



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΣΕ
ΑΛΜΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΨΗ»**

**Μανιού Βασιλική
201000348**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δόντη Ολύβια

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2021

© Copyright
Μανιού Βασιλική
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Έκφραση Ευχαριστιών

Θα ήθελα να πω, ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους ανθρώπους που με βοήθησαν με την άμεση ανταπόκρισή τους στη διεξαγωγή και συγγραφή της έρευνας, καθώς ήταν πάντα πρόθυμοι με εξαιρετική υπομονή και ευγένεια να απαντήσουν σε οποιαδήποτε απορία μου!

Ξεκινώ με την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ.Ολύβια Δόντη, ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ για την έμπνευση, την υποστήριξη και την καθοδήγησή της σε μία αρκετά δύσκολη περίοδο που διανύουμε! Συνεχίζω με τη φίλη και συναθλήτρια Βασιλική Γάσπαρη, ένα εξίσου μεγάλο ευχαριστώ για την υπομονή και την βοήθειά της στις αναρίθμητες ερωτήσεις μου σε αρκετά περασμένες ώρες της ημέρας! Ευχαριστώ επίσης τους ανθρώπους που βοήθησαν με τις μετρήσεις των αθλητριών, τους συμφοιτητές Ιόλη Πανίδα και Γρηγόρη Κωνσταντακόπουλο για τις σαφείς οδηγίες και τον όμορφο τρόπο προσέγγισης τους στα παιδιά!

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να πω στις μικρές μου αθλήτριες που κατέβαλαν εξαιρετική προσπάθεια για την ακριβή διεξαγωγή της έρευνας ακούγοντας και υλοποιώντας την κάθε οδηγία που τους δόθηκε! Ένα τεράστιο ευχαριστώ τέλος οφείλω στα δύο μικρά πλασματάκια μου που με τον ήσυχο του ύπνο ο ένας με βοηθούσε να συγκεντρωθώ και ο άλλος με τα γλυκά χτυπηματάκια στην κοιλιά μου, μου έδινε δύναμη στις δύσκολες ώρες της εργασίας!

ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΣΕ ΑΛΜΑΤΑ ΒΑΘΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΎΨΗ

Περίληψη

Τα σύνθετα τεχνικά στοιχεία με φάση πτήσης που εκτελούνται από τις αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής απαιτούν υψηλό επίπεδο μυϊκής ισχύος, το οποίο αναπτύσσεται από μικρή ηλικία με πλειομετρική προπόνηση. Ωστόσο, ακατάλληλη επιλογή του ύψους πτώσης των αλμάτων που εκτελούνται στην πλειομετρική προπόνηση μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση των αθλητριών και να αυξήσει τον κίνδυνο τραυματισμού. Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσει την απόδοση αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής σε άλματα βάθους από διαφορετικά ύψη. Δεκαεννέα έφηβες αθλήτριες εθνικού επιπέδου (ηλικία 12.5 ± 1.5 έτη, ανάστημα 151 ± 10 cm, μάζα σώματος 42 ± 11 kg, προπονητική εμπειρία 6.5 ± 1.5 έτη) πήραν μέρος σε αυτήν τη μελέτη. Τα άλματα βάθους πραγματοποιήθηκαν από ύψη 20, 40 και 60 cm. Καταγράφηκαν το ύψος άλματος, ο χρόνος πτήσης και ο χρόνος επαφής με το έδαφος. Επιπλέον, μετρήθηκε η ισχύς ομαλοποιημένη με τη σωματική μάζα και ο δείκτης δύναμης αντίδρασης (Reactive Strength Index; RSI) ο οποίος υπολογίστηκε από τον λόγο του ύψους άλματος προς τον χρόνο επαφής με το έδαφος. Οι διαφορές στις υπό εξέταση μεταβλητές για κάθε ύψος πτώσης εξετάστηκαν με Ανάλυσης Διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA). Το ύψος άλματος δεν διέφερε ανάμεσα στα διαφορετικά ύψη πτώσης από 20, 40 και 60 cm ($21,2 \pm 4,1$, $21,0 \pm 4,1$ και $20,6 \pm 3,7$ cm αντίστοιχα, $p > 0,05$). Όσον αφορά τον δείκτη δύναμης αντίδρασης και τον χρόνο επαφής με το έδαφος, οι αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους σε πτώση από ύψος 40cm ($0,757 \pm 0,281$ m/s, $p = 0,002$ και $0,298 \pm 0,074$ s, $p = 0,030$ αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι παρόλο που η επίδοση των αλμάτων βάθους ήταν παρόμοια από όλα τα ύψη πτώσης, το ύψος των 40 cm εμφάνισε τον υψηλότερο δείκτη δύναμης αντίδρασης και τον συντομότερο χρόνο επαφής με το έδαφος και φαίνεται ως πιο κατάλληλο για την αποτελεσματική προπόνηση αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής.

Λέξεις κλειδιά: *εφηβική ηλικία, γυμναστική, μυϊκή ισχύς, δείκτης δύναμης αντίδρασης*

PERFORMANCE OF RHYTHMIC GYMNASTS IN DROP JUMPS PERFORMED FROM DIFFERENT HEIGHTS

Abstract

Complex technical skills performed by rhythmic gymnasts during flight require high power output acquired from a young age through plyometric training. However, inappropriate selection of drop height could have a negative effect on jumping performance and increase injury risk of gymnasts and in particular in young age. The purpose of this study was to examine drop-jump performance of female gymnasts from different heights. Nineteen adolescent national level rhythmic gymnasts (age 12.5 ± 1.5 years, height 151 ± 10 cm, body mass 42 ± 11 kg, training experience 6.5 ± 1.5 years) took part in this study. Drop-jumps were performed from 20, 40, and 60 cm heights. Gymnasts were instructed to keep the contact time with the ground as short as possible. Drop-jump height, flight time, and contact time were recorded. In addition, power normalized for body mass weight and reactive strength index (RSI: jump height divided by contact time) were calculated. Differences between drop-jump performances were tested for significance using a one-way ANOVA. Drop-jump height did not differ between different drop-jump heights (21.2 ± 4.1 , 21.0 ± 4.1 and 20.6 ± 3.7 cm, respectively, $p > 0.05$). Gymnasts reached their best performance in RSI and contact time during drop jumps from a height of 40 cm (0.757 ± 0.281 m/s, $p = 0.002$ and 0.298 ± 0.074 s, $p = 0.030$ respectively). Although jumping height was similar during drop jumps from all three heights, the jump height that confers the higher RSI and shorter CT should be used for training in rhythmic gymnasts.

Keywords: *adolescence, gymnastics, muscle power, reactive strength index*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στην ελληνική γλώσσα	iv
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα (Abstract).....	v
Πίνακας Περιεχομένων.....	vi
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	viii

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....1

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος	1
1.2 Σημασία της έρευνας	2
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	3
1.3.1 Ερωτήματα.....	3
1.3.2 Υποθέσεις	3
1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας.....	3
1.5 Διευκρινήσεις όρων.....	3

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ5

2.1 Ρυθμική Γυμναστική.....	5
2.2 Παράμετροι απόδοσης στη Ρυθμική Γυμναστική	6
2.2.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	6
2.2.2 Φυσικές Ικανότητες στη Ρυθμική Γυμναστική.....	7
2.2.3.Ευλυγισία.....	7
2.2.4 Ισορροπία.....	9
2.2.5 Ευκινησία.....	10
2.2.6 Μυϊκή αντοχή	11
2.2.7 Μυϊκή δύναμη.....	11
2.2.8 Μυϊκή Ισχύς / Αλτικότητα.....	14

2.3 Παράμετροι απόδοσης στο άλμα βάθους.....	16
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	19
3.1. Συμμετέχουσες	19
3.2. Πειραματική διαδικασία	19
3.3 Μετρήσεις	20
3.3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	20
3.3.2 Αξιολόγηση αλμάτων βάθους.....	21
3.4 Στατιστική Ανάλυση	23
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
4.1. Ύψος άλματος βάθους.....	24
4.2. Δείκτης δύναμης αντίδρασης και χρόνος επαφής με το έδαφος	24
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	25
VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	28
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	30
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Error! Bookmark not defined.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

CMJ	Counter Movement Jump	Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση
DJ	Drop Jump	Άλμα βάθους
SJ	Squat Jump	Άλμα από ημικάθισμα
MO	Maturity Offset	Χρονική Απόσταση από την Ηλικία Ταχείας Ανάπτυξης του Αναστήματος
BMI	Body Mass Index	Δείκτης Μάζας Σώματος
min	Minutes	Λεπτά
Sec	Seconds	Δευτερόλεπτα
Kg	Kilograms	Κιλά

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η Ρυθμική γυμναστική είναι ένα σύνθετο άθλημα το οποίο χαρακτηρίζεται από την ποικιλομορφία των δεξιοτήτων και τις υψηλού βαθμού δυσκολίας ασκήσεις που εκτελούνται (Georgopoulos et al., 2012). Μία αθλήτρια ρυθμικής γυμναστικής μπορεί να φτάσει σε υψηλό επίπεδο απόδοσης όταν μπορεί να εκτελέσει τις εξειδικευμένες ασκήσεις του αθλήματος αναπτύσσοντας τόσο τις φυσικές της ικανότητες σε βέλτιστο βαθμό όσο και τον επιδέξιο χειρισμό των οργάνων σύμφωνα με τον Διεθνή Κώδικα Βαθμολογίας (Radaš & Bobić, 2011).

Η μυϊκή ισχύς, η ταχύτητα δηλαδή στην οποία αναπτύσσεται η δύναμη είναι μία πολύ σημαντική ιδιότητα των μυών και καθοριστική σε πολλά αθλήματα που χαρακτηρίζονται από εκτέλεση σύνθετων στοιχείων με φάση πτήσης (Brooks, 2003). Η ρυθμική γυμναστική είναι ένα από αυτά τα αθλήματα, καθώς οι αθλήτριες πρέπει να εκτελούν δύσκολους συνδυασμούς αλμάτων στη σύνθεση των προγραμμάτων τους και ιδιαίτερα, σειρές από άλματα υψηλής βαθμολογικής αξίας. Για αυτόν το λόγο, από μικρή ηλικία, οι αθλήτριες εκτελούν πλειομετρική προπόνηση με στόχο τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων (Kubo et al., 2001).

Τα άλματα βάθους είναι ένας τύπος αλμάτων τα οποία περιλαμβάνονται σε κάθε τυπικό πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης. Επίσης, είναι και ένας αξιόπιστος τρόπος μέτρησης της ισχύος των κάτω άκρων των αθλητριών, του ύψους του άλματος, του χρόνου πτήσης και του χρόνου επαφής με το έδαφος (Bobbert et al., 1987). Τα στοιχεία αυτά παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σε προπονητές και αθλήτριες τόσο για την ανάπτυξη των ικανοτήτων δύναμης και ισχύος των κάτω άκρων όσο και για παραμέτρους τεχνικής εκτέλεσης (Bobbert et al., 1987, Walsh et al., 1997). Ωστόσο, οι κρουστικές και συνθλιπτικές δυνάμεις που ασκούνται στο μυοσκελετικό σύστημα των αθλητριών κατά τα άλματα βάθους είναι πιθανόν να δημιουργήσουν τραυματισμούς και ιδιαίτερα σε αθλήτριες αναπτυξιακών ηλικιών (Peng, 2011). Συνεπώς, είναι πολύ σημαντικό για τις προπονήτριες να γνωρίζουν το βέλτιστο ύψος από το οποίο πρέπει να εκτελεστούν τα άλματα βάθους κατά την προπόνηση των αθλητριών, τόσο για την αποφυγή των

τραυματισμών όσο και για τον σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού προγράμματος προπόνησης ισχύος των κάτω άκρων.

