντηση της Διεθνούς Τεχνικής Επιτροπής. (4)

2.2 Τα χαρακτηριστικά της ενόργανης γυμναστικής

Τα αγωνίσματα των γυναικών είναι τα εξής :

A) Ο ίππος, ο οποίος τοποθετείται κάθετα στην φορά των αθλητριών και οι αθλήτριες καλούνται να εκτελέσουν άλμα πάνω από αυτόν.

B) Οι ασύμμετροι ζυγοί (δίζυγο) οι οποίοι αποτελούνται από δύο παράλληλες μπάρες, τοποθετημένες σε διαφορετικό ύψος από το έδαφος η κάθε μία (2,4 μέτρα η πρώτη και 1,6 μέτρα η δεύτερη).

Γ) Η δοκός ισορροπίας η οποία έχει μήκος 5 μέτρα απέχει 1,2 μέτρα από το έδαφος, ενώ το πλάτος της είναι μόλις 10 εκατοστά και απαιτεί εξαιρετική ισορροπία. Οι αθλήτριες πρέπει να πραγματοποιήσουν τις ασκήσεις τους μέσα σε 70-90 δευτερόλεπτα, εκμεταλλευόμενες όλο το μήκος της δοκού και

Δ) Οι ασκήσεις εδάφους, κατά τη διάρκεια των οποίων οι αθλήτριες εκτελούν το πρόγραμμά τους με την συνοδεία μουσικής και βαθμολογούνται τόσο για τις γυμναστικές ασκήσεις όσο και για τη χορογραφία τους.

Η βαθμολόγηση των αθλητριών γίνεται από έξι κριτές, ενώ υπάρχουν επιπλέον δύο επικεφαλής και ένας επιστημονικός συνεργάτης. Σε όλα τα αγωνίσματα υπάρχει κριτική επιτροπή που ελέγχει με τη σειρά της τους κριτές. Οι κριτές, μαζί με τον επικεφαλής, βαθμολογούν τους αθλητές σε κάθε αγώνισμα, σύμφωνα με τους κανόνες της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γυμναστικής. Σε όλα τα αγωνίσματα υπάρχει βαθμός αρχικής αξίας, όπου οι κριτές προσθέτουν τους βαθμούς της δυσκολίας των ασκήσεων φτάνοντας έτσι στο άριστα. Η βαθμολογία των αθλητών μειώνεται από λάθη, όπως η έλλειψη ρυθμού, ευλυγισίας, σταθερότητας ή από τεχνικά λάθη που αφορούν τη συγκεκριμένη άσκηση.(4)

3. Ακροβατική γυμναστική

3. 1 Ο ορισμός και τα χαρακτηριστικά της ακροβατικής γυμναστικής.

Η Ακροβατική Γυμναστική είναι ένα από τα παλαιότερα αθλήματα που υπάρχουν καθώς οι ακροβατικές ασκήσεις ήταν γνωστές από την αρχαιότητα όπως μας παρουσιάζουν τα αρχαιολογικά ευρήματα που προέρχονται από τους πολιτισμούς του Μεξικό, της Κρήτης (τα γνωστά ταυροκαθάψια), της Κίνας και της Αιγύπτου. Το γεγονός ότι ακροβατικές ασκήσεις πραγματοποιούνταν εκείνη την εποχή έγινε γνωστό από τα αρχαία λογοτεχνικά έργα, όπως για παράδειγμα την "Ιλιάδα" του Ομήρου. Με την πάροδο των χρόνων, η ταυρομαχία κέρδισε αυξανόμενη δημοτικότητα και έτσι γινόντουσαν τακτικές παρουσιάσεις με ομάδες που αποτελούνταν από χορευτές, ακροβάτες και ζογκλέρ.(5)

Η ακροβατική γυμναστική στη σημερινή της μορφή είναι ένα άθλημα που απαιτεί δύναμη και ευλυγισία με στόχο-μεταξύ άλλων- να προσφέρει θέαμα. Οι γυμναστικές ασκήσεις συνοδεύονται από μουσική και συνδυάζονται αρμονικά με το πρόγραμμα των γυμναστών-αθλητών μέσα στην χορογραφία. Τα είδη της Ακροβατικής Γυμναστικής είναι πέντε . Τα ζευγάρια γυναικών, τα ζευγάρια ανδρών, τα μικτά ζευγάρια, τριάδες γυναικών και τετράδες ανδρών. Ο χρόνος κάθε προγράμματος είναι από 2:20 έως 2:30 λεπτά, κατά την διάρκεια του οποίου εκτελούνται ασκήσεις σε έδαφος διάστασης 12 χ12 μέτρα . Το κάθε πρόγραμμα έχει στοιχεία χορογραφίας , ατομικών ασκήσεων, και ακροβατικών ασκήσεων. Τελειώνοντας, υπάρχουν τριών ειδών προγράμματα στην Ακροβατική Γυμναστική. Το πρώτο πρόγραμμα με ασκήσεις ισορροπίας, το δεύτερο πρόγραμμα με ασκήσεις

τέμπο δηλαδή πετάγματα στον αέρα και το τρίτο πρόγραμμα που είναι μικτό δηλαδή περιέχει ασκήσεις ισορροπίας και τέμπο. Η βαθμολόγηση των αθλητριών γίνεται από 6 κριτές ενώ υπάρχουν και δύο πρόεδροι κριτών. Οι κριτές χωρίζονται σε τρεις κριτές καλλιτεχνίας που ελέγχουν τον συγχρονισμό, τη χάρη των κινήσεων και την εφευρετικότητα του προπονητή στην χορογραφία και τρεις κριτές δυσκολίας που εξετάζουν την δυσκολία των ασκήσεων και τα τεχνικά λάθη. (6)

B. ΤΑ ΕΙΔΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ

Χαρακτηριστικά προπόνησης για την ενόργανη, τη ρυθμική και την ακροβατική γυμναστική και διαφορές μεταξύ τους

Στην ενόργανη γυμναστική καλλιεργούνται όλες οι φυσικές ικανότητες όπως η ταχύτητα, η δύναμη, η ευλυγισία, η μυϊκή συναρμογή, καθώς επίσης η χάρη και η χορευτικότητα. Η προπόνηση των αθλητριών ξεκινάει με την προθέρμανση, η οποία περιλαμβάνει αερόβια άσκηση και ασκήσεις μυϊκής δύναμης και ευλυγισίας. Η δύναμη στην ενόργανη γυμναστική είναι πολύ σημαντική γι' αυτό και οι αθλήτριες αφιερώνουν χρόνο στην αρχή και στο τέλος της προπόνησης για να βελτιώσουν την δύναμη τους. Κατά την διάρκεια της προπόνησης θα αφιερώσουν χρόνο στο κλασικό μπαλέτο γιατί έτσι μπορούν να καλλιεργήσουν την ισορροπία, την χορευτικότητά τους καθώς και την ευλυγισία τους. Το μεγαλύτερο μέρος της προπόνησης οι αθλήτριες το αφιερώνουν στις ασκήσεις που θα εκτελεστούν στα όργανα (δοκός, ασύμμετροι ζυγοί, ίππος και έδαφος) καθώς εκεί θέλει ιδιαίτερη προσοχή η βελτίωση της τεχνικής και σε μικρότερο ποσοστό προπονούνται με αερόβιο χορογραφημένο πρόγραμμα στο αγωνιστικό ταπί.

Η προπόνηση των αθλητριών της ρυθμικής γυμναστικής ξεκινάει με αερόβιο τρέξιμο και διατακτικές ασκήσεις. Έπειτα συνεχίζουν με ελάχιστες ασκήσεις δύναμης, ενώ δίνουν έμφαση κυρίως στις ασκήσεις ευλυγισίας. Καθημερινά κάνουν 1 ώρα μπαλέτο για να βελτιώσουν την στάση του σώματός τους, την ισορροπία, την χάρη, την ευκινησία και την χορευτικότητά τους. Η προπόνηση

συνεχίζει με ασκήσεις με τα όργανά τους για βελτίωση της τεχνικής και ελαχιστοποίηση των πτώσεων, ενώ η προπόνηση συνεχίζει με τις συνεχόμενες επαναλήψεις των ολοκληρωμένων προγραμμάτων με την συνοδεία μουσικής και ασκήσεων με τα όργανα. Στο τέλος κάθε προπόνησης αφιερώνουν χρόνο ώστε να γυμνάσουν κάποιες από τις βασικές μυϊκές ομάδες στα κάτω άκρα, τη ράχη και την κοιλιακή χώρα.

Στην ακροβατική γυμναστική το αγωνιστικό πρόγραμμα με τις ασκήσεις τους συνοδεύεται με μουσική ενώ υπάρχει χορογραφία με ατομικές και ομαδικές ασκήσεις που απαιτεί απόλυτο έλεγχο του σώματος (7) με ασκήσεις τόσο στο έδαφος όσο και στον αέρα. Έτσι η προπόνησή τους έχει στόχο να βελτιώσει την δύναμη-καθώς τα μεγαλύτερα παιδιά έχουν να σηκώσουν και να στηρίξουν τα μικρότερα- την ευλυγισία, και την ισορροπία, σε μικρές επιφάνειες (όπως το πέλμα). Επιπλέον μεγάλη σημασία έχει η εκρηκτική δύναμη και η ταχύτητα και η ικανοποιητική αντίδραση, ώστε να αποφεύγονται οι πτώσεις, καθώς στα ζευγάρια γίνονται πετάγματα και άλματα. Ξεκινώντας την προπόνηση οι αθλήτριες κάνουν αερόβιο τρέξιμο και διατακτικές ασκήσεις. Έπειτα ενδυναμώνουν όλες τις μυϊκές ομάδες του σώματος όπως είναι αυτές των κάτω άκρων, της ράχης, των άνω άκρων, του θώρακα και οι κοιλιακοί.. Στην συνέχεια ακολουθούν οι ασκήσεις ευλυγισίας, ενώ συνεχίζουν με τις ασκήσεις σε ζευγάρια. Η προπόνηση ολοκληρώνεται με τα χορογραφημένα προγράμματά τους στο ταπί με την συνοδεία μουσικής, ατομικών και ομαδικών ασκήσεων. Δίνεται μεγάλη έμφαση στην τεχνική των ασκήσεων και την συνεργασία μεταξύ των ζευγαριών σε κάθε προπόνηση.

Σύμφωνα με τους Tringali et all (34), η επιτυχία στον αθλητισμό εξαρτάται τόσο από γενετικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένου της προπόνησης και της διατροφής. Στα αθλήματα της γυμναστικής η λιπώδης μάζα, η ευκαμψία, ευλυγισία, η εκρηκτική δύναμη, η δύναμη και η αερόβια ικανότητα έχουν καθοριστικό ρόλο για την απόδοση και την εξέλιξη των αθλητών και των αθλητριών (8). Επιπλέον, τα παραπάνω κριτήρια αποτελούν μέθοδο αξιολόγησης για την επιλογή των αθλητριών στα αγωνιστικά τμήματα. Άλλωστε ακόμα και στο ίδιο το άθλημα υπάρχουν διαφορές ανάλογα με τη θέση, το ρόλο, ή την κατηγορία στην οποία ειδικεύεται

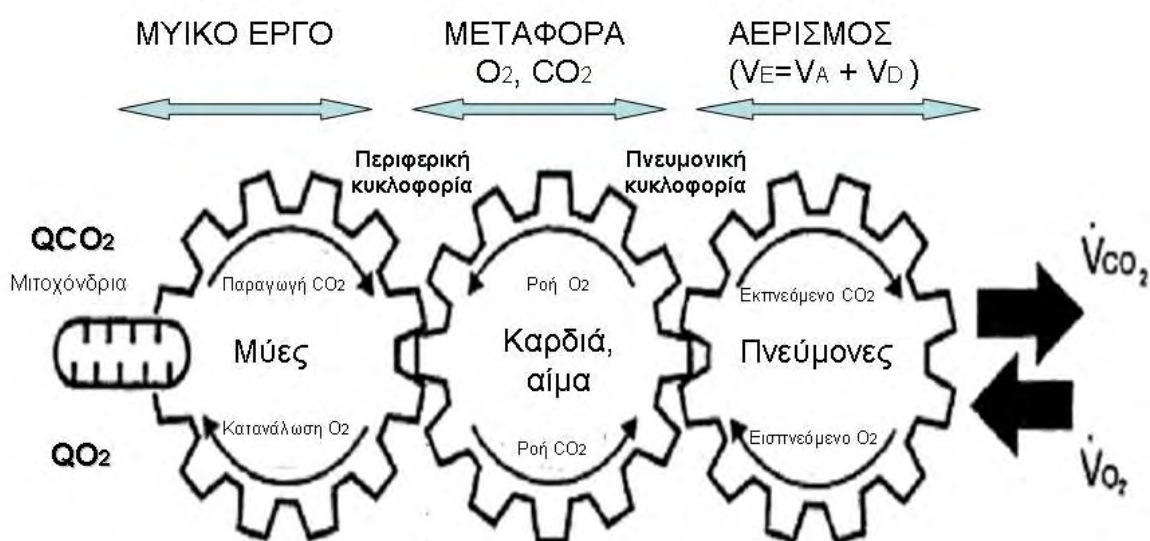
ο αθλητής με αποτέλεσμα σε αυτά τα αθλήματα οι αθλήτριες να έχουν σωματότυπο είτε εκτόμορφο είτε μεσόμορφο (9).