Η απόδοση του άλματος στο άλμα βάθους ωστόσο, εξαρτάται από το ύψος πτώσης. Έχει βρεθεί ότι με την αύξηση του ύψους πτώσης, η επίδοση (ύψος άλματος) αρχικά αυξάνει, σταδιακά σταθεροποιείται και κατόπιν μειώνεται (Komi & Bosco, 1978, Voigt et al., 1995). Η μείωση αυτή της απόδοσης, λόγω της υπερβολικής αύξησης του ύψους πτώσης, προκαλείται κυρίως από το κεντρικό νευρικό σύστημα για λόγους προστασίας του μυοτενόντιου συμπλέγματος. Συνεπώς, σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσει την απόδοση των αλμάτων βάθους από ύψος 20 cm, 40 cm, 60 cm -ύψη τα όποια χρησιμοποιούνται στην προπονητική πρακτική- προκειμένου να εντοπιστεί το κατάλληλο ύψος πτώσης για τη βελτίωση παραμέτρων των αλμάτων των αθλητριών.

1.2 Σημασία της έρευνας

Όπως προαναφέρθηκε, τα άλματα βάθους είναι ένας τύπος αλμάτων τα οποία περιλαμβάνονται σε κάθε σχεδόν πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης που ακολουθούν οι αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής. Ωστόσο, ακατάλληλη επιλογή του ύψους κατά τα άλματα βάθους είναι πιθανόν να δημιουργήσει τραυματισμούς. Με την αύξηση του ύψους πτώσης, το ύψος άλματος αρχικά αυξάνεται και κατόπιν μειώνεται (Komi & Bosco, 1978, Voigt et al., 1995). Η μείωση αυτή της απόδοσης στο ύψος του άλματος, προκαλείται κυρίως από το κεντρικό νευρικό σύστημα για λόγους προστασίας του μυοτενόντιου συμπλέγματος από την υπερβολική αύξηση της ταχύτητας επιμήκυνσής τους του αλλά και της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας. Όλη αυτή η διαδικασία επιφέρει με την σειρά της, μια σειρά ανασταλτικών αντανεκλαστικών μηχανισμών (Leukel et al., 2008). Για τον παραπάνω λόγο άλλωστε, τόσο στα παιδιά, όσο και στους ενήλικες, με την αύξηση του ύψους πτώσης παρατηρείται μια μείωση της σκληρότητας του μυοτενόντιου συμπλέγματος και αύξηση του χρόνου επαφής με το έδαφος (Αδαμόπουλος, 2017, Peng, 2011). Με τον τρόπο αυτό, γίνεται το μυοτενόντιο σύμπλεγμα πιο ελαστικό, προκειμένου να απορροφά αποτελεσματικά τους κραδασμούς της εδαφικής αντίδρασης και πιθανόν να μειώνονται οι τραυματισμοί των κάτω άκρων. Επομένως, η σημασία της παρούσας μελέτης έγκειται στο γεγονός, ότι τα ύψη πτώσης τα οποία μέσα από τη μελέτη θα προσδιοριστούν και θα πρέπει να επιλέγονται, θα επιφέρουν βέλτιστο ύψος αναπήδησης,

με μικρό χρόνο επαφής με το έδαφος για να μην προκαλούνται ανασταλτικές νευρικές αντιδράσεις και πιθανόν τροποποίηση της τεχνικής του άλματος.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

1.3.1 Ερωτήματα

Ερώτημα 1^ο: θα υπάρχει διαφορά στο ύψος άλματος ανάλογα με το ύψος πτώσης (20,40 και 60 cm) ;

Ερώτημα 2^ο: θα υπάρχει διαφορά στον χρόνο επαφής των αθλητριών με το έδαφος ανάλογα με το ύψος πτώσης (20, 40 και 60 cm) ;

1.3.2 Υποθέσεις

Υπόθεση I: Το ύψος άλματος των αθλητριών θα είναι μεγαλύτερο από τα 40 cm σε σχέση με τα 20 ή τα 60 cm.

Υπόθεση II: Ο χρόνος επαφής με το έδαφος θα είναι μικρότερος από τα τα 40 cm σε σχέση με τα 20 ή τα 60 cm.

1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Περιορισμό της έρευνας αποτελεί ο περιορισμένος αριθμός συμμετεχουσών ωστόσο, οι συμμετέχουσες είναι αθλήτριες με χρόνιες προσαρμογές, σε συγκεκριμένα προπονητικά ερεθίσματα και αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής.

Ως προϋποθέσεις συμμετοχής, τέθηκε το υψηλό επίπεδο και η προπονητική εμπειρία προκειμένου να είναι αντιπροσωπευτικά χρόνιων προσαρμογών, για όλες τις αθλήτριες. Επίσης, έπρεπε οι αθλήτριες να είναι υγιείς και χωρίς τραυματισμούς στα κάτω άκρα, τους τελευταίους έξι μήνες.

1.5 Διευκρινήσεις όρων

Μυϊκή ισχύς: ως μυϊκή ισχύς ορίζεται η ικανότητα ενός μυός να παράγει δύναμη όσο το δυνατόν ταχύτερα, ενάντια σε εξωτερικά φορτία.

Μυϊκή δύναμη: ως μυϊκή δύναμη ορίζεται το μέγεθος του εξωτερικού φορτίου που μπορεί να υπερνικηθεί μέσα από την εργασία του μυός ή μίας ομάδας μυών, εκτελώντας ένα συγκεκριμένο κινητικό πρότυπο, με μία συγκεκριμένη ταχύτητα

Κατακόρυφο άλμα με προδιάταση: αποτελεί έμμεσο τρόπο προσδιορισμού της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων και ειδικά στα παιδιά. Εκτελείται από όρθια θέση, με τα χέρια στη μεσολαβή. Οι αθλητές θα πρέπει να προσγειωθούν στο σημείο από το οποίο απογειώθηκαν

Άλμα βάθους: Η εκτέλεση του άλματος βάθους ξεκινάει με το άτομο πάνω σε μία υπερυψωμένη πλατφόρμα με τα χέρια στη μεσολαβή, από τη θέση αυτή πέφτει στο έδαφος, με την κρούση στο έδαφος το άτομο καλείται να εκτελέσει όσο δυνατόν μεγαλύτερο άλμα.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Ρυθμική Γυμναστική

Ως απαρχή της γυμναστικής μπορεί να θεωρηθεί εκείνη η χρονική στιγμή, που ο άνθρωπος μεταβαίνει από την ασυνείδητη και αυθόρμητη κίνηση της καθημερινότητας στη συνειδητή και μεθοδευμένη γυμναστική άσκηση και τη χρησιμοποιεί με στόχο να βελτιώσει τη σωματική του κατάσταση και να αναπτύξει την τεχνική των διαφόρων αθλητικών δραστηριοτήτων. Ο Φιλόστρατος ως αρχή της γυμναστικής θεωρεί αυτήν την ίδια τη φύση του ανθρώπου και την έμφυτη διάθεση που έχει να κινείται (Κιτρινιάρης 1961).

Η ρυθμική γυμναστική γεννήθηκε το 1934 στο Ινστιτούτο φυσικής αγωγής «Π.Φ. Λέσγκαρτ» όπου άρχισε να λειτουργεί η «Ανώτατη σχολή Ρυθμικής Κίνησης», ενώ το βασικό μάθημα της σχετικής προετοιμασίας των φοιτητών ονομάστηκε ρυθμική γυμναστική. Το 1980 είναι μία χρονιά ορόσημο για τη ρυθμική γυμναστική μετά την ολοκλήρωση των 23^{ου} Ολυμπιακών Αγώνων της Μόσχας, η Διεθνής Ολυμπιακή Επιτροπή αποφάσισε να συμπεριλάβει τη ρυθμική γυμναστική στα Ολυμπιακά Αγωνίσματα. Έτσι λοιπόν, έκανε την πρώτη της εμφάνιση ως επίσημο άθλημα, στους Ολυμπιακούς Αγώνες του 1984.

Η ρυθμική γυμναστική σαν αισθητικό άθλημα χαρακτηρίζεται από τη συνθετότητα των δεξιοτήτων που περιλαμβάνει. Οι ασκήσεις σε αυτό το άθλημα απαιτούν υψηλό επίπεδο συντονισμού μεταξύ των μελών του σώματος και των φορητών οργάνων (Jastrjembaskaia & Titon, 1999). Μια αθλήτρια Ρυθμικής μπορεί να φθάσει σε εξαιρετικό επίπεδο απόδοσης όταν είναι ικανή να εκτελέσει τις εξειδικευμένες ασκήσεις του αθλήματος, επιδεικνύοντας τόσο τις φυσικές της ικανότητες σε μέγιστο βαθμό όσο και τον επιδέξιο χειρισμό των οργάνων με μαεστρία, σύμφωνα με τον Διεθνή κώδικα βαθμολογία (Radaš & Bobić, 2011). Επιδίωξη στην αθλητική προετοιμασία των αθλητριών της ρυθμικής γυμναστικής είναι η ανάπτυξη και τελειοποίηση των φυσικών χαρακτηριστικών. Ξεχωρίζουν έξι βασικές φυσικές ικανότητες οι οποίες είναι απαραίτητες για το άθλημα της ρυθμικής γυμναστικής: ευλυγισία, δύναμη, ταχύτητα, αλτικότητα, ισορροπία και αντοχή.

2.2 Παράμετροι απόδοσης στη Ρυθμική Γυμναστική

Το άθλημα της ρυθμικής γυμναστικής, όπως και κάθε άθλημα γυμναστικής, έχει συγκεκριμένες φυσιολογικές και βιομηχανικές απαιτήσεις, σύμφωνα με τις οποίες οι αθλητές προπονούνται (Kibler & Chandler, 2003), και συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έντασης και συχνότητας της προπόνησης τους, τα οποία συνήθως εντατικοποιούνται κατά την περίοδο των αγώνων (Radas & Trost-Bobic, 2011). Οι ικανότητες που επηρεάζουν την κινητική απόδοση μπορούν να διακριθούν σε γνωστικές, αντιληπτικές και κινητικές (Magill, 1998). Οι γνωστικές ικανότητες σχετίζονται με τις λειτουργίες της μνήμης (π.χ. ανάκληση των πληροφοριών), οι αντιληπτικές σχετίζονται με την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και με την ταχύτητα επεξεργασίας των πληροφοριών, ενώ οι κινητικές ικανότητες έχουν σχέση με την ταχύτητα και ακρίβεια των κινήσεων με λίγες ή καθόλου γνωστικές απαιτήσεις. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αθλητική τους εξέλιξη είναι κυρίως τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των αθλητριών και οι φυσικές τους ικανότητες η βιολογική και προπονητική τους ηλικία (εμπειρία) και ο προπονητικός όγκος (Avila-Carvalho, Klentrou, Daluz Palomero, & Lebre, 2012).

2.2.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Η σύσταση του σώματος (Maffulli et al., 1994) και του σωματότυπου επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση των αθλητών/τριών ρυθμικής γυμναστικής. Η σύσταση του σώματος αναφέρεται κυρίως στη λιπώδη και την άλιπη μάζα. Η λιπώδης μάζα, είναι το ποσοστό της συνολικής μάζας του σώματος που αποτελείται από το υποδόριο, το ενδομυϊκό και το ενδοσπλαχνικό λίπος, ενώ η άλιπη μάζα αναφέρεται στα υπόλοιπα στοιχεία (τα όργανα, τα οστά, τους μυς και τον συνδετικό ιστό) που αποτελούν μέχρι και το 70% του συνολικού βάρους του σώματος.

Με την άσκηση, παρατηρούνται αλλαγές κυρίως στη μυϊκή και στη λιπώδη μάζα, επηρεάζοντας την απόδοση των αθλητών/τριών (Wilmore & Costil, 1999). Γενικά, το χαμηλό ποσοστό λίπους ευνοεί το αγωνιστικό αποτέλεσμα (Tittel & Wutscherk, 1992). Εκφράζεται από ένα τρίπτυχο αριθμών που αφορούν τα ενδομορφικά, μεσομορφικά και εκτομορφικά στοιχεία, πάντα στην ίδια σειρά. Η ενδομορφία αναφέρεται στο λίπος, η μεσομορφία στη μυο-σκελετική στιβαρότητα και η εκτομορφία στην ισχύτητα του σώματος. Οι συγκεκριμένοι αριθμοί δείχνουν το μέγεθος των τριών συστατικών (Klentrou

& Plyley, 2003). Οι αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα λίπους και μακριά άκρα, στοιχεία που βοηθούν στη σωστή τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων (Georgopoulos, et al., 1999, Klentrou & Plyley, 2003).

2.2.2 Φυσικές Ικανότητες στη Ρυθμική Γυμναστική

Το επίπεδο της αθλητικής απόδοσης στα γυμναστικά αθλήματα (ρυθμική, ενόργανη και ακροβατική γυμναστική) εξαρτάται σημαντικά από την ικανότητα συντονισμού και την ευλυγισία (Maffulli, King, & Helms, 1994). Η μυϊκή αντοχή των άνω άκρων, των κοιλιακών και των ραχιαίων μυών (Lacordia, Godoy, Vale, Sposito-Araujo, & Dantas, 2011, Radaš & Bobić, 2011) σε ένα λεπτό, (Boraczynski, Boraczynski, Boraczynska, & Michels, 2013, Miletic et al., 2004) ή τριάντα δευτερόλεπτα (Plowman, 2014) η μυϊκή ισχύς και δύναμη και η αλτικότητα έχουν εξεταστεί ως σημαντικές φυσικές ικανότητες (Kochanowicz et al. , 2009, Leon-Prados et al., 2011, Zetaruk et al., 2006, Radaš & Bobić, 2011, Sleeper, Kenyon & Casey, 2012, Bobić & Radaš, 2010, Van Dieen et al., 2012) στην απόδοση των αθλητών/τριών της γυμναστικής. Η εκτέλεση ασκήσεων υψηλής τεχνικής, δυσκολίας και αισθητικής στα προγράμματά τους προϋποθέτει την ανάπτυξη φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών σε πολύ υψηλό βαθμό (Georgopoulos, et al., 2012).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι φυσικές ικανότητες οι οποίες καθορίζουν την απόδοση των αθλητριών της ρυθμικής γυμναστικής είναι:

1. Η ευλυγισία (Alter, 1996)
2. Η ισορροπία (Lindner et al., 1991, Peltenburg, Erich, Bernink, & Huisveld, 1982)
3. Η ευκινησία (Daly et al., 2001)/Ταχύτητα (Linder et al., 1991, Sands, McNeal, Borms, & Jemni, 2003),
4. Η μυϊκή αντοχή (Bradshaw & Le Rossignol, 2004)
5. Η μυϊκή δύναμη (Lindner, Caine, & Johns, 1991, Nelson, Guillory, Cornwell & Kokkonen, 2001, Sands, Caine & Borms, 2003)
6. Η μυϊκή ισχύς (Bencke, et al., 2002) / Αλτικότητα

2.2.3. Ευλυγισία

Η προπόνηση ευλυγισίας με στόχο τη διάταση των μυών του ανθρώπινου σώματος και την αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, αποτελεί διαδεδομένη πρακτική σχεδόν

σε όλες τις αθλητικές δραστηριότητες (Alter, 1998, 2004, Gleim & McHugh, 1997). Για τους περισσότερους αθλητές, και ιδιαίτερα σε αθλήματα που απαιτούν μεγάλο εύρος κίνησης όπως η ρυθμική γυμναστική και ο χορός, η προπόνηση ευλυγισίας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι προετοιμασίας για τη βελτίωση της απόδοσής τους και τη μείωση της συχνότητας τραυματισμών (Behm et al., 2016, Da Costa & Vieira, 2008, Sands et al., 2016, Douda et al., 2008). Η σημασία της ευλυγισίας για την προετοιμασία νέων αθλητών είναι εξειδικευμένη ανάλογα με το άθλημα. Κύριος στόχος της προπόνησης ευλυγισίας είναι η απόκτηση βέλτιστου και όχι μέγιστου εύρους κίνησης, ανάλογα με το άθλημα και την ηλικία.

Ως ευλυγισία ορίζεται η ικανότητα κίνησης στο μέγιστο εύρος μιας άρθρωσης ή μιας σειράς αρθρώσεων (Altung, Fox, & Methews, 1974, Gambetta, 1996, Hoolahan, 1990, Quinn, 1990) και θεωρείται απαραίτητο στοιχείο της φυσικής κατάστασης τόσο στην καθημερινή όσο και στην αθλητική απόδοση (Chu & Vermeil, 1983, Dubs & Gschwend, 1988). Υπάρχουν πέντε κύριες μέθοδοι διατάσεων για την προπόνηση της ευλυγισίας: η στατική, η ενεργητική, η βαλλιστική και δυο μορφές νευρομυϊκής ιδιοδεκτικής διευκόλυνσης: σύσπαση-χάλαση και σύσπαση-χάλαση-σύσπαση (Alter, 1998). Από αυτές σημαντικές για το άθλημα της ρυθμικής γυμναστικής είναι οι στατικές, οι δυναμικές και οι βαλλιστικές διατάσεις. Με τις στατικές διατάσεις αυξάνει το μόνιμο εύρος κίνησης των αρθρώσεων. Οι δυναμικές διατάσεις οι οποίες εκπαιδεύουν την κίνηση κατά το ενεργητικό της εύρος χρησιμοποιούνται σε αρκετές περιπτώσεις ως μέρος της προθέρμανσης (Fletcher & Monte-Colombo, 2010), εξαιτίας της ομοιότητας των κινήσεων με τις ασκήσεις που θα ακολουθήσουν (Torres et al., 2020) και συμβάλλουν στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και ισχύος (Hough, Poss, & Howatson, 2009, Yamaguchi & Ishii, 2005). Τέλος, οι βαλλιστικές διατάσεις, θεωρείται ότι αναπαράγουν πιστά ορισμένες χορευτικές κινήσεις όπως το grand battement και το split jump (Deigham, 2005) προετοιμάζοντας τον μυ για τις εκρηκτικές κινήσεις των αλμάτων.

Επιπλέον, στο άθλημα της ρυθμικής γυμναστικής (Ciullo & Jackson, 1985) όπως και στον χορό (Micheli, 1983) εκτελούνται επαναλαμβανόμενες σε εύρος και ταχύτητα συστροφές και κάμψεις της σπονδυλικής στήλης. Η ρυθμική γυμναστική, ενσωματώνει στοιχεία τόσο από τη γυμναστική όσο και από τον χορό και προϋποθέτει σημαντικά επίπεδα ευλυγισίας κυρίως σε υπερεκτάσεις στο χαμηλότερο μέρος της σπονδυλικής

στήλης. Δεν είναι τυχαίο που το 25% των τραυματισμών των αθλητριών, αφορούν στην οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, ενώ το 24% των περιστατικών χρήζει ιατρικής εκτίμησης (Hutchinson, 1999). Για να αποφευχθούν οι τραυματισμοί, η προπόνηση θα πρέπει να επικεντρώνεται στη σωστή τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων αυξάνοντας τη δύναμη των μυών του κοιλιακού τοιχώματος και τον βαθμό ευλυγισίας των ισχίων, του άνω και κάτω μέρους της οσφυϊκής μοίρας, όπως επίσης και της θωρακικής μοίρας μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τα φορτία που δέχεται η οσφυϊκή μοίρα (Hutchinson, 1999). Η Διεθνής Ομοσπονδία Γυμναστικής (F.I.G) αναγνωρίζοντας την έκταση του προβλήματος περιόρισε τον αριθμό των υπερεκτάσεων που πρέπει να εκτελούν στα προγράμματά τους οι αθλήτριες στους επίσημους αγώνες με τροποποίηση του Κώδικα Βαθμολογίας σε αυτά τα στοιχεία (Hutchinson, 1999).

2.2.4 Ισορροπία

Η ικανότητα της διατήρησης της ισορροπίας του σώματος (στατική) και η διατήρηση ή η ανάκτηση αυτής της θέσης (δυναμική) κατά την κίνηση ή αμέσως μετά την κίνηση αναφέρεται ως ικανότητα ισορροπίας (Raczek, Mynarski, & Ljach, 2003). Επιπρόσθετα, οι αθλήτριες της γυμναστικής έχουν αναπτυγμένο τον έλεγχο τους σώματός τους και επομένως καλύτερη στάση σώματος (Carrick, Oggero, Pagnacco, Brock, & Arikan, 2007, Gautier et al., 2008). Ο έλεγχος της στάσης του σώματος μπορεί να οριστεί στατικά ως η ικανότητα να διατηρηθεί η βάση στήριξης με ελάχιστη κίνηση και δυναμικά ως η ικανότητα να εκτελεστεί μια εργασία διατηρώντας παράλληλα μια σταθερή θέση (Winter, Palta, & Frank, 1990). Η καλή ισορροπία είναι αποτέλεσμα αφενός των επαναλαμβανομένων προπονητικών εμπειριών, οι οποίες επηρεάζουν τις κινητικές απαντήσεις (Balter, Stokroos, Akkermans, & Kingma, 2004) και αφετέρου της ικανότητας του αθλητή να ανταποκριθεί σε ιδιοδεκτικά και οπτικά ερεθίσματα (Ashton-Miller, Wojtys, Huston, & Fry-Welch, 2001). Η δυνατότητα του σώματός μας να ισορροπήσει επηρεάζεται άμεσα από το νευρικό σύστημα και τις αισθήσεις.