Γ. Η ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ

Με βάση τον Wasserman (23) η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης (cardiopulmonary exercise testing, CPET) δίνει τη δυνατότητα της ταυτόχρονης εκτίμησης της κυτταρικής, καρδιαγγειακής, αναπνευστικής, αιμοποιητικής, νευροψυχολογικής και μυοσκελετικής απάντησης σε καθορισμένο βαθμό άσκησης, δηλαδή σε καθορισμένες συνθήκες μεταβολικού stress. Αυτό είναι απαραίτητο για την εκτίμηση της αερόβιας ικανότητας και της φυσικής κατάστασης γενικότερα του εξεταζόμενου, καθώς η φυσική δραστηριότητα απαιτεί την ομαλή αλληλεπίδραση μεταξύ μυοσκελετικού, καρδιαγγειακού και αναπνευστικού συστήματος, έτσι ώστε να δύναται ο οργανισμός να ανταποκριθεί στις αυξημένες μεταβολικές απαιτήσεις [(αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου και αυξημένη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα)] των ασκούμενων μυών, με αντίστοιχη αύξηση της καρδιακής παροχής και του αναπνεόμενου όγκου αέρα.

Η συνολική αυτή απάντηση στην άσκηση δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί επαρκώς με μεμονωμένες μετρήσεις ή με μετρήσεις ηρεμίας (για παράδειγμα υπερηχογράφημα καρδιάς ή σπυρομέτρηση) για κάθε ένα από τα παραπάνω συστήματα. Η σύζευξη ανάμεσα στην εσωτερική, κυτταρική αναπνοή (δηλαδή την κατανάλωση οξυγόνου και την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα) και στην εξωτερική αναπνοή (δηλαδή την πρόσληψη οξυγόνου και την αποβολή διοξειδίου του άνθρακα), η οποία είναι απαραίτητη για την επιτυχή ολοκλήρωση της άσκησης, γίνεται με πολυάριθμους ενδιάμεσους «τροχούς» (αναπνευστικό σύστημα, πνευμονική κυκλοφορία, καρδιά,

αίμα, περιφερική κυκλοφορία, μύες και κυτταρικό μιτοχόνδριο) και και «απεικονίζεται» κατά την εκτέλεση της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης. Με τον τρόπο αυτό η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία άσκησης δίνει τη δυνατότητα διάκρισης μεταξύ της φυσιολογικής και παθολογικής ανταπόκρισης, διαβάθμισης της πιθανής βλάβης, εντόπισης του πάσχοντος συστήματος και εκτίμησης της ανταπόκρισης στη θεραπεία (23,24). Η χρήση της στην εκτίμηση και διαγνωστική προσέγγιση των ασθενών, υγιών και αθλητών αυξάνεται ολοένα και περισσότερο, κάτω από το πρίσμα ότι οι μετρήσεις ηρεμίας της αναπνευστικής και καρδιακής λειτουργίας δεν μπορούν να προβλέψουν την ικανότητα για άσκηση και ότι συνολικά η φυσική κατάσταση συσχετίζεται πολύ καλύτερα με την ικανότητα για άσκηση, παρά με τις μετρήσεις ηρεμίας.



Εικόνα 1.: Οι μηχανισμοί ανταλλαγής των αερίων (οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα) με τους οποίους γίνεται η σύζευξη μεταξύ «εξωτερικής» και «εσωτερικής» αναπνοής [V_E : κατά λεπτόν αερισμός, V_D : νεκρός χώρος, V_A : κυψελιδικός αερισμός, VO_2 : πρόσλαμβανόμενο οξυγόνο, VCO_2 : αποβαλλόμενο διοξείδιο του άνθρακα, QO_2 : καταναλισκόμενο οξυγόνο, QCO_2 : παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα (23,24).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Σκοπός της μελέτης

Παρά το γεγονός ότι τα χαρακτηριστικά της προπόνησης είναι αρκετά διαφορετικά μεταξύ των τριών αθλημάτων της γυμναστικής, επί του παρόντος δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς η ύπαρξη στατιστικά σημαντικά διαφορών στην αερόβια ικανότητα για άσκηση μεταξύ των αθλητών της ενόργανης, της ρυθμικής και της ακροβατικής γυμναστικής. Η εντόπιση τέτοιων διαφορών θα μπορούσε να βοηθήσει στην τροποποίηση των προγραμμάτων προπόνησης και των μεθόδων αξιολόγησης των αθλητών της γυμναστικής. Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει έναν πρωτεύοντα και πέντε δευτερεύοντες στόχους. Πιο αναλυτικά, πρωτεύον σκοπός του συγκεκριμένου ερευνητικού πρωτοκόλλου είναι να διερευνηθούν οι πιθανές διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις αθλήτριες των τριών διαφορετικών ομάδων της γυμναστικής (ενόργανης (ΕΓ), ρυθμικής (ΡΓ) και ακροβατικής (ΑΓ)) όσον αφορά στην ικανότητα για άσκηση, όπως αυτή καταγράφεται με βάση τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου κατά την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης σε εργομετρικό ποδήλατο.

Δευτερεύοντες σκοποί της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι:

1. Η σύγκριση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητριών των τριών ομάδων (ΕΓ, ΡΓ και ΑΓ)

2. Η σύγκριση των παραμέτρων της ευλυγισίας, της δύναμης, της ταχύτητας, της αλτικότητας και της κινητικότητας μεταξύ των αθλητριών των τριών ομάδων,
3. Η σύγκριση των λοιπών παραμέτρων που καταγράφονται κατά την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης μεταξύ των αθλητριών των τριών ομάδων, και
4. Η σύγκριση των παραμέτρων της αναπνευστικής λειτουργίας μεταξύ των αθλητριών των τριών ομάδων.,

2.2. Πληθυσμός της μελέτης

Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 30 αθλήτριες, χωρισμένες σε τρεις επί μέρους ομάδες [10 αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής (ΡΓ), 10 αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής (ΕΓ) και 10 αθλήτριες ακροβατικής γυμναστικής (ΑΓ)]. Κριτήριο ένταξης στη μελέτη ήταν το υψηλό προπονητικό επίπεδο (επίπεδο εθνικής ομάδας). Κριτήριο αποκλεισμού ήταν ο πρόσφατος τραυματισμός (εντός μηνός) και η πρόσφατη συμμετοχή σε αγώνα υψηλού επιπέδου (εντός της προηγούμενης εβδομάδας). Η στρατολόγηση (recruitment) των αθλητριών έγινε ως εξής: Έπειτα από ενημέρωση και ανοικτή πρόσκληση προς τους αθλητικούς συλλόγους στους οποίους ανήκαν οι αθλήτριες, συμπεριελήφθησαν στο πρωτόκολλο οι πρώτες 10 από κάθε ομάδα που εκδήλωσαν ενδιαφέρον και πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης στη μελέτη. Όλοι οι συμμετέχοντες και οι γονείς-κηδεμόνες τους παρείχαν ενημερωμένη συγκατάθεση για τη συμμετοχή στη μελέτη, ενώ η Επιτροπή Βιοηθικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενέκρινε την πραγματοποίηση του ερευνητικού πρωτοκόλλου.

2.3 Σχεδιασμός-πρωτόκολλο της μελέτης

Πρόκειται για μελέτη χρονικής τομής (cross-sectional study). Στην αρχική (baseline) εκτίμηση γίνονταν καταγραφή των δημογραφικών, σωματομετρικών και μορφολογικών χαρακτηριστικών (10), προσδιορισμός της βιολογικής ηλικίας (11), και εκτίμηση της κινητικότητας των άνω και κάτω άκρων (12), της ευλυγισίας (7), της δύναμης, της ταχύτητας (13) και της αλτικότητας (13). Ο έλεγχος των συγκεκριμένων παραμέτρων έγινε σε αίθουσα με θερμοκρασία $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ και ώρας μεταξύ 16:00-18:00μμ. Όλοι οι συμμετέχοντες που υποβλήθηκαν στη δοκιμασία ήταν σε ηρεμία τουλάχιστον 10 min, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν την προπόνησή τους ενώ η αξιολόγηση των μετρήσεων έγινε από τον ίδιο εξεταστή. Επίσης στον ίδιο χρόνο συλλέχθηκαν πληροφορίες σχετικά με το προπονητικό πρόγραμμα. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης εκτίμησης που ελάμβανε χώρα εντός 15 ημερών από την πρώτη, οι αθλήτριες υποβάλλονταν σε σπιρομέτρηση και σε μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης σε εργομετρικό ποδήλατο. Ο λειτουργικός έλεγχος της αναπνοής και η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κοπώσεως πραγματοποιήθηκαν στην Κλινική Αναπνευστική Ανεπάρκειας, στο Γενικό Νοσοκομείο Παπανικολάου πρωινές ώρες 10.00 με 12.30 π.μ. από την ίδια πνευμονολόγο - εργοφυσιολόγο.

2.4 Μετρούμενες μεταβλητές και μέθοδος μετρήσεων

2.4.1 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Σωματική μάζα: Για την μέτρηση της σωματικής μάζας χρησιμοποιήθηκε ζυγός ακριβείας τύπου izzy και η μέτρηση έγινε με ακρίβεια 0,5 kg. Η μέτρηση έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες των Pyne, Goldsmith, και Maw (2000) (14)

Ανάστημα: Το ανάστημα μετρήθηκε σε αναστημόμετρο τύπου assist 3,6m και η μέτρηση έγινε με ακρίβεια 1 cm. Η μέτρηση έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες των Pyne και των συνεργατών του (2000),(14).

Επιφάνεια σώματος (Body Surface Area, BSA): Για τον υπολογισμό της BSA χρησιμοποιήθηκε ο τύπος του Mosteller (1987) (15)

$$BSA = [(Υψος (cm) \times Βάρος (kg))/3600]^{1/2}$$

Δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI): Για τον υπολογισμό του BMI χρησιμοποιήθηκε ο τύπος :

$$BMI = [Βάρος (kg) / ύψος^2 (m)]$$

Σύμφωνα με τον World Health Organization (16), $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ χαρακτηρίζει τον υπέρβαρο ενήλικα, $BMI > 30 \text{ kg/m}^2$ αντιστοιχεί στον παχύσαρκο ενήλικα.

Βιολογική ωρίμανση: Η βιολογική ηλικία υπολογίστηκε με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ωρίμανσης των 5 σταδίων ανάπτυξης των γεννητικών οργάνων και της τριχοφυΐας του εφηβαίου σύμφωνα με τον πίνακα Tanner test (11). Η εξακρίβωση του κάθε σταδίου ανάπτυξης του κάθε μετέχοντα, γινόταν χωριστά αντιπαραθέτοντας τα χαρακτηριστικά των γεννητικών οργάνων του με πρότυπες φωτογραφίες των 5 σταδίων από τον πίνακα Tanner (11). Η συλλογή των δεδομένων από τους μετέχοντες, έγινε από εξεταστές του αντίστοιχου φύλου.

2.4.2 Χαρακτηριστικά προπόνησης

Προπονητική ηλικία : Ως προπονητική ηλικία ορίζεται η συστηματική ενασχόληση με το άθλημα. Στους μετέχοντες αυτής της μελέτης ως προπονητική ηλικία ορίσαμε την συστηματική ενασχόληση των αθλητριών με την ρυθμική γυμναστική, την ενόργανη γυμναστική και την ακροβατική γυμναστική. Σε πολλές περιπτώσεις οι αθλήτριες που ασχολούνται με τα τρία αθλήματα της γυμναστικής, ασχολήθηκαν πρωτίτερα με το μπαλέτο ή άλλα αθλήματα. Στην περίπτωση αυτή

καταγράφηκε η αρχική ηλικία συστηματικής ενασχόλησης με οποιοδήποτε από τα τρία υπό εξέταση αθλήματα.(17)

Διάρκεια προπόνησης την ημέρα και αριθμός ημερών προπόνησης την εβδομάδα: Διάρκεια προπόνησης ορίζεται η ώρα που θα ξεκινήσουν οι αθλήτριες την προπόνηση τους έως την ώρα που θα την ολοκληρώσουν.

2.4.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Περίμετρος θώρακα: Η μέτρησης της περιφέρειας θώρακος έγινε από όρθια θέση με τα χέρια του δοκιμαζόμενου σε απαγωγή. Η μέτρηση έγινε 5 cm κάτω από το ύψος της θηλής και ανάμεσα από την 6^η και 7^η πλευρά. Καταγράφηκαν σε κάθε εξεταζόμενο τρεις μεταβλητές, η τιμή της περιμέτρου του θώρακα σε ηρεμία, η τιμή σε μέγιστη εισπνοή και η τιμή σε μέγιστη εκπνοή αντίστοιχα (TC resting, TCI, TCE)(10). Για την κάθε δοκιμασία οι μετέχοντες εκτελούσαν τρεις προσπάθειες και καταγράφονταν η καλύτερη. Η περίμετρος θώρακος κατά την ηρεμία, την εισπνοή και την εκπνοή μετρήθηκε με πλαστική μετροταινία 1 m και με ακρίβεια εκατοστού (cm).

Περίμετρος μέσης (abd circ): Η περίμετρος της μέσης έγινε από όρθια θέση με τα χέρια του εξεταζόμενου σε απαγωγή. Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας την μεζούρα στο πιο στενό σημείο του σώματος, το οποίο είναι ανάμεσα στα οστά των πλευρών και τον ομφαλό. Οι εξεταζόμενοι μετρήθηκαν τρεις φορές και καταγραφόταν η τιμή που βρέθηκε ίδια τουλάχιστον δύο φορές. Η μέτρηση έγινε με πλαστική μικροταινία 1 m και με ακρίβεια εκατοστού (cm).

Περίμετρος γοφών (hip circ): Η περίμετρος των γοφών μετρήθηκε από όρθια θέση και τα χέρια του εξεταζόμενου σε απαγωγή. Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας την μεζούρα 7 cm κάτω από τον ομφαλό. Οι εξεταζόμενοι μετρήθηκαν τρεις φορές και καταγράφονταν η τιμή που βρέθηκε ίδια τουλάχιστον δύο φορές. Η μέτρηση έγινε με πλαστική μικροταινία 1 m και με ακρίβεια εκατοστού (cm). (18).

Περίμετρος βραχίονα: Η περίμετρος του βραχίονα έγινε από όρθια θέση και τα χέρια του δοκιμαζόμενου σε απαγωγή. Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας την μεζούρα γύρω από το πλατύτερο τμήμα του χεριού που βρίσκεται πάνω από τον αγκώνα. Η μέτρηση έγινε με πλαστική μικροταινία 1 m και με ακρίβεια εκατοστού (cm) (18).

Περίμετρος μηρού: Η περίμετρος των μηρών έγινε από όρθια θέση . Η μέτρηση έγινε τοποθετώντας την μεζούρα στο ευρύτερο σημείο του μηρού και καταγράφηκε η τιμή που βρέθηκε ίδια τουλάχιστον δύο φορές από τις τρεις μετρήσεις που έγιναν. Η μέτρηση έγινε με την χρήση πλαστικής μικροταινίας 1 m και με ακρίβεια εκατοστού (cm) (18).

Μήκος κάτω άκρου: Η μέτρηση του κάτω άκρου έγινε από δύο θέσεις. Πρώτα μετρήθηκε από ύπτια κατάκλιση ο δοκιμαζόμενος και έπειτα από κάθισμα σε καρέκλα και υπολογίστηκε από το μείζων τροχαντήρα έως τον έξω σφυρό (10). Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε πλαστική μικροταινία 1 m με ακρίβεια εκατοστού (cm).

2.4.4 Χαρακτηριστικά φυσικής κατάστασης

Κινητικότητα άνω άκρων (Ευκαμνία-Ευκινησία-Ευλυγισία): Για την αξιολόγηση της κινητικότητας των άνω άκρων χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία της ταυτόχρονης περιφοράς των χεριών κρατώντας μια ξύλινη λεπτή ράβδο. Η ράβδος ήταν αριθμημένη από το 1 cm έως το 100 cm και καταγράφηκε η τιμή της μικρότερης απόστασης των χεριών μεταξύ τους σε εκατοστά (cm) κατά την κίνηση (19). Ο αριθμός των προσπαθειών δεν ήταν περιορισμένος και εκτελούσαν μέχρι να σημειώσουν την μικρότερη τιμή.

Κινητικότητα κάτω άκρων: Για την αξιολόγηση της κινητικότητας των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία δίπλωσης του κορμού (sit and reach test). Ο εξεταζόμενος έπρεπε να κάθεται σε εδραία

θέση με τα πέλματα του να εφάπτονται στην κατακόρυφη επιφάνεια του κουτιού αξιολόγησης. Τα πόδια έπρεπε να είναι παράλληλα το ένα με το άλλο και τεντωμένα σε όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Ο εξεταζόμενος εκτελούσε δίπλωση χωρίς ταλαντεύσεις σπρώχνοντας με σταθερό ρυθμό και όσο το δυνατόν μπορούσε πιο πολύ ένα χάρακα που βρισκόταν στο βαθμονομημένο πάνω μέρος του κουτιού. Η βαθμολογία δόθηκε από το καλύτερο αποτέλεσμα σε εκατοστά (cm) ,όταν οι άκρες των δαχτύλων έφταναν στην κλίμακα που υπάρχει πάνω στην επιφάνεια του κιβωτίου (κουτί ευλυγισίας). Ο εξεταζόμενος κρατούσε αυτή την θέση για 2 δευτερόλεπτα ώστε η επίδοσή του να μπορεί να διαβαστεί σωστά. Η δοκιμασία έγινε δύο φορές με διάλειμμα 10 δευτερολέπτων και σαν βαθμολογία καταγράφηκε το καλύτερο αποτέλεσμα. (9)

Κινητικότητα κορμού: Για την κινητικότητα του κορμού οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 3 διαφορετικές θέσεις. Η πρώτη ήταν τοποθετώντας το σώμα τους σε πρηνή θέση με τα χέρια τους ακριβώς κάτω από του ώμους και τεντωμένα ρίχνοντας το βάρος στις παλάμες και όχι στον καρπό. Τα πόδια ανοιχτά στο άνοιγμα των ώμων και ακριβώς κάτω από τα ισχία της λεκάνης. Για την μέτρηση χρησιμοποιήθηκε μια λεπτή ξύλινη ράβδος. Η ράβδος ήταν αριθμημένη από το 1 cm έως το 100 cm. Η ράβδος τοποθετήθηκε στο έδαφος και μετρήθηκε η απόσταση που είχε ο δοκιμαζόμενος από το έδαφος έως το κεντρικό σημείο της μέσης του. Έπειτα ζητήθηκε από τον δοκιμαζόμενο από την ίδια θέση να εκπνεύσει και ρουφώντας την κοιλιά του να κυρτώσει την σπονδυλική του στήλη όσο πιο πολύ μπορεί με το κεφάλι να είναι χαλαρό. Η μέτρηση έγινε με την ξύλινο ράβδο μετρώντας την απόσταση (cm) που είχε από το έδαφος έως το πιο ψηλό σημείο της σπονδυλικής στήλης. Η τρίτη θέση στην οποία εξετάστηκε ο δοκιμαζόμενος ήταν η πρηνή κατάκλιση στην οποία ζητήθηκε εκπνέοντας να χαμηλώσει την σπονδυλική του στήλη όσο πιο πολύ μπορεί. Μετρήθηκε με την ξύλινο ράβδο η απόσταση που είχε ο δοκιμαζόμενος από το έδαφος ως το χαμηλότερο σημείο της σπονδυλικής στήλης.

Ευλυγισία κορμού: Ευλυγισία στην διεθνή βιβλιογραφία ορίζεται η ικανότητα μιας μεμονωμένης άρθρωσης ή μιας σειράς αρθρώσεων να εκδηλώνουν το φυσιολογικό τους κινητικό εύρος, που

καθορίζεται από την αρχιτεκτονική της άρθρωσης να κινείται στο μέγιστο δυνατό εύρος (20). Για την ευλυγισία του κορμού οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν την θέση της γέφυρας. Έπρεπε να ξαπλώσουν ανάσκελα με τα γόνατα λυγισμένα και τα πόδια να ακουμπούν το έδαφος. Οι παλάμες στο πάτωμα δίπλα από το ύψος των αφτιών. Έπειτα σήκωναν τους γοφούς από το πάτωμα δίνοντας ώθηση στις φτέρνες προς τα μέσα. Το σώμα συνέχιζε να σηκώνεται μέχρι το κάτω μέρος και το μεσαίο μέρος της πλάτης να σηκωθούν από το έδαφος. Η γέφυρα έπρεπε να γίνει όσο πιο κλειστή και ψηλή μπορούσε ο εξεταζόμενος. Δηλαδή έπρεπε να μεταφέρει τα πόδια στα χέρια όσο πιο κοντά μπορούσε. Η εκτέλεση αυτή της άσκησης έγινε δύο φορές με 10 δευτερόλεπτα διάλειμμα κάθε φορά. Η μέτρηση έγινε με την ξύλινη ράβδο μετρώντας την απόσταση που είχε ο εξεταζόμενος από το έδαφος έως το πιο ψηλό σημείο της γέφυρας.

Ευλυγισία ποδιών: Για την μέτρηση της ευλυγισίας των ποδιών, οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν 5 ασκήσεις. Η πρώτη άσκηση ήταν σπαγγάτο με το πόδι που είναι πιο ευλύγιστο. Οι αθλητές της γυμναστικής επειδή είναι πολύ ευλύγιστοι και το σπαγγάτο τους είναι 180° εκτελώντας το στο έδαφος, επιλέξαμε η εξέταση να γίνει βάζοντας κάποιο βαθμό δυσκολίας. Έτσι οι αθλήτριες εκτέλεσαν την πρώτη άσκηση τοποθετώντας και τα δύο πόδια σε δύο καρέκλες ύψους 35 cm η καθεμία. Η μέτρηση έγινε με γωνιόμετρο τύπου MSD, που επιτρέπει την παρατήρηση του άξονα κίνησης των αρθρώσεων και της εμβέλειας της κίνησης τους. Φέρει δυνατότητα περιστροφής 360ο και τρεις (3) σκάλες μέτρησης και είναι βαθμονομημένο σύμφωνα με το σύστημα ISOM (International Standard Of Measurements, STFR). Στην άσκηση αυτή μετρήθηκε η κλίση που έκαναν τα πόδια προς το έδαφος.

Έπειτα οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν άσκηση για να ελεγχθεί η απαγωγή του ισχίου. Θέση για την μέτρηση της απαγωγής προτείνεται η ύπτια κατάκλιση με το κάτω άκρο σε ουδέτερη θέση (θέση μηδέν). Η λεκάνη διατηρείται σταθερή κατά τη διάρκεια της εξέτασης, ώστε να αποφευχθούν η στροφή και η πρόσθια κλίση της που επηρεάζουν την τελική κίνηση. Για τη μέτρηση του εύρους της απαγωγής τοποθετείται το κέντρο του γωνιόμετρου στο ύψος της πρόσθιας άνω λαγόνιας άκανθας ή του κέντρου της μηριαίας κεφαλής. Ο σταθερός βραχίονας είναι παράλληλος στη νοητή γραμμή που συνδέει τις δύο πρόσθιες άνω λαγόνιες άκανθες ή στον επιμήκη άξονα του κορμού, ενώ ο κινητός

βραχίονας ευθυγραμμίζεται στην πρόσθια μέση γραμμή του μηριαίου (ως πλάγια μέση γραμμή ορίζεται η νοητή γραμμή που συνδέει τον μείζονα τροχαντήρα με το κέντρο του έξω μηριαίου κονδύλου. Το φυσιολογικό εύρος της απαγωγής είναι 45 μοίρες (21) αλλά οι συγκεκριμένοι εξεταζόμενοι των αθλημάτων της γυμναστικής διαφέρουν από το φυσιολογικό εύρος. Επιπλέον, για την απαγωγή του ισχίου οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν την προσπάθεια και με τα δύο πόδια εναλλάξ για να εξετάσουμε αν υπάρχει διαφορά στην κινητικότητα – ευλυγισία των δύο κάτω άκρων. Οι εξεταζόμενοι στην κάθε τους προσπάθεια διατήρησαν τη στάση τους για 10 δευτερόλεπτα.

Αλτικότητα: Αλτικότητα είναι η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να απογειώνει το σώμα σε κατακόρυφη και οριζόντια κατεύθυνση. Είναι μία σύνθετη πολυαρθρική κίνηση στην οποία κυρίως συμμετέχουν οι μυς των παρακάτω αρθρώσεων: α) •Ισχίου, β) •Κατά γόνυ και 3) •Ποδοκνημικής. Υπάρχουν τρεις βασικοί αλμάτων: α) Στατικό άλμα με κατακόρυφη απογείωση (ΣΑΚΑ), β) Άλμα με Ταλάντευση και Απογείωση (ΑΤΑ) και γ) Άλμα με πτώση και Απογείωση (ΑΠΑ). Και οι τρεις τύποι περιλαμβάνουν τον κύκλο διάτασης βράχυνσης δηλαδή συσώρευσης και απόδοσης ελαστικής ενέργειας. (20).