Οι ισορροπίες είναι μια από τις βασικές ομάδες σωματικών ασκήσεων της Ρυθμικής γυμναστικής. Δίνουν στη σύνθεση αισθητικά και όμορφα στοιχεία, αλλά, και την εικόνα της σιγουριάς και του ελέγχου ολόκληρου του σώματος. Ωστόσο, σε καμιά περίπτωση, τα στοιχεία της ισορροπίας δεν πρέπει να διακόπτουν τη συνέχεια μιας σύνθεσης αλλά θα

πρέπει να δείχνουν τον αυτοέλεγχο της αθλήτριας. Η δυσκολία εκτέλεσης τους είναι μεγάλη λόγω των πολύ μικρών σημείων στήριξης του σώματος στη διάρκειά τους με αποτέλεσμα η σωστή εκτέλεσή τους να διαφοροποιεί το επίπεδο των ασκουμένων.

Για την επιτυχή εκτέλεση μιας ισορροπίας, πρέπει να συνεργαστεί ολόκληρο το μυϊκό σύστημα του σώματος. Στη διάρκειά της το κέντρο βάρους του σώματος πρέπει να είναι ακριβώς πάνω από το σημείο στήριξης. Οι άξονες των ώμων και των ισχίων να είναι παράλληλοι, χωρίς ανόρθωση των ώμων. Η γραμμή του σώματος να είναι ακριβής και το κεφάλι σε αρμονική συνέχεια αυτής της γραμμής. Το σώμα σε ένταση και κάτω από πλήρη μυϊκό έλεγχο. Οποιαδήποτε, έστω και μικρή κίνηση χαλάρωσης θα δημιουργήσει μια αστάθεια και θα βγάλει το σώμα από τη θέση ισορροπίας. Όπως επίσης και οι στροφές, από τα πιο θεαματικά στοιχεία της σύνθεσης των προγραμμάτων της ρυθμικής γυμναστικής απαιτούν την τελειοποίηση του σωματικού ελέγχου και την ανάπτυξη του του ελέγχου των κέντρων ισορροπίας του σώματος.

2.2.5 Ευκινησία

Ως ευκινησία ορίζεται η ικανότητα η οποία επιτρέπει σε έναν αθλητή να επιταχύνει, επιβραδύνει και να αλλάζει γρήγορα κατεύθυνση ενώ ταυτόχρονα αντιδρά σε κάποιο ερέθισμα, (Verstegen & Marrcello, 2001). Η ευκινησία συμπεριλαμβάνει συγκεκριμένες γνωστικές ικανότητες, εξοικείωση σε ξαφνικά ή συνεχή ερεθίσματα, όπως η ικανότητα λήψης μιας γρήγορης απόφασης (Young & Farrow, 2006), αλλά και ορισμένες φυσικές ικανότητες όπως είναι η γραμμική ταχύτητα και η ταχύτητα στις αλλαγές κατεύθυνσης (Young & Farrow, 2006).

Στη ρυθμική γυμναστική, η ικανότητα της ευκινησίας συγκαταλέγεται ως σημαντική παράμετρος στην ειδική προετοιμασία των αθλητριών για την επίτευξη της βέλτιστης απόδοσής τους (Miletic et al., 2004), εύρημα λογικό αν ληφθεί υπόψη ότι, ενώ ο χρόνος εκτέλεσης των αθλητριών στους αγώνες έχει παραμείνει ο ίδιος (60-90 sec), τα προγράμματα έχουν εμπλουτιστεί με πολύ περισσότερα και πιο δύσκολα στοιχεία, γεγονός που σημαίνει ότι οι ασκήσεις πρέπει να εκτελεστούν με μεγάλη ακρίβεια και ταυτόχρονα με μεγάλη ταχύτητα αλλάζοντας επίπεδο και κατεύθυνση στον χώρο (Giannitsopoulou, Zisi, & Kioumourtzoglou, 2003).

2.2.6 Μυϊκή αντοχή

Ως μυϊκή αντοχή ορίζεται η ποσότητα της δύναμης που ένας μυς ή μια ομάδα μυών μπορεί να διατηρήσει πριν το σημείο της κόπωσης (Bigland & Ritchie, 1984), η ικανότητα σταθεροποίησης της κίνησης για μεγάλο χρονικό διάστημα και η ικανότητα επαναλαμβανόμενων μυϊκών συσπάσεων (Kayihan, 2014, Plowman, 2014).

Στη ρυθμική γυμναστική, η αθλητική απόδοση βελτιώνεται αναπτύσσοντας τη μυϊκή αντοχή και εφαρμόζοντας μεθόδους νευρομυϊκής ιδιοδεκτικής διευκόλυνσης των μυών (Bird, Tarpenning, & Marino, 2005). Γι' αυτό στον αθλητικό προγραμματισμό (πχ. αύξηση της μυϊκής ισχύος και αντοχής) οι προπονητές πρέπει να συμπεριλάβουν έναν συνδυασμό λειτουργικών και προπονητικών επιβαρύνσεων που αφορούν στη λειτουργία των μυών, στη μυϊκή επιβάρυνση, στην επιλογή, τον αριθμό και τη σειρά των ασκήσεων, στην ταχύτητα επανάληψης της άσκησης και τέλος στο χρονικό διάστημα που χρειάζονται οι αθλητές για να ξεκουραστούν (Bird, et al., 2005).

2.2.7 Μυϊκή δύναμη

Ως δύναμη ορίζεται η ικανότητα του ανθρώπου να επενεργεί σε εξωτερικές δυνάμεις, ή στο ίδιο το βάρος του σώματός του (Matveev et al., 1961). Η μυϊκή δύναμη αποτελεί βασικό στοιχείο της ανθρώπινης δραστηριότητας καθώς εμπλέκεται σε κάθε μορφή κίνησης, αθλητικής ή καθημερινής δραστηριότητας. Η δύναμη αυξάνεται σταδιακά κατά την αναπτυξιακή περίοδο και υπάρχουν αντικρουόμενα δεδομένα για τη χρονική στιγμή που γίνονται έκδηλες οι διαφορές φύλου (Malina et al., 2004). Η ωρίμανση, ως ανεξάρτητος παράγοντας, παίζει σημαντικότερο ρόλο στην ανάπτυξη της δύναμης και αποτελεί καλύτερο δείκτη πρόβλεψής της από ότι η χρονολογική ηλικία ενώ έρευνες επιβεβαιώνουν την αναγκαιότητα αξιολόγησής της πριν από οποιαδήποτε σύγκριση της δύναμης στα παιδιά.

Η δύναμη εξαρτάται από την ποσότητα της μυϊκής μάζας (MacDougall et al., 1986). Κατά την αναπτυξιακή περίοδο, παρατηρούνται μορφολογικές αλλαγές στους σκελετικούς μύες που αυξάνονται σε μέγεθος και ευθύνονται κατά ένα μεγάλο μέρος για τις αυξήσεις της δύναμης που παρατηρούνται καθώς τα παιδιά αναπτύσσονται (Fukunaga et al., 2014, Gillen et al., 2019, Pitcher et al., 2012, Tonson et al., 2008). Ένας τρόπος για να ελεγχθεί η επίδραση της μυϊκής μάζας στην ανάπτυξη της δύναμης είναι απλά να εκφραστεί η

δύναμη ως προς κάποιο μυϊκό μέγεθος (άλιπη μάζα, ανατομική κάθετη διατομή, όγκος μυός, φυσιολογική κάθετη διατομή κ.λ.π.) δηλαδή σε σχετικές τιμές, όπως προαναφέρθηκε.

Η ικανότητα παραγωγής δύναμης είναι μικρότερη στα παιδιά σε σύγκριση με τους εφήβους και τους ενήλικες και αυτή η αδυναμία έχει αποδοθεί τόσο σε διαφορές στη μυϊκή μάζα όσο και σε διαφορές στην αρχιτεκτονική των μυών (Kubo et al., 2014) και στη μυϊκή ενεργοποίηση (Dotan et al., 2012). Η αρχιτεκτονική του μυός αφορά παραμέτρους όπως το μήκος των μυϊκών ινών, τη γωνία πρόσφυσης των μυϊκών ινών στον τένοντα και τη μυϊκή πυκνότητα (Blazevich, 2006) και είναι σημαντική γιατί επηρεάζει τη μυϊκή λειτουργία και την ταχύτητα σύσπασης (Lieber & Fridén, 2000). Προηγούμενες έρευνες ανέφεραν ότι τα παιδιά παρουσιάζουν μικρότερη μυϊκή πυκνότητα από τους εφήβους και τους ενήλικες και μικρότερο μήκος μυϊκών ινών το οποίο φαίνεται ότι αυξάνεται μέχρι την ηλικία των 15 ετών και μετά σταθεροποιείται (Kubo et al., 2014). Η γωνία πρόσφυσης των εκτεινόντων μυών του γόνατος εκφρασμένη ως προς το μήκος μηρού μένει σταθερή κατά την ανάπτυξη ενώ του γαστροκνημίου αναπτύσσεται μέχρι το εφηβικό άλμα και παίρνει τελικές τιμές με την ενηλικίωση (Binzoni et al., 2001). Γενικά οι αλλαγές της αρχιτεκτονικής των μυών (μυϊκή πυκνότητα, μήκος μυϊκών ινών, γωνία πρόσφυσης) με την ωρίμανση (Radnor et al., 2020) καθιστούν τους μύες των παιδιών σταδιακά πιο ικανούς να παράγουν μεγαλύτερη δύναμη αλλά και ισχύ.

Οι βασικές μορφές μυϊκής δύναμης είναι η αντοχή στη δύναμη, η μέγιστη δύναμη και η ταχυδύναμη (Matveev et al., 1961). Συγκεκριμένα η ταχυδύναμη είναι η ικανότητα επίτευξης όσο το δυνατόν πιο υψηλής τιμής δύναμης στο διαθέσιμο χρόνο, καθώς επίσης και η μεταφορά δύναμης σε ένα όργανο χωρίς χρονικό περιορισμό. Η ταχυδύναμη αναπτύσσεται με τη μέθοδο εκρηκτικών επαναλήψεων και με την πλειομετρική μέθοδο (Black, 2015).

Η μυϊκή δύναμη είναι ίση με την ένταση που μπορεί να αναπτύξει ένας μυς κατά την σύσπαση του (Matveev et al., 1961). Μέσα από μια γενική θεώρηση των τελευταίων ερευνών που αφορούν στη μυϊκή δύναμη, παρατηρείται ότι αυτή, εξαρτάται όχι μόνο από την μυϊκή μάζα αλλά και από φυσιολογικούς, βιοχημικούς και ψυχολογικούς παράγοντες. Κατά τον Hollman (1968) η μυϊκή δύναμη του ανθρώπου εξαρτάται από το μέγεθος της εγκάρσιας τομής της μυϊκής ίνας, από τον αριθμό των μυϊκών ινών ενός μυός, από τον

συντονισμό μεταξύ των μυών και από τη δομή του μυός. Η αυξανόμενη ικανότητα παραγωγής δύναμης των παιδιών με την ωρίμανση και οι διαφορές φύλου με την είσοδο στην εφηβεία φαίνεται ότι εξαρτώνται από τις αλλαγές στη μυϊκή μάζα (Morris et al., 2020) που διευκολύνεται από τη δράση των ορμονών (Malina et al., 2004).