Για την αξιολόγηση της εκρηκτικής μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα, μετρήθηκε δηλαδή η οριζόντια αλτικότητα. Οι αθλητές έκαναν τρεις προσπάθειες και αξιολογήθηκε η καλύτερη. Το αποτέλεσμα δόθηκε σε εκατοστά (cm). Κατά την εκτέλεση αυτής της δοκιμασίας ο εξεταζόμενος εκτελούσε το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα, από σταθερή θέση με την ώθηση και των δύο ποδιών και την ελεύθερη αιώρηση των χεριών. Στην προσπάθεια ο αθλητής έπρεπε να πηδήξει όσο πιο μακριά μπορούσε, να προσγειωθεί με τα δύο πόδια και να σταθεί όρθιος. Η μέτρηση γινόταν από το σταθερό σημείο έως το σημείο που κατέληγε η φτέρνα των δοκιμαζόμενων.

Δύναμη άνω άκρων: Στην άθληση δύναμη είναι η βασική ιδιότητα του αθλούμενου με την οποία μπορεί να κινήσει μια μάζα (το δικό του σώμα ή ένα αθλητικό όργανο), δηλαδή είναι η ικανότητα του μυός ή των μυών να υπερνικούν, να συγκρατούν ή να αντιστέκονται σε εξωτερικές αντιστάσεις. Ως

εξωτερική αντίσταση θεωρείται οποιοδήποτε αντικείμενο έχει βάρος που για να μετακινηθεί ή να σταθεροποιηθεί απαιτείται ενέργεια (22).

Για να εξετάσουμε την δύναμη οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να εκτελέσουν όσες πιο πολλές κάμψεις μπορούσαν μέσα σε 1 λεπτό. Η άσκηση πραγματοποιείται ως εξής: Η λεκάνη διατηρείται σε μια ευθεία χωρίς να δημιουργείται ανήδα στην περιοχή της πλάτης ή ανασήκωμα της μέσης και των γοφών, τα χέρια είναι ακριβώς κάτω από τους ώμους και να λυγίζουν προς το έδαφος με τους αγκώνες να σχηματίζουν 90° ακριβώς δίπλα από τις πλευρές και αφού τεντώσουν να είναι εντελώς κάθετα με το έδαφος με στόχο να μεταφέρουν απλώς το άνω μέρος του σώματος όσο πιο κοντά στο έδαφος γίνεται. Επιπλέον, τα κάτω άκρα σε όλη την διάρκεια παραμένουν ενεργοποιημένα από τα δάχτυλα έως τους μηρούς. Αν η άσκηση δεν εκτελούνταν σωστά ο εξεταζόμενος σταματούσε, το χρονόμετρο μηδενιζόταν και μετά από διάλειμμα 3 λεπτών η δοκιμασία άρχιζε από την αρχή.

Δύναμη κάτω άκρων: Για να εξετάσουμε την δύναμη των κάτω άκρων οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να εκτελέσουν δύο δοκιμασίες. Η πρώτη ήταν να κάνουν όσα περισσότερα καθίσματα (squat) μπορούσαν μέσα σε 1 λεπτό. έως εξής : Τα πέλματα είναι τοποθετημένα στο άνοιγμα των ώμων και ο κορμός είναι ευθυγραμμισμένος με τους ώμους χαλαρούς χωρίς να κυρτώνουν εμπρός. Επιπλέον τα γόνατα δεν ξεπερνούν το ύψος των δακτύλων των ποδιών καθώς λυγίζουν κατά την εκτέλεση της άσκησης.

Η δεύτερη δοκιμασία για τον έλεγχο της δύναμης των κάτω άκρων ήταν οι προβολές των ποδιών εναλλάξ, και αξιολογούνταν με τον ίδιο τρόπο όπως πριν, δηλαδή πόσες επαναλήψεις μπορούσε να κάνει ο δοκιμαζόμενος μέσα σε 1 λεπτό. Η άσκηση εκτελείται ως εξής: Οι δοκιμαζόμενοι να έχουν την πλάτη τους κάθετη, χαλαρούς ώμους χωρίς να κυρτώνουν εμπρός και κορμό ευθυγραμμισμένο. Ακόμα το γόνατο που έχει το προβάδισμα δεν ξεπερνάει τα δάχτυλα των ποδιών τους, ενώ το κεφάλι κοιτάει μπροστά και είναι ενεργοποιημένοι όλοι οι μύες του σώματος. Σε περίπτωση λάθους στάσης σε κάποια επανάληψη η συγκεκριμένη δεν καταμετρήθηκε κριτήριο που ίσχυσε και στις δύο δοκιμασίες.

Ταχύτητα: Ταχύτητα είναι η ιδιότητα της φυσικής κατάστασης που κάνει τον αθλητή ικανό να εκτελεί κυκλικές και άκυκλες κινήσεις με διαφορετικές αντιστάσεις με μεγάλη κινητική ταχύτητα. (13), ενώ ταχυδύναμη είναι η ικανότητα του ατόμου να αναπτύσσει πολύ γρήγορα μια όσο το δυνατόν υψηλή τιμή δύναμης στην μονάδα του χρόνου (22). Για να εξετάσουμε την ταχύτητα και την ταχυδύναμη οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 30 m τρέξιμο, με στόχο να τρέξουν όσο πιο γρήγορα μπορούσαν.

2.4.5 Λειτουργικός έλεγχος της αναπνοής

Όλες οι αθλήτριες πραγματοποίησαν σπιρομέτρηση πριν από την εκτέλεση της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης.. Κάθε αθλήτρια πραγματοποίησε 3-8 μανούβρες (maneuvers) Forced Vital Capacity (FVC) από τις οποίες καταγράφηκε η καλύτερη. Η εκτέλεση σπιρομέτρησης, και η εκτίμηση της εγκυρότητας κάθε μανούβρας έγινε με βάση τις οδηγίες ERS/ATS. Οι παράμετροι οι οποίοι καταγράφηκαν ήταν: α) FEV1 (Forced expired volume in 1 second): Είναι η μέγιστη εκπνευστική ροή (lit/min) μέσα σε ένα 1 δευτερόλεπτο, β) FVC (Forced vital capacity): Είναι ο μέγιστος όγκος αέρα που μπορεί να εκπνεύσει ο εξεταζόμενος (lit), γ) FEF25% (Forced expiratory flow 25%): Είναι η δυναμική εκπνευστική ροή στο 25% της FVC, δ) FEF75% (Forced expiratory flow 75%): Είναι η δυναμική εκπνευστική ροή στο 75% της FVC, ε) FEF 25-75% (Forced expiratory flow 25-75%): Είναι η δυναμική εκπνευστική ροή μεταξύ 25-75 % της FVC, στ) FEV1/FVC%: Είναι η μέγιστη εκπνευστική ροή μέσα σε ένα δευτερόλεπτο προς τον μέγιστο όγκο αέρα που μπορεί να εκπνευστεί. (δείκτης Tiffenau), και ζ) FEF max (Maximum Forced Expiratory Flow): Είναι η μέγιστη δυναμική εκπνευστική ροή (23). Όλες οι σπιρομετρικές παράμετροι περιγράφονται ως απόλυτες τιμές και ως %προβλεπόμενες, με βάση την ηλικία, το φύλο και το ύψος από την εξίσωση της European Coal and Steel Community Study (50).

2.4.6 Η καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης (CPET)

Βαθμονόμηση του συστήματος

Για την εκτέλεση της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης χρησιμοποιήθηκε το κυκλικό εργόμετρο Cardiopulmonary Metabolic Cart, Medical Graphics, MN, USA στην Κλινική Αναπνευστικής Ανεπάρκειας (Γ.Ν. Θ. «Γ. Παπανικολάου»). Πριν από την εκτέλεση κάθε δοκιμασίας κόπωσης προηγήθηκε βαθμονόμηση: α) ογκομετρική και β) της συγκέντρωσης των αερίων του κυκλώματος, με βάση την καθημερινή μέτρηση των τιμών της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υγρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Για την ογκομετρική βαθμονόμηση χρησιμοποιήθηκε σύριγγα 3 L. Για τη βαθμονόμηση της συγκέντρωσης των αερίων χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά μείγματα: το μείγμα των αερίων αναφοράς (reference gas; 0% CO₂, 21% O₂, 79% N₂) και το μείγμα των αερίων βαθμονόμησης (calibration gas; 5% CO₂, 12% O₂, 83% N₂).

Εκτέλεση CPET-μετρούμενες μεταβλητές

Η μέγιστη καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης πραγματοποιήθηκε σε κυκλικό εργόμετρο, με συνεχή καταγραφή κορεσμού αρτηριακού αίματος (SPO₂) καρδιακού ρυθμού (HR), αρτηριακής πίεσης (BP) και ηλεκτροκαρδιογραφήματος 12 απαγωγών. Ενώ οι αθλήτριες ασθενείς ανέπνεαν με ειδικό επιστόμιο, πραγματοποίησαν ένα πρωτόκολλο σταθερά αυξανόμενου έργου, το οποίο περιλάμβανε 3 λεπτά ήρεμης αναπνοής, 3 λεπτά πηδαλίου χωρίς αντίσταση και στη συνέχεια σταδιακή αύξηση του έργου κατά 25 Watt/min (23). Η δοκιμασία κόπωσης συνεχίστηκε μέχρι εξάντλησης, ενώ ακολούθησε παρακολούθηση των αθλητριών επί 3 λεπτά κατά το recovery. Οι τιμές των παραμέτρων της άσκησης και της ανταλλαγής των αερίων συλλέχθηκαν ανά αναπνοή (breath-by-breath) και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους ανά 10 δευτερόλεπτα, με την χρήση του Cardiopulmonary Metabolic Cart, Medical Graphics software. Ο κατά λεπτόν αερισμός (V_E), ο αναπνεόμενος όγκος (V_t), η αναπνευστική συχνότητα (RR), η πρόσληψη του οξυγόνου (VO₂), το

συνολικό έργο (WR), η μερική πίεση του τελοεκπνευστικού οξυγόνου (PETO₂) και η μερική πίεση του τελοεκπνευστικού διοξειδίου του άνθρακα (PETCO₂) μετρήθηκαν απ' ευθείας, ενώ το αναερόβιο κατώφλι (AT), το αναπνευστικό ισοδύναμο για το διοξείδιο του άνθρακα (VE/VCO₂), το αναπνευστικό ισοδύναμο για το οξυγόνο (VE/VO₂) και ο παλμός οξυγόνου (VO₂/HR) υπολογίστηκαν με τη χρήση μεθόδων που έχουν περιγραφεί παλαιότερα. Το AT εκφράστηκε είτε ως απόλυτη τιμή (ml*kg⁻¹*min⁻¹) είτε ως εκατοστιαία αναλογία της φυσιολογικά προβλεπόμενης μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Οι παράμετροι VO₂, WR, και VO₂/HR εκφράστηκαν τόσο ως απόλυτες τιμές όσο και ως % προβλεπόμενες των φυσιολογικά αναμενόμενων με βάση την ηλικία το φύλο και τη σωματομετρία των αθλητριών (23). Ο μέγιστος βουλητικός αερισμός (MVV) υπολογίστηκε σε λίτρα από την εξίσωση: (FEV₁ × 40). Η αναπνευστική εφεδρεία στο τέλος της άσκησης (Breathing Reserve, BR) υπολογίστηκε σε λίτρα από την εξίσωση: [(FEV₁ × 40) - V_{Emax}], όπου V_{Emax} είναι ο μέγιστος κατά λεπτών αερισμός. Όλες οι μετρούμενες μεταβλητές, οι οποίες περιγράφονται στις ενότητες 2.4.1 έως 2.4.5 είναι ποσοτικές (quantitative variables) περιγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Εξαρτημένες μεταβλητές της έρευνας

| Κατηγορία | Μεταβλητή |
|------------------------------|---------------------|
| Σωματομετρικά χαρακτηριστικά | Tanner scale |
| | BSA |
| | BMI |
| | Βάρος |
| | Ύψος |
| | Περίμετρος βραχίονα |

| | |
|--------------------|---|
| Κατηγορία | Μεταβλητή |
| | Περίμετρος μέσης |
| | Περίμετρος γλουτών |
| | Περίμετρος τετρακέφαλων |
| Κινητικότητα | Κινητικότητα άνω άκρων |
| | Κινητικότητα κάτω άκρων |
| | Κινητικότητα βάση έως μέση |
| | Κινητικότητα βάση έως πλήρη έκταση |
| | Κινητικότητα βάση έως πλήρη κάμψη |
| | |
| Ευλυγισία | Ευλυγισία σπονδυλικής στήλης |
| | Σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα |
| | Έξω στροφή |
| | Απαγωγή σε λυγισμένο πόδι |
| | Απαγωγή με τεντωμένο πόδι όχι το ευλύγιστο |
| | Απαγωγή με τεντωμένο πόδι το ευλύγιστο |
| Αλτικότητα/ Δύναμη | Αλτικότητα |
| | Κάμψεις σε 1 λεπτό (δύναμη άνω άκρων) |
| | Sit and Up σε 1 λεπτό (δύναμη κάτω άκρων) |
| | Προβολές απο στάση σε 1 λεπτό (δύναμη κάτω άκρων) |

| | |
|------------------|--|
| Κατηγορία | Μεταβλητή |
| Ταχύτητα | 30 μέτρα σπρίντ |
| Εργοσπιρομέτρηση | <p>Χρόνος@AT, VO2@AT, VCO2@AT, RER@AT, HB@AT, VO2/HR@AT, VE/VCO2@AT, VE/VO2@AT, PETCO2@AT, ΧρόνοςPEAK, VO2PEAK, VCO2PEAK, RERPEAK, HBPEAK, VO2/HRPEAK, VE/VCO2PEAK, VE/VO2PEAK, PETCO2PEAK, PeakVT, VO2PEAK% Predicted, HRPEAK% Predicted, VCO2PEAK% Predicted VO2/HRPEAK% Predicted, VE/VCO2PEAK% Predicted, VE/VO2PEAK% Predicted, WRPeak% predicted,</p> |
| Σπιρομέτρηση | <p>FVC(L), FEV1(L), FEV1/FVC(%), FEF 25% (L/sec), FEF75% (L/sec), FEF 25-75% (L/sec), FVC (%Predicted), FEV1 % Predicted, FEV1/FVC(%) % Predicted, FEF 25% % Predicted, FEF 75% (% Predicted), FEF 25-75% (% Predicted),</p> |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Statistical Package for Social Science version 23. Για τον σκοπό της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τόσο δείκτες περιγραφικής στατιστικής όσο

και έλεγχοι επαγωγικής στατιστικής. Χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής κάθε μεταβλητής με το κριτήριο Shapiro-Wilk. Για την παρουσίαση των δεδομένων που αφορούσαν τα δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκαν η διάμεση τιμή και το εύρος (range), καθώς η κατανομή των μεταβλητών αυτών δεν ήταν κανονική, ενώ για την παρουσίαση των δεδομένων που αφορούσαν την κινητικότητα, την ευλυγισία, την αλτικότητα, την δύναμη, την ταχύτητα, την εργοσπιρομέτρηση και την σπιρομέτρηση χρησιμοποιήθηκαν η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση, καθώς η κατανομή των μεταβλητών αυτών ήταν κανονική. Οι σύγκρισεις των επι μέρους μεταβλητών μεταξύ των τριών ομάδων (ενόργανης, ρυθμικής και ακροβατικής) έγινε με την χρήση είτε του Kruskal-Wallis H test, για τις μεταβλητές με μη κανονική κατανομή, είτε του one-way ANOVA test, για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή, με post-hoc ανάλυση μεταξύ των ομάδων. Για όλες τις συγκρίσεις επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p=0.005$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων ως προς τα τρία αθλήματα της γυμναστικής (ενόργανη, ρυθμική, ακροβατική). Στην 1η ενότητα του κεφαλαίου δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με τα δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά, στη 2η ενότητα του κεφαλαίου δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την ευλυγισία, την δύναμη, την ταχύτητα, την αλτικότητα και την κινητικότητα των αθλητριών, στην 3η ενότητα δίνονται τα αποτελέσματα της καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης, στην 4η ενότητα τα αποτελέσματα της σπυρομέτρησης και στην 5^η ενότητα τα δεδομένα σχετικά με την προπονητική κατάσταση.

4.1. Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 2 δίνονται τα στοιχεία σχετικά με τα δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά των 30 αθλητριών συνολικά αλλά και ως προς το άθλημα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα δίνονται με την μορφή διαμέσου τιμής και αντίστοιχου εύρους (range). Από την ανάλυση προέκυψε ότι η διάμεση ηλικία των 30 αθλητριών ήταν τα 14 έτη ενώ η διάμεση ηλικία των αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής ήταν τα 14 έτη, η διάμεση ηλικία των αθλητριών ενόργανης γυμναστικής ήταν τα 14 έτη και η διάμεση ηλικία των αθλητριών ακροβατικής γυμναστικής ήταν τα 13 έτη. Από τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε ότι η ηλικία δεν διαφοροποιείται σημαντικά ως προς το είδος του αθλήματος.

Αναφορικά με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των 30 αθλητριών προέκυψε ότι αυτές είχαν διάμεση τιμή στην κλίμακα Tanner 3, διάμεση τιμή ύψους 1.54 μέτρα, διάμεση τιμή βάρους 44.5 κιλά, διάμεση τιμή BIM 18.8 και διάμεση τιμή BSA 1.11. Επιπλέον, από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε ότι οι 30 αθλήτριες είχαν διάμεσο ύψος από καθιστή θέση 72 εκατοστά, διάμεση περίμετρο κοιλίας 63.5 εκατοστά, διάμεση περίμετρο ισχίου 84 εκατοστά, διάμεση περίμετρο μηρού διάμεση 48.5 εκατοστά, διάμεση περίμετρο βραχίονα 23 εκατοστά και διάμεσο μήκος κάτω άκρου 82 εκατοστά. Από τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε σημαντική διαφορά μεταξύ των

αθλητριών διαφορετικών αθλημάτων ως προς το BSA ($p=0.000<0.05$) και το ύψος απο καθιστή θέση ($p=0.013<0.05$). Αναλυτικότερα παρατηρήθηκε ότι οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μικρότερη διάμεση τιμή BSA 0.91 σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής που είχαν διάμεση τιμή BSA 1.24 και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής που είχαν διάμεση τιμή BSA 1.11. Επιπλέον, οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μεγαλύτερο διάμεσο ύψος απο καθιστή θέση 79 σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής που είχαν διάμεσο ύψος απο καθιστή θέση 66 και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής που είχαν διάμεσο ύψος απο καθιστή θέση 73.5.

Τέλος, απο την ανάλυση προέκυψε ότι η μέση περίμετρος του θώρακα στην εισπνοή ήταν 80.76 ± 8.41 και η μέση περίμετρος του θώρακα στην εκπνοή ήταν 72.93 ± 7.71 . Από τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε σημαντική διαφοροποίηση της περιμέτρου θώρακα στην εισπνοή ως προς το άθλημα ($p=0.049<0.05$). Αναλυτικότερα, οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής (75.7 ± 6.13) είχαν μικρότερη μέση περίμετρο του θώρακα στην εισπνοή σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (83.3 ± 8.62) και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (83.3 ± 7.69).

Πίνακας 2. Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά με την μορφή: διάμεσος (εύρος)

| Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά | Σύνολο πληθυσμού | Ρυθμική | Ενόργανη | Ακροβατική | p |
|--|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Ηλικία | 14 (7) | 14 (3) | 14 (7) | 13 (5) | 0.206 |
| Tanner scale | 3 (3) | 3 (3) | 2 (3) | 2.5 (3) | 0.274 |
| Ύψος (m) | 1.54 (0.34) | 1.54 (0.12) | 1.49 (0.34) | 1.58 (0.30) | 0.571 |
| Βάρος (kg) | 44.5 (32) | 43 (15) | 41 (32) | 50.5 (28) | 0.335 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------|
| BMI | 18.8 (8.33) | 18.6 (5.93) | 18.5 (6) | 19.83 (5.92) | 0.090 |
| BSA (m ²) | 1.11 (1.09) | 0.91 (0.39) | 1.24 (0.47) | 1.11 (0.77) | 0.000* |
| Ύψος απο καθιστή θέση (cm) | 72 (24) | 79 (19) | 66 (16) | 73.5 (16) | 0.013* |
| Περίμετρος Abd circ | 63.5 (18) | 62.5 (13) | 63 (16) | 67.5 (16) | 0.210 |
| Περίμετρος Hip circ | 84 (27) | 83.5 (13) | 79.5 (24) | 87 (27) | 0.390 |
| WHR | 0.77 (0.15) | 0.75 (0.15) | 0.78 (0.12) | 0.78 (0.07) | 0.217 |
| Περίμετρος μηρού | 48.5 (15) | 47 (11) | 46 (13) | 51 (15) | 0.444 |
| Περίμετρος βραχίονα | 23 (11) | 22.5 (7) | 22 (7) | 20 (10) | 0.606 |
| Μήκος κάτω άκρου | 82 (25) | 75 (21) | 84 (22) | 84.5 (17) | 0.109 |
| Περίμετρος θώρακα σε εισπνοή | 80.76(8.41) | 75.7(6.13) | 83.3(8.62) | 83.3(7.69) | 0.049* |
| Περίμετρος θώρακα σε εκπνοή | 72.93(7.71) | 68.7(5.29) | 74.5(7.73) | 75.6(8.55) | 0.096 |

BMI: Body mass index, BSA: Body surface area, ABD CIRC: Abdominal circumference, HIP CIRC: Hip circumference, WHR: Waste hip ratio

4.2. Ευλυγισία, δύναμη, ταχύτητα, αλτικότητα και κινητικότητα

Στον Πίνακα 3 δίνονται τα στοιχεία σχετικά με την ευλυγισία, την δύναμη, την ταχύτητα, την αλτικότητα και την κινητικότητα των 30 αθλητριών συνολικά αλλά και ως προς το άθλημα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα δίνονται με την μορφή μέσης τιμής \pm τυπική απόκλιση.

Από την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την ευλυγισία προέκυψε ότι η μέση ευλυγισία σπονδυλικής στήλης των 30 αθλητριών ήταν 78.03 ± 6.00 , οι μέσες μοίρες σπαγγάτου απο καρέκλα σε καρέκλα ήταν 202 ± 18.82 , η μέση έξω στροφή ήταν 116.33 ± 10.66 , η μέση απαγωγή σε λυγισμένο πόδι 149 ± 17.29 , η μέση απαγωγή με τεντωμένο πόδι όχι το ευλύγιστο 159.83 ± 11.92 και η μέση απαγωγή με τεντωμένο πόδι το ευλύγιστο 170 ± 8.71 . Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το άθλημα στο σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα ($p=0.031 < 0.05$) και στη μέση απαγωγή σε λυγισμένο πόδι ($p=0.020 < 0.05$). Αναλυτικότερα, οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν υψηλότερο σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα (214 ± 18.97) σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (193 ± 19.46) και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (199 ± 11.97). Επιπλέον οι αθλήτριες της ρυθμικής (154 ± 18.38) και της ακροβατικής (156 ± 16.36) είχαν μεγαλύτερη απαγωγή σε λυγισμένο πόδι σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (137 ± 16.36).

Από την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την κινητικότητα προέκυψε ότι η μέση κινητικότητα των κάτω άκρων ήταν 41.87 ± 5.21 , η μέση κινητικότητα βάσης έως μέση ήταν 57.9 ± 6.31 , η μέση κινητικότητα βάση έως πλήρη έκταση ήταν 43.13 ± 3.36 και η μέση κινητικότητα βάση έως πλήρη κάμψη ήταν 66.6 ± 4.11 . Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το άθλημα στις παραμέτρους της κινητικότητας καθώς το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας ήταν μεγαλύτερο από 0.05 σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα για την ευλυγισία, δύναμη, ταχύτητα, αλτικότητα και κινητικότητα :