Η μυϊκή δύναμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα αθλήματα, στη φυσική αγωγή, στην εργονομία, στη φυσικοθεραπεία και στην αποκατάσταση των τραυματισμών (Kadija, Knezevic, Milovanovic, Bumbasirevic, & Mirkov, 2010, Knezeviz & Mirkov, 2011, Wilson & Murphy, 1996). Η εκτέλεση πολύπλοκων τεχνικών στοιχείων προϋποθέτει ένα υψηλό επίπεδο δύναμης στα άνω και κάτω άκρα και συχνά τα φορτία υψηλής δυναμικής χαρακτηρίζονται από υψηλή εκρηκτική δύναμη. Οι αθλητές της γυμναστικής δυναμώνουν τα άνω άκρα τους χρησιμοποιώντας μια ποικιλία ομόκεντρων και έκκεντρων φορτίων. Στη ρυθμική γυμναστική οι αθλήτριες χρειάζονται υψηλά επίπεδα μυϊκής δύναμης και να επιτύχουν σωστά τεχνικά άλματα όπως καθορίζονται από τον κώδικα βαθμολογίας (Brooks, 2003).

Ερευνητικά δεδομένα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ήδη από την ηλικία των 6 ετών (Falk & Mor, 1996) τα παιδιά μπορούν να συμμετέχουν σε κατάλληλα σχεδιασμένα προγράμματα με την προϋπόθεση της προηγούμενης εκπαίδευσής τους στη σωστή τεχνική εκτέλεση και της συνεχούς επίβλεψης (Faigenbaum & Myer, 2010). Θεωρείται επίσης αναγκαίο τα παιδιά να έχουν φτάσει σε επίπεδο ωρίμανσης, φυσικής και νοητικής, τέτοιο ώστε να μπορούν να συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες αλλά και να αντιλαμβάνονται και να ακολουθούν με ευκολία τις εντολές εκτέλεσης των ασκήσεων (Faigenbaum, 2002). Παλαιότερα, η καταλληλότητα της προπόνησης δύναμης κατά την ανάπτυξη αποτέλεσε αντικείμενο αντιπαραθέσεων. Τις τελευταίες δεκαετίες, ωστόσο, έχει αναγνωρισθεί ως απαραίτητο προπονητικό μέσο τόσο στον αγωνιστικό αθλητισμό όσο και στη σχολική φυσική αγωγή. Τελευταία, η Διεθνής Ολυμπιακή Επιτροπή τόνισε ότι οι νεαροί αθλητές/αθλήτριες που δεν συμμετέχουν σε προπονητικά προγράμματα δύναμης κατά την αναπτυξιακή περίοδο θα παρουσιάσουν αναπόφευκτα, αργότερα στη ζωή τους, ελλείμματα δύναμης (Bergeron et al., 2015) καθώς οι διαφορές δύναμης μεταξύ προπονημένων στη δύναμη και μη παιδιών εντείνονται όλο και περισσότερο με την πρόοδο της ηλικίας. Την ανάγκη ενδυνάμωσης στην παιδική ηλικία αναδεικνύουν και έρευνες οι οποίες συσχετίζουν τη μυϊκή ενδυνάμωση με τη βελτίωση της στάσης του σώματος, της

σύστασης του σώματος καθώς και της οστικής πυκνότητας (Collins et al., 2019, Torres-Costoso et al., 2020). Αντίθετα, παιδιά με χαμηλά επίπεδα δύναμης είναι πιθανότερο να παρουσιάσουν προβλήματα όπως σκολίωση, παχυσαρκία (Tomlinson et al., 2016) καθώς και χαμηλή αυτοπεποίθηση σχετικά με τις φυσικές τους ικανότητες με αποτέλεσμα την περιορισμένη συμμετοχή τους σε αθλητικές δραστηριότητες (Fransen et al., 2014), στάση που μπορεί να οδηγήσει στη διά βίου αποχή από την άθληση με σοβαρές επιπτώσεις για την υγεία (Telama et al., 2014).

2.2.8 Μυϊκή Ισχύς / Αλτικότητα

Ως μυϊκή ισχύς ορίζεται η ικανότητα του μυός να παράγει γρήγορα και σχετικά μεγάλη δύναμη ενάντια σε μικρά εξωτερικά φορτία (Jaric, Urganovic, & Kukolj, 2001). Είναι η ποσότητα της εργασίας (A) που πραγματοποιείται σε μια χρονική περίοδο (t) $A = F / t$ ή αλλιώς ένα παράγωγο προϊόν δύναμης (F) και ταχύτητας (V) $P = F * v$. Η ταχύτητα στην οποία αναπτύσσεται η δύναμη (ισχύς) είναι μια πολύ σημαντική ιδιότητα των μυών και καθοριστική σε πολλά αθλήματα που χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα αλτικής ικανότητας (Ugarkovic et al., 2002).

Αλτικότητα είναι η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να μπορεί το σώμα να απογειώνεται σε οριζόντια και κατακόρυφη κατεύθυνση. Είναι μία σύνθετη πολυαρθρική κίνηση στην οποία συμμετέχουν κυρίως οι μύες των αρθρώσεων του ισχίου, του γόνατος και της ποδοκνημικής (Jaric et al., 2001). Ο βασικός μηχανισμός που επηρεάζει την αλτικότητα είναι η ικανότητα μεταφοράς ενέργειας από άρθρωση σε άρθρωση, όπως συμβαίνει σε κάθε σύνθετη κίνηση. Αυτή η ικανότητα επηρεάζεται από την συντονιστική ικανότητα των κάτω άκρων. Γι' αυτό, σε κάθε σύνθετη κίνηση, υπάρχει η άρθρωση που προκαλεί την έναρξη της κίνησης και η τελική άρθρωση, από την οποία ολοκληρώνεται η κίνηση. Παράγοντες που επηρεάζουν την αλτική ικανότητα είναι η συναρμογή κινήσεων, η μηχανική μεταφορά ενέργειας από άρθρωση σε άρθρωση, η αρχιτεκτονική του μυός (τύπος μυϊκής ίνας, μήκος μυϊκής ίνας, σκληρότητα τένοντα), μυϊκή ισχύς, ηλικία και φύλο (Radnor et al., 2018).

Επομένως, από προπονητικής άποψης, τα ύψη πτώσης που θα πρέπει να επιλέγονται είναι αυτά που προκαλούν το μέγιστο ύψος αναπήδησης, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Για τον παραπάνω λόγο άλλωστε, τόσο στα παιδιά, όσο και στους ενήλικες, με την αύξηση του ύψους πτώσης παρατηρείται μια μείωση της σκληρότητας του μυοτενόντιου συμπλέγματος (Peng et al., 2017). Γίνεται έτσι πιο ελαστικό, για να απορροφά πιο αποτελεσματικά τους κραδασμούς της εδαφικής αντίδρασης. Η αντίφαση στο φαινόμενο αυτό είναι ότι έχουν παρατηρηθεί δύο τάσεις.

Υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις οι οποίες δεν ανέφεραν αύξηση του ύψους αναπήδησης (κέρδος) στους ενήλικες παράλληλα με την αύξηση του ύψους πτώσης (Bobbert et al., 1987, Walsh, Arampatzis, Schade, & Brüggemann, 2004). Υπάρχουν εργασίες που υποστηρίζουν ότι η αύξηση του ύψους πτώσης προκαλεί αύξηση του ύψους αναπήδησης. Το ιδανικό ύψος πτώσης που προκαλεί μεγαλύτερη αναπήδηση επηρεάζεται από μία σειρά παράγοντες όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το επίπεδο απόδοσης. Έτσι, για τους αγύμναστους άνδρες είναι περίπου 40 cm., ενώ για τις γυναίκες γύρω στα 30 cm. Για τους γυμνασμένους άνδρες, ανάλογα με το επίπεδό τους, κυμαίνεται από 60 έως 100 cm (Komi & Bosco, 1978).

Οι εκτείνοντες μύες του γόνατος έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών αθλητικών ερευνών, όπως και η σχέση της μυϊκής δύναμης σε σχέση με το σωματικό βάρος των αθλητών. Ιδιαίτερα στη ρυθμική γυμναστική, οι αθλήτριες ακολουθούν μια εξειδικευμένη προπόνηση στα κάτω άκρα (Quintero et al., 2011) για να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στις απαιτήσεις των αλμάτων (Hutchinson et al., 1998). Η μυϊκή δύναμη και η αλτική ικανότητα επηρεάζονται επίσης από το χαμηλό σωματικό λίπος (Classens et al., 1999), ενώ σύμφωνα με τους Bosco και συν (1982), ένας αξιόπιστος τρόπος αξιολόγησης της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων γίνεται εργαστηριακά με συγκεκριμένους τύπους αλμάτων (squat jump και counter-movement jump). Σε άλλη έρευνα (Di Cagno et al., 2009) η αλτική ικανότητα εξετάστηκε μέσω τριών διαφορετικών αλμάτων (Split leap with stretched legs, Cossack with 180 degrees rotation, Jete with turn).

Όσον αφορά το άλμα, πρόκειται για μία πλειομετρική άσκηση που απαιτείται σε μία ποικιλία από αθλητικές δραστηριότητες (Gulick, Fagnani, Long, Morris, & Hartzell, 2008). Συγκεκριμένα, το κατακόρυφο άλμα αποτελεί μία διαδικασία μέτρησης της ισχύος και μπορεί να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Άλμα από θέση ημικαθίσματος (Squat Jump).

Το άτομο κάμπτει αργά την άρθρωση του γόνατος και κατ'επέκταση την άρθρωση του ισχίου και της ποδοκνημικής. Στην τελική γωνία κάμψης θα μείνει για ένα χρονικό διάστημα 2 sec και από εκεί αναπηδά. Αρχικά η γωνία απογείωσης προτεινόταν να είναι αυτή των 90°, διαπιστώθηκε όμως, ότι η γωνία απογείωσης για τον καθένα επιλέγεται ατομικά (Petronijevik et al., 2018). Ο εξεταζόμενος πρέπει να εκτελέσει αυτό το άλμα χωρίς να κάνει αντίθετες κινήσεις (Bosco, 1955)

2. Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση (Counter Movement Jump). Κατά το άλμα αυτό, ο ασκούμενος ξεκινάει από όρθια θέση και εκτελεί άλμα μετά από αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση. Η απογείωση πρέπει να γίνει ως μία συνεχόμενη κίνηση, αποφεύγοντας τις παύσεις μεταξύ της υποχωρητικής και προωθητικής φάσης. Το CMJ είναι μία προσπάθεια όπου το κάθετο άλμα πραγματοποιείται χάρη στην ενεργοποίηση του κύκλου διατάσεις-βράχυνσης (Bosco, 1995).

3. Άλμα βάθους ή άλμα από πτώση (Drop Jump). Η σωστή εκτέλεση της τεχνικής κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική στα άλματα από πτώση (Gulick et al., 2008) η εκτέλεση του άλματος βάθους ξεκινάει με το άτομο πάνω σε μία υπερυψωμένη πλατφόρμα με τα χέρια στη μεσολαβή. Από τη θέση αυτή πέφτει στο έδαφος. Με την κρούση στο έδαφος το άτομο καλείται να εκτελέσει όσο δυνατόν μεγαλύτερο άλμα.