Μέση Τιμή±Τυπική απόκλιση

| Ευλυγισία, δύναμη, ταχύτητα, αλτικότητα και κινητικότητα | Σύνολο πληθυσμού | Ρυθμική | Ενόργανη | Ακροβατική | p |
|---|-------------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------|
| Ευλυγισία σπονδυλικής στήλης (cm) | 78.03 ±6.00 | 77.6 ±7.19 | 77.7 ±5.54 | 78.8 ±5.71 | 0.891 |
| Σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα (μοίρες) | 202 ±18.82 | 214 ±18.97 | 193 ±19.46 | 199 ±11.97 | 0.031* |
| Έξω στροφή (μοίρες) | 116.33 ±10.66 | 116 ±9.66 | 113 ±11.60 | 120 ±10.54 | 0.350 |
| Απαγωγή σε λυγισμένο πόδι (μοίρες) | 149 ±17.29 | 154 ±18.38 | 137 ±16.36 | 156 ±16.36 | 0.020* |
| Απαγωγή με τεντωμένο πόδι όχι το ευλύγιστο (μοίρες) | 159.83±11.92 | 156.5 ±12.03 | 161 ±13.7 | 162 ±10.33 | 0.563 |
| Απαγωγή με τεντωμένο πόδι το ευλύγιστο (μοίρες) | 170±8.71 | 170 ±4.71 | 170 ±10.54 | 170 ±10.54 | 1.000 |
| Κινητικότητα κάτω άκρων | 41.87 ±5.21 | 38.7 ±6.11 | 43.8 ±2.90 | 43.1 ±4.98 | 0.054 |
| Κινητικότητα βάση έως μέση | 57.9 ±6.31 | 55.6 ±2.76 | 60.4 ±8.87 | 57.7 ±5.40 | 0.240 |

| | | | | | |
|---|-------------|-------------|------------|------------|--------|
| Κινητικότητα βάση έως πλήρη έκταση | 43.13 ±3.36 | 41.7 ±2.50 | 44.5 ±2.80 | 43.2 ±4.24 | 0.178 |
| Κινητικότητα βάση έως πλήρη κάμψη | 66.6 ±4.11 | 67.2 ±2.82 | 66.5 ±4.62 | 66.1 ±4.93 | 0.842 |
| Αλτικότητα | 1.64±0.23 | 1.52 ±0.25 | 1.76 ±0.26 | 1.61 ±0.11 | 0.060 |
| Κάμψεις σε 1 λεπτό (δύναμη άνω άκρων) | 44.77±9.99 | 40.5 ±10.83 | 45.4 ±8.87 | 48.4 ±9.51 | 0.208 |
| Sit and Up σε 1 λεπτό (δύναμη κάτω άκρων) | 57.77±12.84 | 43 ±10.38 | 65.3 ±6.77 | 62 ±7.50 | 0.000* |
| Προβολές από στάση σε 1 λεπτό (δύναμη κάτω άκρων) | 44.67±6.31 | 40.2 ±5.45 | 48.4 ±6.24 | 45.5 ±4.65 | 0.008* |
| 30 μέτρα σπρίντ (sec) | 5.36±0.49 | 5.70 ±0.47 | 4.89 ±0.31 | 5.50 ±0.26 | 0.000* |

Τέλος, αναφορικά με την αλτικότητα, την δύναμη και την ταχύτητα προέκυψε ότι η μέση αλτικότητα των 30 αθλητριών ήταν 1.64±0.23, οι μέσες κάμψεις που πραγματοποίησαν σε ένα λεπτό ήταν 44.7±9.99, οι μέσες Sit and Up σε 1 λεπτό ήταν 57.77±12.84, οι μέσες προβολές από στάση σε 1 λεπτό ήταν 44.67±6.31 και ο μέσος χρόνος σε 30 μέτρα σπρίντ ήταν 5.36±0.49. Από τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το άθλημα στις Sit and Up σε 1 λεπτό ($p=0.000<0.05$), στις προβολές από στάση σε 1 λεπτό ($p=0.008<0.05$) και στο χρόνο που έτρεξαν τα 30 μέτρα ($p=0.000<0.05$). Αναλυτικότερα, οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής (42 ±10.38) είχαν μικρότερο μέσο αριθμό Sit and Up σε 1 λεπτό σε σύγκριση με τις

αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (65.3 ± 6.77) και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (62 ± 7.5). Επιπλέον, οι αθλήτριες της ρυθμικής (40.2 ± 5.45) είχαν μικρότερο μέσο αριθμό προβολών απο στάση σε 1 λεπτό σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (48.4 ± 6.24) και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (45.5 ± 4.65). Τέλος, οι αθλήτριες της ενόργανης (4.89 ± 0.31) είχαν μικρότερο μέσο χρόνο στο σπριντ των 30 μέτρων σύγκριση με τις αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής (5.70 ± 0.47) και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (5.5 ± 0.26).

4.3. Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης

Στον Πίνακα 4 δίνονται τα αποτελέσματα της εργοσπιρομέτρησης των 30 αθλητριών συνολικά αλλά και ως προς το άθλημα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα δίνονται με την μορφή μέσης τιμής \pm τυπική απόκλιση.

Από την ανάλυση των δεδομένων στο σύνολο των αθλητριών προέκυψε ότι η μέση τιμή του VO_2 στο AT ήταν 1424.6 ± 263.67 , η μέση τιμή του VCO_2 στο AT ήταν 1353.3 ± 253.04 , η μέση τιμή του RER στο AT ήταν 0.95 ± 0.04 , η μέση τιμή του HB στο AT ήταν 161.39 ± 18.7 , η μέση τιμή του VO_2/HR στο AT ήταν 8.43 ± 2.11 , η μέση τιμή του VE/VCO_2 στο AT ήταν 29.7 ± 3.22 , η μέση τιμή του VE/VO_2 στο AT ήταν 27.77 ± 3.26 , η μέση τιμή του PETCO_2 στο AT ήταν 42.1 ± 5.24 και η μέση τιμή του PETO_2 στο AT ήταν 102.7 ± 17.35 . Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων για τις παραμέτρους στο AT ως προς το άθλημα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας ήταν μεγαλύτερο από 0.05 σε όλες τις περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα σχετικά με τις μέγιστες (κορυφαίες) τιμές των παραμέτρων (%predicted) προέκυψε ότι η μέση μέγιστη τιμή του $\text{VO}_2\%$ predicted ήταν 2067 ± 257.49 , η μέση μέγιστη τιμή του $\text{VCO}_2\%$ predicted ήταν 2181.6 ± 358.13 , η μέση μέγιστη τιμή του $\text{RER}\%$ predicted ήταν 1.05 ± 0.99 , η μέση μέγιστη τιμή του $\text{HB}\%$ predicted ήταν 184.93 ± 8.99 , η μέση μέγιστη τιμή του $\text{VO}_2/\text{HR}\%$ predicted ήταν 11.23 ± 1.43 , η μέση μέγιστη τιμή του $\text{VE}/\text{VCO}_2\%$ predicted ήταν 30.4 ± 4.13 , η μέση μέγιστη τιμή

του VE/ VO₂%predicted ήταν 31.83±4.23, η μέση μέγιστη τιμή του PETCO₂ ήταν 40.77±5.39, η μέση μέγιστη τιμή του PETO₂%predicted ήταν 110.33±4.61 και η μέγιστη μέση τιμή του VT%predicted ήταν 1.28±0.25.

Τέλος, από αποτελέσματα σχετικά με τις μέγιστες προβλεπόμενες τιμές των παραμέτρων προέκυψε ότι η μέση προβλεπόμενη τιμή του VO₂ ήταν 121.47±16.62, η μέση προβλεπόμενη τιμή του VCO₂ ήταν 105.33±15.35, η μέση προβλεπόμενη τιμή του VO₂/HR ήταν 136.2±19.69, η μέση προβλεπόμενη τιμή του VE/VCO₂ ήταν 86.77±12.53, η μέση προβλεπόμενη τιμή του VE/ VO₂ ήταν 75.03±11.24 και η μέση προβλεπόμενη τιμή του WR ήταν 107.43±16.84. Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων για τις μέγιστες τιμές %predicted των παραμέτρων ως προς το άθλημα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας ήταν μεγαλύτερο από 0.05 σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα εργοσπιρομέτρησης : Μέση Τιμή±Τυπική απόκλιση

| Παράμετροι CPET | Σύνολο πληθυσμού | Ρυθμική | Ενόργανη | Ακροβατική | p |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| VO ₂ @AT (ml/kg/min) | 1424.6± 263.37 | 1439.7± 208.79 | 1361.5± 306.13 | 1472.6± 280.99 | 0.605 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|
| VCO ₂ @AT (ml/min) | 1353.3± 253.04 | 1366.4± 189.72 | 1284.6 ± 308.16 | 1408.9 ± 257.88 | 0.553 |
| RER@AT | 0.95±0.04 | 0.95±0.02 | 0.94±0.06 | 0.96±0.02 | 0.627 |
| HR@AT (beats/min) | 161.39±18.87 | 163.6±13.08 | 157.25±24.24 | 162.5±20.44 | 0.771 |
| VO ₂ /HR@AT (ml/beat) | 8.43±2.11 | 7.9±2.88 | 8.13±1.46 | 9.2±1.55 | 0.360 |
| VO ₂ Workslope @AT | | 11.71±1.38 | 11.39±1.65 | 11.39±1.97 | 0.887 |
| VE/VCO ₂ @AT | 29.17±3.22 | 28.9±2.28 | 30.2±4.42 | 28.4±2.59 | 0.449 |
| VE/VO ₂ @AT | 27.77±3.26 | 27.6±2.54 | 28.4±4.70 | 27.3±2.21 | 0.750 |
| PETCO ₂ @AT(mmHg) | 42.1±5.24 | 41.4±3.57 | 41.6±7.14 | 43.4±4.74 | 0.688 |
| PETO ₂ @AT(mmHg) | 102.07±17.35 | 104.2±4.10 | 106.4±7.17 | 95.6±28.81 | 0.351 |
| VO ₂ PEAK (ml/kg/min) | 2067± 257.49 | 2136.1± 150.2 | 2005.5± 326.21 | 2060.7± 274.06 | 0.665 |
| VCO ₂ PEAK (ml/min) | 2181.6± 358.13 | 2295.7± 152.44 | 2082.6± 421.70 | 2166.5 ± 431.96 | 0.563 |
| RERPEAK | 1.05± 0.09 | 1.08± 0.06 | 1.03± 0.10 | 1.05± 0.12 | 0.664 |
| HRPEAK (BPM) | 184.93± 8.99 | 190.8± 9.60 | 180±7.73 | 184± 6.50 | 0.670 |
| VO ₂ /HRPEAK (ml/beat) | 11.23± 1.43 | 11.3± 0.82 | 11.2± 1.81 | 11.2 ± 1.62 | 0.624 |
| VO ₂ WorkslopePEAK | 12.77± 1.34 | 12.52± 0.91 | 13.02± 1.32 | 12.78± 1.77 | 0.883 |
| VE/VCO ₂ PEAK | 30.4± 4.13 | 30.3±3.23 | 31.4±6.11 | 29.5±2.27 | 0.516 |

| | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| VE/VO ₂ PEAK | 31.83± 4.23 | 32.4±2.80 | 32.3±6.50 | 30.8± 2.90 | 0.583 |
| PETCO ₂ PEAK (mmHg) | 40.77± 5.39 | 40± 4.59 | 40.6± 7.66 | 41.7 ± 3.47 | 0.688 |
| PETO ₂ PEAK (mmHg) | 110.33±4.61 | 109.3±3.02 | 110.5±6.00 | 110.6±4.72 | 0.750 |
| PeakVT (L) | 1.28± 0.25 | 1.35±0.17 | 1.26±0.33 | 1.22±0.05 | 0.355 |
| VO ₂ PEAK% Predicted | 121.47± 16.62 | 119.8± 12.73 | 127.5± 22.53 | 117.1 ±12.49 | 0.361 |
| VCO ₂ PEAK % Predicted | 105.33± 15.35 | 106.5 ±10.20 | 108.6±21.83 | 100.9±11.96 | 0.527 |
| VO ₂ /HR PEAK% Predicted | 136.2± 19.69 | 130.5±16.08 | 146.2±24.82 | 131.9±14.38 | 0.034 |
| VE/VCO ₂ PEAK % Predicted | 86.77± 12.53 | 86.4± 8.03 | 84.2± 18.54 | 89.7± 8.96 | 0.630 |
| VE/VO ₂ PEAK%Predicted | 75.03± 11.24 | 76.6±6.60 | 71.5±16.63 | 77±8.15 | 0.491 |
| WRPEAK%predicted | 107.43± 16.84 | 106.7± 15.02 | 110.8± 21.72 | 104.8±13.98 | 0.455 |

VO₂: Oxygen uptake, VCO₂: Carbon dioxide output, HR: Heart rate, VE/VO₂: Ventilatory equivalent for O₂, VE/VCO₂: Ventilatory equivalent for CO₂, PETCO₂: End tidal CO₂ tension, PETO₂: End tidal O₂, VT: Tidal volume, WR: Work rate, AT: Anaerobic threshold,

4.4. Αποτελέσματα λειτουργικού ελέγχου αναπνοής

Στον Πίνακα 5 δίνονται τα αποτελέσματα της σπιρομέτρησης των 30 αθλητριών συνολικά αλλά και ως προς το άθλημα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα δίνονται με την μορφή μέσης τιμής \pm τυπική απόκλιση.

Από την ανάλυση των δεδομένων στο σύνολο των αθλητριών προέκυψε ότι η μέση τιμή του FVC ήταν 3.33 ± 1.98 , η μέση τιμή του FEV₁ ήταν 2.57 ± 0.67 , η μέση τιμή του FEV₁/FVC ήταν 84.18 ± 14.88 , η μέση τιμή του FEF 25% ήταν 3.78 ± 1.50 , η μέση τιμή του FEF 75% ήταν 1.88 ± 0.66 , η μέση τιμή του FEF 25-75% ήταν 2.89 ± 1.01 και η μέση τιμή του FEF max ήταν 3.97 ± 1.51 . Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων για τις παραμέτρους της σπιρομέτρησης ως προς το άθλημα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας ήταν μεγαλύτερο από 0.05 σε όλες τις περιπτώσεις.