2.3 Παράμετροι απόδοσης στο άλμα βάθους

Πρωταρχικός σκοπός της κατακόρυφης αλτικότητας είναι η μετακίνηση του κέντρου μάζας του σώματος στην επιθυμητή κατεύθυνση (Philipp & Wilkerson, 1990). Η κατακόρυφη αλτικότητα είναι μία σύνθετη πολυαρθρική κίνηση η οποία γίνεται μέσω της αποτελεσματικής μεταφοράς ενέργειας από την άρθρωση. Η διαδικασία της μεταφοράς ενέργειας από την άρθρωση του ισχίου στην ποδοκνημική γίνεται μέσω των διαρθρικών μυών των παραπάνω αρθρώσεων και πιο συγκεκριμένα από τον μείζονα γλουτιαίο, τον ορθό μηριαίο και τον γαστροκνήμιο (Kraemer & Newton, 1994). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα είναι: η μέγιστη δύναμη, η ισχύς, η τεχνική εκτέλεση της κίνησης και ένας αριθμός νευρομυϊκών και ψυχικών παραγόντων (Bobbert & Van Ingen-Schenau, 1988, Bosco, 1995).

Τα κατακόρυφα άλματα διακρίνονται σε τρεις φάσεις:

α) στην ώθηση

β) στην πτήση

γ) στην απογείωση

Η επίδοση του άλματος εξαρτάται από τις δύο πρώτες φάσεις χωρίς όμως να υποτιμάται η τελευταία. Η αξιολόγηση της αλτικής ικανότητας γίνεται με τρεις τρόπους: το άλμα από ημικάθισμα (squat jump), το άλμα με αντίθετη κίνηση (counter movement jump) και το άλμα με αναπήδηση μετά από πτώση (drop jump, DJ). Κατά την εκτέλεση του drop jump πραγματοποιείται άλμα με αναπήδηση μετά από πτώση από διάφορα ύψη, συνήθως σε ειδική πλατφόρμα. Ο εξεταζόμενος πέφτει από ένα συγκεκριμένο ύψος ερχόμενος σε επαφή με το έδαφος με τις άκρες των δακτύλων των ποδιών, εκτελώντας μια γρήγορη κάμψη του ισχίου, του γόνατος και των αστραγάλων για να πραγματοποιήσει ένα νέο άλμα. Το άλμα βάθους διακρίνεται στις εξής φάσεις: α) αρχική, β) υποχωρητική (έκκεντρη), γ) ώθηση, δ) πτήση, ε) προσγείωση (Bobbert & Van Ingen-Schenau, 1988).

Το άλμα βάθους ανήκει στις πλειομετρικές-αλτικές ασκήσεις δηλαδή η ελαστική ενέργεια που παράγεται από το βάρος του σώματος και την επίδραση της βαρύτητας κατά την αρνητική φάση (έκκεντρη σύσπαση), μετατρέπεται σε μια δύναμη αντίθετης φοράς κατά τη διάρκεια της θετικής φάσης (σύγκεντρη σύσπαση) (Bobbert & Van Ingen-Schenau, 1988).

Το άλμα βάθους πραγματοποιείται μέσω του «κύκλου διάτασης- βράχυνσης» (Cavagna et al., 1965). Ο «κύκλος διάτασης-βράχυνσης» περιλαμβάνει μια έκκεντρη μυϊκή σύσπαση ακολουθούμενη άμεσα από μία σύγκεντρη μυϊκή σύσπαση (Komi, 1984). Στην περίπτωση του άλματος βάθους οι εκτεινόντες μύες των κάτω άκρων προενεργοποιούνται πριν την επαφή με το έδαφος. Επομένως, οι μύες δραστηριοποιούνται αρχικά έκκεντρα και εν συνεχεία σύγκεντρα. Είναι γνωστό από την βιβλιογραφία πως η προδιάταση των μυών (έκκεντρη σύσπαση) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον «κύκλο διάτασης-βράχυνσης» (Komi, 1984) καθώς αυξάνει την απόδοση σε σύγκριση με την αποκλειστικά σύγκεντρη μορφή σύσπασης του μεμονωμένου μυός (Cavagna et al., 1965, 1968). Η συσσώρευση ελαστικής ενέργειας κατά τη διάρκεια του κύκλου διάτασης βράχυνσης σε συνδυασμό με την συνεισφορά των αντανακλαστικών του νευρομυϊκού συστήματος αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την εκτέλεση του άλματος πτώσης με αναπήδηση. (Bosco et al., 1981, 1982, Vitasalo et. al., 1998).

Γενικά η αποτελεσματικότητα του άλματος βάθους εξαρτάται από δύο παράγοντες α) τον τρόπο εκτέλεσης και β) από το ύψος πτώσης (Bosco et al., 1981). Το ύψος πτώσης είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του άλματος βάθους και ερευνήθηκε σε έρευνα των Vitasalo και συν. (1998) και την έρευνα του Bobbert και συν. (1987). Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα του άλματος βάθους επηρεάζεται από τα ελαστικά στοιχεία του μυός (Kubo et al., 1999), την τεχνική εκτέλεσης (Bobbert et al., 1987, Walsh et al., 1997), την ηλικία (Kubo et al., 2001), το φύλο (Bosco, 1982, Bosco & Komi, 1981), την προφορική ανατροφοδότηση (Onate et al., 2001), τον τύπο μυϊκών ινών (Mero et al., 1981, Bosco et al., 1982, Komi & Bosco 1978), το επίπεδο ανάπτυξης και ωρίμανσης (Hass et al., 2005, Decker et al., 2003), το προπονητικό υπόβαθρο (Hakkinen & Komi, 1985, Hakkinen, 1989, Kollias et al., 2004), καθώς και από την ελαστικότητα των τενόντων (Voigt et al., 1995, Walsh et al., 1997, Arabatzis et al., 2001). Έρευνα των Lazaridis και συν. (2010) απέδωσε την αλτική υπεροχή των ανδρών έναντι των προέφηβων αγοριών στην αποτελεσματικότερη ενεργοποίηση των μυών, όπου σημαντικό ρόλο φάνηκε να διαδραματίζει η σωστή τεχνική εκτέλεση των αλμάτων. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι είναι πολύ σημαντικό να δίνεται έμφαση στην ορθή εκμάθηση της τεχνικής του άλματος (Kotzamanidis, 2006, Katic, Grgantov, & Jurko, 2006, Di Cesaro, 2008, Gulick, Fagnani, Long, Morris, & Hartzell, 2008). Η εκμάθηση συνιστάται να ξεκινάει με απλά κατακόρυφα άλματα (SJ και CMJ) και αφού αφομοιωθεί η τεχνική αυτών των συγκεκριμένων αλμάτων, να εισάγονται τα άλματα από πτώση ξεκινώντας από πολύ χαμηλά ύψη πτώσης, τα οποία θα αυξάνονται σταδιακά προκειμένου να μην επιβαρύνεται ιδιαίτερα το μυοσκελετικό σύστημα (Kotzamanidis, 2006).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Συμμετέχουσες

Σε αυτήν τη μελέτη έλαβαν μέρος 19 έφηβες αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής εθνικού επιπέδου από έναν σύλλογο ρυθμικής γυμναστικής της περιοχής της Αθήνας. Οι αθλήτριες βρισκόντουσαν σε ηλικία πριν τη μέγιστη αύξηση αναστήματος $-1.5 (\pm 1,5)$ έτος), είχαν μέσο όρο ηλικίας τα 12,5 έτη ($\pm 1,5$ έτος), ύψος 1,50 cm (± 10 cm), βάρος 44 kg (± 11 kg), και προπονητική εμπειρία 6,5 έτη ($\pm 1,5$ έτος).

Η προπόνηση των αθλητριών είχε διάρκεια 2 - 4 ώρες καθημερινά, για 6 φορές την εβδομάδα και περίπου 25 ώρες συνολικά την εβδομάδα. Συμπεριλάμβανε ασκήσεις ειδικής φυσικής κατάστασης (ασκήσεις στατικής και δυναμικής ευλυγισίας, δύναμης, ισορροπίας, ταχύτητας) και τεχνική προετοιμασία με και χωρίς όργανο. Οι αθλήτριες συμμετείχαν επιπλέον, σε μία σειρά προπονήσεων, πλειομετρικών και ενδυνάμωσης, δύο και τρεις φορές την εβδομάδα αντίστοιχα, ενώ υπήρχε προγενέστερη εξοικείωση στις πλειομετρικές ασκήσεις που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη. Επιπλέον, οι αθλήτριες έπρεπε να είναι υγιείς και χωρίς τραυματισμούς στα κάτω άκρα για τους τελευταίους 6 μήνες. Από όλες τις αθλήτριες ζητήθηκε η γραπτή συγκατάθεση των γονέων τους, μετά από προφορική και γραπτή ενημέρωση σχετικά με τον σκοπό και τη διαδικασία της έρευνας (Παράρτημα I). Για να διασφαλιστεί η ανωνυμία των αθλητριών, χρησιμοποιήθηκε ένα κωδικοποιημένο σύστημα ταυτοποίησης (RG1-RG20).

3.2. Πειραματική διαδικασία

Η διαδικασία έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Κάθε αθλήτρια επισκέφτηκε το εργαστήριο δυο φορές. Πριν από την πρώτη επίσκεψη των αθλητριών στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης, πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στο σωματείο, για να ενημερωθούν οι γονείς, οι προπονητές και οι αθλήτριες για τη διαδικασία και τον σκοπό αυτής της έρευνας από την κύρια ερευνήτρια (Παράρτημα I). Στην ίδια επίσκεψη, η κύρια ερευνήτρια συγκέντρωσε τις συγκαταθέσεις των γονέων για τη συμμετοχή του παιδιού τους στην έρευνα.

Στην πρώτη επίσκεψη, η οποία αποτέλεσε και την εξοικείωση των αθλητριών, έγινε αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (σωματική μάζα, σωματικό

ανάστημα, καθιστό ύψος, μήκος σκέλους). Στη συνέχεια οι αθλήτριες εξοικειώθηκαν σε παραμέτρους αλμάτων βάθους. Η δεύτερη επίσκεψη έγινε τρεις ημέρες μετά στον ίδιο χώρο, πρωινές ώρες. Οι αθλήτριες μετά από 10 min εξειδικευμένης για το άθλημα προθέρμανσης εκτέλεσαν τα άλματα από διαφορετικά ύψη (20, 40 και 60 cm) με τυχαία σειρά.

3.3 Μετρήσεις

3.3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Όλες οι δοκιμασίες, συμπεριλαμβανομένης και της αξιολόγησης των σωματομετρικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, σωματικό ανάστημα, ανάστημα από καθιστή θέση, δείκτης μάζας σώματος) μετρήθηκαν στη συνεδρία εξοικείωσης. Το ανάστημα μετρήθηκε με ακρίβεια 0.5 χιλιοστών. Αναλυτικά, η αθλήτρια, χωρίς παπούτσια σε θέση προσοχής στέκονταν στο κέντρο, με την πλάτη και τις φτέρνες ενωμένες να ακουμπούν στο αναστημόμετρο ενώ το κεφάλι της ήταν τοποθετημένο στο οριζόντιο επίπεδο Frankfort (το πάνω μέρος του ανοίγματος του αυτιού και το κατώτερο όριο της κόγχης του ματιού σε οριζόντια γραμμή). Ο εξεταστής τοποθετούσε τον μετρητή μέχρι την κορυφή του κεφαλιού και αφού η αθλήτρια τέντωνε το σώμα της, εισπνέοντας και κρατώντας την αναπνοή της, καταγράφονταν η τιμή του αναστήματός της.