Από την ανάλυση των δεδομένων στο σύνολο των αθλητριών για τις παραμέτρους (% predicted) προέκυψε ότι η μέση τιμή του FVC%predicted ήταν 115.9 ± 91.43 , η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEV₁%predicted ήταν 99.03 ± 22.6 , η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEV₁/FVC%predicted ήταν 96.64 ± 16.87 , η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEF 25%%predicted ήταν 70.89 ± 25.31 , η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEF 75%%predicted ήταν 175.61 ± 24.31 , η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEF 25-75%%predicted ήταν 93.93 ± 27.38 και η μέση προβλεπόμενη τιμή του FEF max%predicted ήταν 73.07 ± 23.9 . Από τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων για τις παραμέτρους της σπιρομέτρησης για τις τιμές %predicted ως προς το άθλημα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά καθώς το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας ήταν μεγαλύτερο από 0.05 σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα σπιρομέτρησης : Μέση Τιμή \pm Τυπική απόκλιση

| Σπιρομετρικές παράμετροι | Σύνολο πληθυσμού | Ρυθμική | Ενόργανη | Ακροβατική | p |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| FVC(L) | 3.33 ± 1.98 | 3.00 ± 0.60 | 2.70 ± 1.03 | 4.32 ± 3.18 | 0.182 |

| | | | | | |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-------|
| FEV1(L) | 2.57± 0.67 | 2.72±0.53 | 2.32±0.92 | 2.64±0.51 | 0.413 |
| FEV1/FVC (%) | 84.18±14.88 | 91±6.22 | 85.33±5.92 | 75.44±22.88 | 0.067 |
| FEF 25% (L/sec) | 3.78±1.50 | 4.11±1.24 | 3.45±1.83 | 3.75±1.51 | 0.651 |
| FEF75% (L/sec) | 1.88± 0.66 | 2.23±0.64 | 1.57±0.69 | 1.79±0.52 | 0.077 |
| FEF 25-75% (L/sec) | 2.89±1.01 | 3.31±0.91 | 2.58±1.19 | 2.72±0.86 | 0.253 |
| FEF Max (L/sec) | 3.97± 1.51 | 4.31±1.35 | 3.62±1.79 | 3.94±1.47 | 0.622 |
| FVC (L) | 115.39±91.43 | 96.3±20.30 | 93.33±31.5 | 158.67±153.78 | 0.232 |
| FEV1 (L) | 99.03±22.6 | 99.9±19.25 | 91.33±21.02 | 105.78± 13.14 | 0.412 |
| FEV1/FVC(%) | 96.64±16.87 | 103.5±5.78 | 97.44±6.33 | 88.22±27.26 | 0.141 |
| FEF 25% (L/sec) | 70.89±25.31 | 70.3±18.30 | 64.78±27.82 | 77.67±30.78 | 0.572 |
| FEF 75% (L/sec) | 75.61±24.31 | 76.8±20.76 | 66.33±29.03 | 83.56±21.93 | 0.329 |
| FEF 25-75% (L/sec) | 93.93±27.38 | 100.3±23.73 | 83.11±32.58 | 97.67±25.25 | 0.361 |
| FEF MAX (L/sec) | 73.07±23.90 | 74.1±19.60 | 66.56±25.04 | 78.44±28.07 | 0.583 |

FEV1: Forced expiratory volume in 1 second, FVC: Forced vital capacity, FEV1/FVC: Forced expiratory volume in 1 second/ forced vital capacity

4.5. Προπονητική ηλικία, μέρες και ώρες προπόνησης ανά εβδομάδα

Στον Πίνακα 6 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την προπονητική ηλικία των 30 αθλητριών συνολικά αλλά και ως προς το άθλημα που ακολουθούν. Τα αποτελέσματα δίνονται με την μορφή μέσης τιμής \pm τυπική απόκλιση.

Από την ανάλυση των δεδομένων στο σύνολο των αθλητριών προέκυψε ότι η μέση προπονητική ηλικία ήταν 7.67 ± 1.56 , οι μέσες ώρες προπόνησης ανά ημέρα ήταν 3.18 ± 0.52 και η μέσες μέρες προπόνησης ανά εβδομάδα ήταν 5.63 ± 0.67 . Απο τη σύγκριση μεταξύ των ομάδων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τις ώρες ($p=0.008 < 0.05$) και τις μέρες ($p=0.020 < 0.05$) προπόνησης. Αναλυτικότερα, οι αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (3.5 ± 0.53) και τις ρυθμικής γυμναστικής (3.25 ± 0.42) προπονούνται κατά μέσο όρο περισσότερες ώρες ανά ημέρα από τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (2.80 ± 0.35). Επιπλέον, οι αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής (5.6 ± 0.84) και της ρυθμικής γυμναστικής (6 ± 0.71) προπονούνται κατά μέσο όρο περισσότερες μέρες ανά εβδομάδα από τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής (5.30 ± 0.67).

Πίνακας 6. Αποτελέσματα για την προπονητική ηλικία και τις μέρες και ώρες προπόνησης ανά εβδομάδας : Μέση Τιμή \pm Τυπική απόκλιση

| | Σύνολο πληθυσμού | Ρυθμική | Ενόργανη | Ακροβατική | p |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| Προπονητική ηλικία | 7.67 ± 1.56 | 6.90 ± 2.08 | 8.80 ± 2.57 | 7.30 ± 2.00 | 0.274 |
| Ώρες προπόνησης ανά μέρα | 3.18 ± 0.52 | 3.25 ± 0.42 | 3.50 ± 0.53 | 2.80 ± 0.35 | 0.008* |

| | | | | | | |
|--------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Μέρες | προπόνησης | | | | | |
| ανά εβδομάδα | | 5.63± 0.67 | 5.60±0.84 | 6.00±0.71 | 5.30±0.67 | 0.020* |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα μορφολογικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά στον σύγχρονο αθλητισμό (25) επηρεάζουν τόσο την αθλητική επιτυχία (26) όσο και την ταυτοποίηση του ταλέντου (27). Στη Ρυθμική Γυμναστική, οι φυσικές πτυχές του αθλητή διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο από την επιλογή των νέων ταλέντων (28,29) μέχρι να εξελιχθεί σε ελίτ αθλητή. Ο μορφολογικός παράγοντας και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά είναι από τους βασικούς παράγοντες επιτυχίας (30) σε συνδυασμό με την ψυχολογική συμπεριφορά (31), την διατροφή (32), την ηλικία και την ωριμότητα (33,34). Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητών καθορίζονται από διάφορους παράγοντες, όπως γενετικές πτυχές (34), το επίπεδο κατάρτισης στις πρώιμες ηλικίες (35,36) και συγκεκριμένα διατροφικά σχέδια (37), τα οποία ευνοούν τα βέλτιστα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (8), ενώ η σωματομετρία έχει συσχετιστεί και με αλλοιώσεις της σεξουαλικής ωριμότητας (33).

Επιπλέον, η εξειδίκευση και η ένταση της εκπαίδευσης (προπόνησης) σε τέτοιου είδους αθλήματα όπως η ρυθμική, η ενόργανη και η ακροβατική γυμναστική κατά τη διάρκεια την περίοδο της ανάπτυξης, δημιουργεί αλλαγές τόσο στο καρδιαγγειακό σύστημα όσο και στο επίπεδο μυϊκού σκελετού (8), καθώς επίσης καθορίζει τα συγκεκριμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αθλητών (38,39), παρουσιάζοντας χαμηλά επίπεδα σωματικού λίπους και μορφολογικό προσανατολισμό προς τη σχετική γραμμικότητα, η οποία μεταφράζεται σε ένα σωματότυπο που κυριαρχείται από υψηλά επίπεδα αντοχής (40).

Επιπρόσθετα, οι αρχές της αθλητικής κατάρτισης χαρακτηρίζονται από ορισμένους παιδαγωγικούς, ψυχολογικούς και φυσιολογικούς νόμους και κανόνες. Οι φυσιολογικές αρχές της λειτουργικής κατάρτισης είναι ιδιαίτερα σημαντικές επειδή οι λειτουργικές διεργασίες που διέπουν την κατάσταση της υγείας και την ανάπτυξη του γυναικείου σώματος διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική επίτευξη των στόχων της κατάρτισης (41).

Η γυμναστική αντιμετωπίζει σήμερα ένα νέο επίπεδο ανάπτυξης όσον αφορά το περιεχόμενο και την αξιολόγηση των ασκήσεων. Η προσπάθεια στην γυναικεία γυμναστική εκπροσωπείται με διαφορετικό τρόπο σε κάθε περίπτωση, με τη συμμετοχή πολυάριθμων μυϊκών ομάδων σε μια μεγάλη ποικιλία κινήσεων (υψηλό επίπεδο πολυπλοκότητας) σε ένα σχετικά μικτό ενεργειακό σύστημα, αλλά με καθαρή αναερόβια υπεροχή (42). Η γυμναστική επιδόσεων γνώρισε μια ταχεία εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, ειδικά αφού έχουν προκύψει νέες τεχνικές απαιτήσεις. Οι γυμναστές, οι προπονητές και οι ερευνητές ενδιαφέρονται επίσης για την επίτευξη της τελειότητας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, ένας ιδιαίτερος ρόλος διαδραματίζει ο σωματικός τύπος των γυμναστών. Εκτενείς εθνικές και διεθνείς έρευνες δημιούργησαν έναν γενικό σωματικό τύπο για τη γυμναστική και πιο πρόσφατα για ομάδες δοκιμαστικών συμβάντων (43).

Για ένα πολύ υψηλό επίπεδο εκπαίδευσης, η υποχρεωτική ολοκλήρωση του κινητικού συστήματος, η καλή κινητικότητα των αρθρώσεων, η ελαστικότητα των μυών, η αντοχή στις υψηλές τάσεις και πιέσεις, η πολύ καλή μυϊκή δύναμη, καθώς και ο καλός νευρομυϊκός συντονισμός είναι υποχρεωτικά. Σε επίπεδο καρδιαγγειακού συστήματος, η καταπόνηση είναι ελαφρώς μικρότερη και το αναπνευστικό σύστημα λειτουργεί περισσότερο με τον θώρακα αποκλεισμένο. Πρέπει να παρατηρηθεί ο μεγάλος αριθμός αναλυτικών επαναλήψεων μέχρι να επιτευχθεί η αυτοματοποίηση των κινήσεων (44). Η ιδιαίτερη αξία των επιδόσεων που επιτεύχθηκαν στην καλλιτεχνική γυμναστική δίνεται επίσης από τη διαδικασία επιλογής και κατάρτισης των παιδιών, καθώς η επιλογή αντιπροσωπεύει τη βάση, το θεμέλιο πάνω στο οποίο στηρίζεται η υψηλή απόδοση. Πρόκειται για μια υποχρεωτική, εξελισσόμενη, συνεχή διαδικασία εύρεσης, επιλογής και διαλογής των μελλοντικών ταλέντων σύμφωνα με ορισμένα κριτήρια ελέγχου, δοκιμές και κανόνες που έχουν καθιερωθεί. Η σωματική πτυχή είναι ένα σημαντικό κριτήριο στην αρχική επιλογή αλλά και σε όλη την εκπαίδευση επειδή, ως αποτέλεσμα της σωματικής ανάπτυξης, μπορεί να εμφανιστούν ανεπάρκειες στο κινητικό σύστημα. (45).

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα μελέτη χρονικής στιγμής είχε σκοπό να μελετήσει τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, την αερόβια κατάσταση και τα λοιπά χαρακτηριστικά φυσικής και λειτουργικής κατάστασης των ελίτ αθλητριών που ασχολούνται με τις τρεις μορφές γυμναστικής (ενόργανη, ρυθμική και ακροβατική) με σκοπό την ανάδειξη των πιθανών διαφορών μεταξύ των τριών ομάδων. Ενώ η ηλικία και η βιολογική ωρίμανση των αθλητριών (παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη σωματομετρία τους) ήταν παρόμοιες, από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μικρότερη προβλεπόμενη επιφάνεια σώματος (BSA), σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής. Επιπλέον, οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μεγαλύτερο ύψος σε καθιστή θέση σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής και τις αθλήτριες της ακροβατικής γυμναστικής, παρά το γεγονός ότι το συνολικό ύψος ήταν παρόμοιο ανάμεσα στις τρεις εβδομάδες. Επίσης παρατηρήθηκε ότι οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μικρότερη μέση περίμετρο του θώρακα στην εισπνοή σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης και της ακροβατικής γυμναστικής.