Το ανάστημα από καθιστή θέση (Sitting height) μετρήθηκε από την κορυφή του κρανιακού θόλου, μέχρι το επίπεδο της έδρας του καθίσματος. Η αθλήτρια κάθονταν πάνω σε ένα скаμνί ύψους 50 cm, το οποίο ήταν τοποθετημένο μπροστά από την κατακόρυφη επιφάνεια ενός τοίχου και κρατούσε το κεφάλι της στο οριζόντιο επίπεδο σύμφωνα με τις οδηγίες Frankfort. Τα ισχία και οι ωμοπλάτες εφάπτονταν στην κατακόρυφη επιφάνεια του τοίχου και τα γόνατα ήταν σταθερά στις 90°. Η τιμή του αναστήματος από καθιστή θέση καθορίστηκε με μετροταινία. Ακολούθως, αφαιρέθηκε από το συνολικό ανάστημα, το ανάστημα σε καθιστή θέση για να υπολογιστεί το μήκος σκελών.

Η μάζα του σώματος μετρήθηκε στο πλησιέστερο δέκατο του κιλού. Η αθλήτρια (χωρίς παπούτσια και με ελαφρύ ρουχισμό) στέκονταν στο κέντρο του ζυγομετρητή και ο

εξεταστής κατέγραφε την τιμή του βάρους της. Ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI) υπολογίστηκε με βάση τον τύπο: Σωματικό βάρος (kg)/σωματικό ύψος²(m²).

Επιπλέον υπολογίστηκε η χρονική απόσταση από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος (maturity offset) για κάθε αθλήτρια σύμφωνα με τη μέθοδο που προτείνεται από τον Mirwald (2002). Η χρονική απόσταση από την ηλικία ταχείας ανάπτυξης του αναστήματος—(maturity offset) σύμφωνα με τον τύπο:

$$-9.376 + 0.0001882 * \text{Leg Length} * \text{Sitting Height} + 0.0022 * \text{Age} * \text{Leg Length} + 0.005841 * \text{Age} * \text{Sitting Height} - 0.002658 * \text{age} * \text{weight} + 0.07693 * (\text{Weight by Height Ratio}).$$



Εικόνα 3.1 Όργανα μέτρησης για την αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών: α(a) ζυγομετρητής Seca 710 (Hamburg, Germany), β(b) υψομετρητής Seca 208 (Hamburg, Germany), γ(c) μετροταινία,

Επιπλέον, υπολογίστηκε και ο δείκτης μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI) βάσει του τύπου:

- Σωματικό βάρος (kg) /σωματικό ύψος² (m)

3.2.2 Αξιολόγηση αλμάτων βάθους

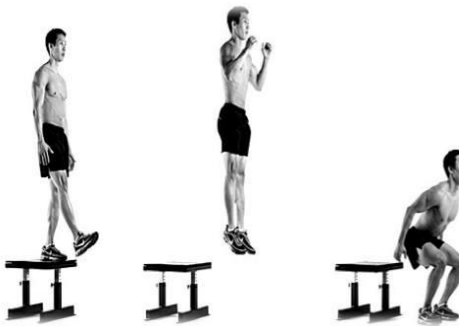
Η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων αξιολογήθηκε με άλματα βάθους από διαφορετικά ύψη χωρίς αιώρηση χεριών. Οι αθλήτριες πραγματοποίησαν δύο επαναλήψεις αλμάτων (από ύψος 20, 40 και 60 cm) διατηρώντας τα χέρια στη μεσολαβή καθ' όλη τη διάρκεια του άλματος. Επίσης για την εκτέλεση των αλμάτων από πτώση χρησιμοποιήθηκαν τρία ειδικά κατασκευασμένα πλινθία ύψους 20 cm, 40 cm, 60 cm. Από τις δυο προσπάθειες,

καταγράφηκε το καλύτερο άλμα. Τα κάτω άκρα και όλο το σώμα βρέθηκαν σε πλήρη έκταση κατά την πτήση, με τα χέρια στη μεσολαβή μέχρι την προσγείωση η οποία έγινε στο ίδιο σημείο από όπου θα γίνεται η απογείωση. Με το παράγγελμα του ερευνητή οι αθλήτριες πρόβαλλαν το προτιμώμενο σκέλος προσγειώθηκαν με τα δύο πόδια στο δυναμοδάπεδο πραγματοποιώντας μια αναπήδηση όσο το δυνατόν ψηλότερα. Όλες οι αθλήτριες έλαβαν την οδηγία να εκτελέσουν το άλμα τους στο μέγιστο δυνατό ύψος με τον μικρότερο δυνατό χρόνο επαφής με το έδαφος.

Για επιπλέον διερεύνηση της απόδοσης της μυϊκής ισχύος των αθλητριών κατά τη διάρκεια αυτού του άλματος, υπολογίστηκε ο δείκτης δύναμης αντίδρασης (Reactive Strength Index, RSI) από τις καλύτερες προσπάθειες στο άλμα πτώσης (DJ) σύμφωνα με τον τύπο των Flanagan και Comyns (2008) που ακολουθεί:

- Δείκτης Δύναμης Αντίδρασης = (Ύψος Άλματος / Χρόνος Επαφής με το Έδαφος)

Ο δείκτης αυτός ισοδυναμεί με το λόγο του ύψους στο άλμα πτώσης και του χρόνου επαφής με το έδαφος και αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός ατόμου να αλλάξει γρήγορα τον τύπο σύσπασης των μυών από έκκεντρη σε σύγκεντρη (Lloyd et al., 2012).



Εικόνα 3.2 Άλμα βάθους

Επιπλέον, υπολογίστηκε η ομαλοποιημένη ισχύς (Normalized power) του βάρους σώματος καθώς και ο δείκτης δύναμης αντίδρασης (RSI: ύψος άλματος του χρόνου δια του χρόνου επαφής).

3.4 Στατιστική Ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics Version 22.0, IBM corporation, Armonk, New York, USA) και οι μεταanalύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο STATISTICA (Statistica® 12.0, Statsoft, Krakow, Poland). Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία Kolmogorov-Smirnov, σύμφωνα με το μέγεθος του δείγματος.

Χρησιμοποιήθηκαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) για όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές. Προκειμένου να διερευνηθεί το βέλτιστο ύψος άλματος για την καλύτερη απόδοση στα άλματα βάθους έγινε ανάλυση διακύμανσης σε έναν παράγοντα (one-way ANOVA) και το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey HSD. Η ανάλυση διακύμανσης σε έναν παράγοντα (one-way ANOVA) και το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey HSD εξέτασαν επίσης μεταβολές στον δείκτη δύναμης αντίδρασης μεταξύ των αλμάτων από διαφορετικά ύψη (20,40, και 60 cm) και στον χρόνο επαφής με το έδαφος. Επιπροσθέτως, το μέγεθος επίδρασης (ES) για την ANOVA προσδιορίστηκε με η^2 (μικρό: 0.01 έως 0.059, μέτριο: 0.06 έως 0.137, μεγάλο > 0.138).

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Ύψος άλματος βάθους

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι το ύψος άλματος βάθους δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στα διαφορετικά ύψη πτώσης από 20, 40 και 60 cm. Πιο αναλυτικά, το ύψος άλματος ήταν: $21,2 \pm 4,1$, $21,0 \pm 4,1$ και $20,6 \pm 3,7$ cm από τα ύψη των 20, 40 και 60 cm αντίστοιχα ($p > 0,05$, $\eta^2 = 0,243$).

4.2. Δείκτης δύναμης αντίδρασης και χρόνος επαφής με το έδαφος

Όσον αφορά στον δείκτη δύναμης αντίδρασης οι αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους σε πτώση από ύψος 40 cm ($0,757 \pm 0,281$ m / sec, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,219$). Ο δείκτης δύναμης αντίδρασης από τα 20 και 60 cm ήταν: $0,734 \pm 0,263$ m/s και $0,629 \pm 0,217$ m/sec, αντίστοιχα.

Όσον αφορά στον χρόνο επαφής με το έδαφος, οι αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους σε πτώση από ύψος 40cm ($0,298 \pm 0,074$ sec, $p = 0,03$ αντίστοιχα, $\eta^2 = 0,139$). Ο χρόνος επαφής με το έδαφος από τα 20 και 60 cm ήταν $0,308 \pm 0,072$ sec και $0,351 \pm 0,216$ sec, αντίστοιχα.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Είναι γνωστό πως στη ρυθμική γυμναστική η εκτέλεση ασκήσεων υψηλής τεχνικής, δυσκολίας στα προγράμματα προϋποθέτει την ανάπτυξη φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών σε πολύ υψηλό βαθμό (Georgopoulos, et al., Theodoropoulou, 2012). Για τη βέλτιστη απόδοση των αθλητριών της ρυθμικής γυμναστικής, καθοριστικό ρόλο έχει η ευλυγισία που σκοπό έχει την απόκτηση βέλτιστου εύρους κίνησης, ανάλογα με την ηλικία, η ισορροπία, όπου, για την επιτυχή έκφρασή της πρέπει να συνεργαστεί το νευρομυϊκό σύστημα του σώματος και η ευκινησία, η οποία επιτρέπει στις αθλήτριες να μετακινηθούν στον χώρο και να εμπλουτίσουν με πολύ περισσότερα και πιο δύσκολα στοιχεία τα προγράμματά τους (Douda, et al., 2008, Kibler & Chandler, 2003, Miletic et al., 2004).

Οι ασκήσεις πρέπει να εκτελούνται με μεγάλη ακρίβεια και ταυτόχρονα με μεγάλη ταχύτητα αλλάζοντας επίπεδο και κατεύθυνση στον χώρο (Giannitsopoulou, Zisi, & Kιoumourtzoglou, 2003). Επιπλέον, από τους σημαντικότερους ρόλους στην απόδοση των αθλητριών έχει η μυϊκή δύναμη, η οποία εμπλέκεται σε κάθε μορφή αθλητικής κίνησης, και ειδικά για τη ρυθμική γυμναστική όπου επιτρέπει την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων δυνατών μυϊκών συσπάσεων (Kayihan, 2014, Plowman, 2014). Επιπρόσθετα, η μυϊκή ισχύς, η ικανότητα δηλαδή του μυός να παράγει γρήγορα και σχετικά μεγάλη δύναμη ενάντια σε μικρά εξωτερικά φορτία (Jaric, Urganovic, & Kukulj, 2001) είναι πολύ σημαντική για την εκτέλεση των σύνθετων τεχνικών αλμάτων και σειρών αλμάτων που περιέχονται στα αγωνιστικά προγράμματα των αθλητριών. Η ικανότητα της ισχύος επιτρέπει στις αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής να απογειώνονται από το έδαφος γρήγορα σε οριζόντια και κατακόρυφη κατεύθυνση, εκτελώντας δύσκολα άλματα.