Αναφορικά με τα ειδικά χαρακτηριστικά της φυσικής και λειτουργικής τους κατάστασης, παρατηρήθηκε διαφορά στην παράμετρο της ευλυγισίας μεταξύ των 3 αθλημάτων, όπως αυτή μετρήθηκε με το σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα και την απαγωγή σε λυγισμένο πόδι. Οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν υψηλότερο σπαγγάτο απο καρέκλα σε καρέκλα σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής και τις αθλήτριες της ακροβατικής ενώ οι αθλήτριες της ρυθμικής και της ακροβατικής είχαν μεγαλύτερη απαγωγή σε λυγισμένο πόδι σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής.

Τα αποτελέσματα σχετικά με την κινητικότητα έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το άθλημα. Επιπλέον, απο την ανάλυση για τις παραμέτρους της δύναμης και της ταχύτητας προέκυψε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς το άθλημα στις Sit and Up σε 1 λεπτό, στις προβολές απο στάση σε 1 λεπτό και στο χρόνο που

έτρεξαν τα 30 μέτρα. Οι αθλήτριες της ρυθμικής γυμναστικής είχαν μικρότερο μέσο αριθμό Sit and Up σε 1 λεπτό και μικρότερο μέσο αριθμό προβολών απο στάση σε 1 λεπτό σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ενόργανης και της ακροβατικής γυμναστικής. Αντίθετα, οι αθλήτριες της ενόργανης ήταν ταχύτερες σε σύγκριση με τις αθλήτριες της ρυθμικής και της ακροβατικής γυμναστικής, επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη μεγαλύτερης δύναμης στα κάτω άκρα.

Παρά το γεγονός ότι εξ ορισμού ο τύπος της προπόνησης σε κάθε άθλημα της γυμναστικής καθώς και οι συνολικές ώρες προπόνησης την εβδομάδα διέφεραν σημαντικά μεταξύ των αθλητριών, με τις αθλήτριες της ενόργανης και της ρυθμικής γυμναστικής να ασκούνται σημαντικά περισσότερες ώρες την ημέρα και περισσότερες ώρες την εβδομάδα από αυτές της ακροβατικής γυμναστικής, η αερόβια επίδοσή τους κατά την καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης ήταν παρόμοια. Επειδή όλες οι αθλήτριες ήταν υψηλού επιπέδου, η ικανότητά τους για μέγιστη άσκηση δεν διέφερε σημαντικά, ενώ και ο αναερόβιος ουδός δε φάνηκε να επηρεάζεται από τις επι μέρους διαφορές στο προπονητικό πρόγραμμα.

Η παρούσα μελέτη χαρακτηρίζεται από θετικά στοιχεία που ισχυροποιούν τα συμπεράσματά της, και από περιορισμούς. Όλες οι εκτιμήσεις των σωματομετρικών και λειτουργικών στοιχείων των αθλητριών έγιναν από τον ίδιο εξεταστή και καταγράφηκαν προοπτικά, ελατώνοντας τυχόν διαφοροποιήσεις από την παρουσία πολλών εξεταστών, όπως και σφάλματα ή ελλείψεις κατά την καταγραφή. Οι δοκιμασίες καρδιοαναπνευστικής άσκησης εκτελέστηκαν και εκτιμήθηκαν επίσης από την ίδια ομάδα ειδικών, περιορίζοντάς ανάλογου τύπου σφάλματα. Η μελέτη περιορίζεται από την παρουσία μικρού αριθμού αθλητριών σε κάθε ομάδα. Ωστόσο, ο στόχος ήταν η εκτίμηση ελίτ αθλητριών του κλάδου, με αποτέλεσμα το αρχικός πληθυσμός να είναι εξ ορισμού περιορισμένος.

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη δεν ανέδειξε σημαντικές διαφορές όσον αφορά στην αερόβια ικανότητα μεταξύ αθλητριών της ενόργανης, της ρυθμικής και της ακροβατικής γυμναστικής. Ωστόσο, αναδείχθηκαν σημαντικές διαφορές αναφορικά σε

σωματομετρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. Περισσότερες μελέτες απαιτούνται για να διερευνηθεί αν η αιτία αυτών των διαφορών είναι μόνο το προπονητικό πρόγραμμα ή αν ενέχονται και άλλες παράμετροι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=423>
2. <http://www.megasalexandros.gr/rythmiki/rythm.htm>
3. <http://www.megasalexandros.gr/enorgani/fotografies.htm>
4. <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=253>
5. <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=456>
6. <http://www.megasalexandros.gr/akrovatiki/acro.htm>
7. Roche D, Flexibility and muscle balance assessment. Guidelines for athlete assessment in New Zealand Sports (2000).
8. Douda HT1, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008 Mar;3(1):41-54.
1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28622087>
9. Cochrane, D & Stannard, S Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J. Acute whole body ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, (2005). 26: 319-338
10. Norton, K, Whittingham, N., Carter, L., Kerr, D, Gore, C, & Marfell-Jones, M. Measurement techniques in anthropometry In: *Anthropometrika* (1996): (pp.25.76) K Norton & T. Olds (Eds) Sydney: University of New South Wales Press.
11. Tanner, J.M. Growth at adolescence (1962). 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
12. Cochrane, D, & Stannard, S. (2005). Acute whole body vibration training increases

- vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. British Journal of Sports Medicine, 39, 860-865.
13. Letzelter, M. Προπονητική (Μετάφραση - επιμέλεια Κέλλης, Σ.), (1988) :243. Θεσσαλονίκη: Σάλτο
 14. Pyne, D, Goldsmith, W, & Maw, G Protocols for the Physiological Assessment of Swimming. In: C. Gore, Physiological Test for Elite Athletes (2000) Publisher: Human Kinetics, Champaign Illinois (pp 372-382).
 15. Mosteller, R.D Simplified calculate on of body-surface area. New England Journal Medicine (1987) :317, 1098.
 16. World Health Organisation. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: WHO, (WHO/NUT/98.1.)
 17. Η επίδραση της προπόνησης με περιορισμένη συχνότητα αναπνοής στους καρδιακούς δείκτες και την αθλητική απόδοση. Σταύρος Βασίλειος, Μεταπτυχιακή εργασία
 18. Bacciotti S1,2,3, Baxter-Jones A4, Gaya A5, Maia J1.
Body physique and proportionality of Brazilian female artistic gymnasts.
 19. Pavlicevic, S, Αμφίδρομο σύστημα επιλογής – αξιολόγησης Ελλήνων κολυμβητών προεφηβικής ηλικίας (2002). Κολυμβητική Ομοσπονδία Ελλάδος.
 20. Eurofit, Για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης, Συμβούλιο της Ευρώπης, επιτροπή για την ανάπτυξη των σπορ. Θεσσαλονίκη: Σάλτο. (1993).
 21. Κούτρας Γ, Μαυρομούστακος, Σ. Μέτρηση της κινητικότητας των αρθρώσεων (1989). Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
 22. Κέλλης, Σ (2004). Προπονητική. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης: Θεσσαλονίκη.

23. Wasserman K: Principles of interpretation In: Wasserman K. Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 1999: 165-77
24. » Μπούτου Αφροδίτη, Διδακτορική Διατριβή ,ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΙΜΙΑΣ ΧΡΟΝΙΑΣ ΝΟΣΟΥ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΧΡΟΝΙΑ ΑΠΟΦΡΑΚΤΙΚΗ ΠΝΕΥΜΟΝΟΠΑΘΕΙΑ, Θεσσαλονίκη 2011
25. Claessens, A L.; Lefevre, J; Beunen, G. & Malina, R. M. The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. J. Sports Med. Phys. Fitness, 1999: 39(4):355-60.
26. Sedeaud, A.; Marc, A.; Shipman, J.; Schaal, K.; Danial, M.; Guillaume M.; Berthelot, G. & Toussaint, J. Secular trend: morphology and performance. J. Sports Sci., 32(12):1146-54, 2014.
27. Russell, K. Gymnastic talent from detection to perfection. World identification systems for gymnastic talent. Montreal, Sport Psyche Editions, 1987. pp.151-9.
28. Miletic, D.; Katic, R. & Males, B. Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. Coll. Antropol.,2004: 28(2):727-37.
29. Hume, P A.; Hopkins, W. G.; Robinson, D. M.; Robinson, S. M. & Hollings, S. C. Predictors of attainment in rhythmic sportive gymnastics. J. Sports Med. Phys. Fitness, 33(4):367-77, 1993.
30. Di Cagno, A; Baldari, C.; Battaglia, C; Brasili, P.; Merni, F.; Piazza, M.; Toselli, S.; Ventrella, A. R. & Guidetti, L. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. J. Sports Med. Phys. Fitness, 2008: 48(3):341-6.
31. Di Cagno, A, Baldari, C.; Battaglia, C, Monteiro, M. D.; Pappalardo, A.; Piazza, M. & Guidetti, L. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics- -gender differences. J. Sci. Med. Sport, 2009: 12(3):411-6.

32. D'Alessandro, C; Morelli, E., Evangelisti, I; Galetta, F.; Franzoni, F.; Lazzeri, D; Piazza, M. & Cupisti, A Profiling the diet and body composition of subelite adolescent rhythmic gymnasts. *Pediatr. Exer. Sci.*, 19(2):215-27, 2007.
33. Frisch, R. E.; Gotz-Welbergen, A. V.; McArthur, J. W.; Albright, T.; Witschi, J.; Bullen, B.; Birnholz, J.; Reed, R. B. & Hermann, H. Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training. *JAMA*, 1981; 246(14):1559-63.
34. Tringali, C; Brivio, I.; Stucchi, B.; Silvestri, I.; Scurati, R.; Michielon, G.; Alberti, G & Venerando, B. Prevalence of a characteristic gene profile in high-level rhythmic gymnasts. *J. Sports Sci.*, 2014, 32(14):1409-15.
35. Theodoropoulou, A; Markou, K. B.; Vagenakis, G. A.; Benardot, D.; Leglise, M.; Kourounis, G; Vagenakis, A. G. & Georgopoulos, N. A. Delayed but normally progressed puberty is more pronounced in artistic compared with rhythmic elite gymnasts due to the intensity of training. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 90(11):6022-7, 2005
36. Misigoj-Durakovic, M. Anthropometry in Premenarcheal Female Esthetic Sports Athletes and Ballerinas. In: Preedy, V. R. (Ed.). *Handbook of Anthropometry. Physical Measures of Human Form in Health and Disease*. New York, Springer, 2012; pp.1817-36.
37. Sands, W. A.; Caine, D. J. & Borms, J. Scientific Aspects of Women's Gymnastics. In: Borms, J.; Hebbelinck, M. & Hills, A. P. (Eds.). *Medicine and Sport Science*. Vol. 45. Basel, Karger, 2003. pp.110-27.
38. Malina, R. M. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 22:389-433, 1994.
39. Beunen, G P; Malina, R. M. & Thomis, M. Physical Growth and Maturation of Female Gymnasts. In: Johnston, F. E.; Zemel, B. & Eveleth, P. B. (Eds.). *Human Growth in Context*. London, Smith-Gordon, 1999. pp.281-9.

40. Malina, R. M.; Bouchard, C. & Bar-Or, O. Growth, Maturation, and Physical Activity. 2nd ed. Champaign, Human Kinetics, 2004.
41. Dragnea A, Teodorescu-Mate S, 2002, Theory of Sport. Bucharest : FEST.
42. Vieru N, Handbook of Sports Gymnastics. “Driada” Publishing House. Bucharest.1997: 61-62.
43. Potop V, Grigore V, Moraru C, Study Regarding the Dynamics of Developing the Somatic and Functional Indices of Junior Gymnasts aged 12 to 15. Sport and Society. Iași: ”Altius Academy” Foundation. vol. 12(2). 2014: 208- 314.
44. Grigore V, Artistic Gymnastics – Theoretical Bases of Sports Training. “Semne” Publishing House. Bucharest. 2001:19-24.
45. Niculescu G. Artistic Gymnastics - Theoretical and Methodical Reference Points. “Arvin Press” Publishing House. Bucharest. 2003:29-319.
46. Rasch, P (1989). Kinesiology and Applied Anatomy. Philadelphia: Lea και Febiger
47. Cornelius, W. L., Jackson, W και Hagemann Jr, R. W, A study on placement of streching within a workout. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, (1988): 28 (3), 234.
48. Prentice, W. E. Τεχνικές αποκατάστασης αθλητικών κακώσεων ,Αθήνα: Παρισιάνου Α.Ε. 2007: (570-623). Ξενόγλωσση βιβλιογραφία
49. Shellock, F G και Prentice, W. E.Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. Sports Medicine, (1985): 2, 267-278.
50. Roca J¹, Burgos F, Sunyer J, Saez M, Chinn S, Antó JM, Rodríguez-Roisin R, Quanjer PH, Nowak D, Burney P, Eur Respir J ,References values for forced spirometry. Group of the European Community Respiratory Health Survey1998 Jun;11(6):1354-62.