Η εργασία αυτή εξέτασε την απόδοση αλμάτων βάθους από διαφορετικά ύψη σε αθλήτριες γυμναστικής (20 cm, 40 cm, 60 cm) , ύψη τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά στην προπονητική πρακτική, προκειμένου να βελτιωθεί η ισχύς των κάτω άκρων των αθλητριών. Όσον αφορά το ύψος άλματος, βρέθηκε ότι δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά ανάμεσα στα διαφορετικά ύψη πτώσης από 20, 40 και 60 cm, αποτέλεσμα που συμφωνεί με την έρευνα των Καλούδη, (2011), οι οποίοι διαπίστωσαν πως τα κορίτσια προεφηβικής ηλικίας δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στην επίδοση μεταξύ των αλμάτων βάθους από διαφορετικά ύψη, και η αύξηση του ύψους πτώσης δεν είχε καμία επίδραση στην

απόδοση του άλματος. Με το εύρημα αυτό συμφωνούν αρκετές μελέτες σε νέους αθλητές και το αποδίδουν στις διαφορές στη χρήση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης από τα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες (Bassa et al, 2012, Gulick, Fagnani, Long, Morris, & Hartzell, 2008). Πιο συγκεκριμένα, σειρά ερευνών έδειξε ότι όταν χρησιμοποιούνται σταθερά καθορισμένα ύψη πτώσης (π.χ. 20, 40, 60 cm), δε παρατηρείται βελτίωση του ύψους αναπήδησης με την αύξηση του ύψους πτώσης (Bassa et al., 2012, Birat et al., 2020, Gillen et al., 2019). Αυτό το αποτέλεσμα οφείλεται στο ότι τα παιδιά και οι έφηβοι, όπως οι αθλήτριες της παρούσας μελέτης, δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά στη φάση ώθησης την παραγόμενη ελαστική ενέργεια κατά τη διάρκεια της φάσης απόσβεσης του άλματος (Gilen et al., 2019). Η έρευνα των Komí και Bosco (1978), από την άλλη μεριά έδειξε ότι οι προπονημένοι ενήλικες άνδρες και γυναίκες, εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές ύψους άλματος όσο αυξανόταν το ύψος πτώσης, εύρημα το οποίο επηρεάζεται από νευρικούς και μυϊκούς παράγοντες που διαφέρουν μεταξύ παιδιών και ενηλίκων. Το ιδανικό ύψος πτώσης που επιτρέπει μεγαλύτερο ύψος αναπήδησης επηρεάζεται από μία σειρά παράγοντες όπως είναι η ηλικία, το φύλο και το επίπεδο απόδοσης (Komí & Bosco, 1978). Έτσι, για τους αγύμναστους άνδρες είναι περίπου 40 cm, ενώ για τις γυναίκες γύρω στα 30 cm. Για τους γυμνασμένους άνδρες, ανάλογα με το επίπεδό τους, κυμάνθηκε από 60 έως 100 cm (Komí & Bosco, 1978).

Έρευνα των Lazaridis και συν. (2010) απέδωσε την αλτική υπεροχή των ανδρών έναντι των προέφηβων αγοριών στην αποτελεσματικότερη ενεργοποίηση των μυών, όπου σημαντικό ρόλο φάνηκε να διαδραματίζει η σωστή τεχνική εκτέλεση των αλμάτων. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι είναι πολύ σημαντικό να δίνεται έμφαση στην ορθή εκμάθηση της τεχνικής του άλματος (Kotzamanidis, 2006, Katic, Grgantov, & Jurko, 2006, DiCesaro, 2008, Gulick, Fagnani, Long, Morris, & Hartzell, 2008). Η εκμάθηση συνιστάται να ξεκινάει με απλά κατακόρυφα άλματα και αφού αφομοιωθεί η τεχνική αυτών των συγκεκριμένων αλμάτων, να εισάγονται τα άλματα από πτώση ξεκινώντας από πολύ χαμηλά ύψη πτώσης, τα οποία θα αυξάνονται σταδιακά προκειμένου να μην επιβαρύνεται ιδιαίτερα το μυοσκελετικό σύστημα (Kotzamanidis, 2006).

Τα αποτελέσματα της μελέτης σχετικά με τον δείκτη δύναμης αντίδρασης έδειξαν ότι οι αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους σε πτώση από ύψος 40 cm ($0,757 \pm 0,281$ m/s, $p = 0,002$, $\eta^2 = 0,219$). Επιπλέον, οι αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους

όσον αφορά στον χρόνο επαφής με το έδαφος σε πτώση από ύψος 40cm ($0,298 \pm 0,074$ s, $p = 0,03$ αντίστοιχα, $\eta^2 = 0,139$). Σύμφωνα με τους Arampatzi, και συν. (2001), ο μικρότερος χρόνος επαφής με το έδαφος αντιστοιχεί πιθανά σε καλύτερη χρήση της ελαστικής ενέργειας καθώς και μεγαλύτερη σκληρότητα των αρθρώσεων, που έχει ως αποτέλεσμα την εκτέλεση συχνά υψηλότερου άλματος και την παραγωγή υψηλότερης ισχύος. Σε παρόμοια αποτελέσματα καταλήγουν και άλλες μελέτες που έδειξαν ότι η ελαχιστοποίηση του χρόνου επαφής, ίσως είναι μπορεί να επιφέρει μια αύξηση στη σκληρότητα του μυοτενόντιου συστήματος, προκαλώντας θετική επίδραση στην αλτική ικανότητα (Kubo et al., 1999). Με τα ευρήματα αυτά συνάδουν και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης η οποία έδειξε ότι οι αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής εφηβικής ηλικίας, έχουν τον καλύτερο χρόνο «απόσβεσης» (δηλαδή μετάβασης από την έκκεντρη στη σύγκεντρη σύσπαση) από το ύψος 40 cm. Υπάρχουν επίσης μελέτες που ανέφεραν χαμηλές έως μέτριες συσχετίσεις μεταξύ εφαρμογής δύναμης, χρόνου επαφής με το έδαφος και άλματος αλλά αναφέρονται κυρίως σε ενήλικες (Ugarkovic, 2002, Wisloff et al., 1998, 2004). Σε άλλες έρευνες δεν βρέθηκαν συσχετίσεις μεταξύ χρόνου επαφής με το έδαφος και ύψους άλματος (Matić & Ranisavljević, 2019) ωστόσο, τα ευρήματα αυτά αναφέρονται πάλι σε ενήλικες και απουσιάζουν μελέτες για αθλητές και ιδιαίτερα αθλήτριες αναπτυξιακών ηλικιών.

Σε άλλη έρευνα βρέθηκε ότι παρουσιάζονται συσχετίσεις μεταξύ ύψους άλματος και δύναμης η οποία παράγεται σε ταχύτητες μεγαλύτερες των $180^\circ / \text{sec}$, αλλά όχι σε πιο αργές των $180^\circ / \text{sec}$ (Rouis et al., 2015). Οι ερευνητές όμως επισημαίνουν ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες βάσει των οποίων παρουσιάζονται συσχετίσεις για το άλμα είναι η παραγόμενη ισχύς (Barker et al., 2018) και η δύναμη ώθησης (Panoutsakopoulos et al., 2014) και όχι η δύναμη αυτή καθαυτή. Συνεπώς ο χρόνος επαφής με το έδαφος και η μείωση του χρόνου της ισομετρικής σύσπασης κατά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης είναι ένα σημαντικό θέμα για τον σχεδιασμό των προγραμμάτων προπόνησης και ιδιαίτερα νέων αθλητών.

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ανακεφαλαιώνοντας, οι αθλήτριες Ρυθμικής Γυμναστικής εφηβικής ηλικίας που πήραν μέρος σε αυτήν τη μελέτη πέτυχαν την καλύτερη επίδοση τους σε πτώση από ύψος 40 cm, ύψος που είναι μεγαλύτερο από αυτό που προτείνεται στη βιβλιογραφία για ενήλικες γυναίκες μέτριας φυσικής κατάστασης. Ωστόσο, αυτό δικαιολογείται από τις χρόνιες προσαρμογές των αθλητριών και την έκθεσή τους σε πλειομετρικό φορτίο από μικρή ηλικία.

Όσον αφορά στον δείκτη δύναμης αντίδρασης, επίσης ο μικρότερος χρόνος επαφής με το έδαφος παρατηρήθηκε σε πτώση από ύψος 40cm με παρόμοιο ύψος άλματος ωστόσο με υψηλότερο δείκτη δύναμης αντίδρασης συνεπώς, φαίνεται ως πιο κατάλληλο για την αποτελεσματική προπόνηση αθλητριών γυμναστικής. Όπως προαναφέρθηκε, με την αύξηση του ύψους πτώσης, το ύψος άλματος αρχικά αυξάνεται και κατόπιν μειώνεται (Komi & Bosco, 1978, Peng, 2011, Voigt et al., 1995) λόγω της υπερβολικής αύξησης της ταχύτητας διάτασης του του μυοτενόντιου συμπλέγματος αλλά και της αρθρικής γωνιακής ταχύτητας. Όλες αυτές οι μεταβολές επιφέρουν μια σειρά ανασταλτικών αντανακλαστικών μηχανισμών οι οποίες προκαλούν αρχικά τη σταθεροποίηση και κατόπιν τη μείωση της απόδοσης (Leukel et al., 2008). Ωστόσο, το ύψος στο οποίο οι αθλήτριες μειώνουν τη φάση της απόσβεσης (μετάβαση από την έκκεντρη στη σύγκεντρη σύσπαση) είναι το κατάλληλο για την προπόνηση όλων των νευρομυϊκών μηχανισμών που συμβάλλουν στη βελτίωση της χρήσης του κύκλου διάτασης -βράχυνσης. Συνεπώς, οι προπονητές πρέπει να επιλέγουν προσεκτικά το ύψος πτώσης που θα χρησιμοποιήσουν σε προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης, με επιπλέον κριτήρια εκτός από το τελικό ύψος άλματος. Κυρίως ο μικρός χρόνος επαφής με το έδαφος πρέπει να χρησιμοποιείται ως κριτήριο για την επιλογή του ύψους πτώσης.

Συμπεραίνοντας, η σημασία της παρούσας μελέτης έγκειται στο γεγονός, ότι τα ύψη πτώσης τα οποία θα προσδιοριστούν και θα επιλέγονται για την πλειομετρική προπόνηση των αθλητριών, θα πρέπει να είναι αυτά που θα επιφέρουν βέλτιστο ύψος αναπήδησης, με ταυτόχρονα μικρό χρόνο επαφής με το έδαφος και μεγαλύτερη τιμή δείκτη αντιδραστικής

δύναμης. Με αυτόν τον τρόπο δεν προκαλούνται ανασταλτικές νευρικές αντιδράσεις και πιθανόν τροποποίηση της τεχνικής των αλμάτων η οποία συνοδεύεται από αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού και ειδικά σε αναπτυσσόμενες αθλήτριες.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alter, M. J. (1996). *Science of Flexibility*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Alter, M. J. (1998). *Sports Stretch* (2nd ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Alter, M. J. (2004). *Science of Flexibility*. Human Kinetics.
- Arampatzis, A., Schade, F., Walsh, M., & Brüggemann, G. P. (2001). Influence of leg stiffness and its effect on myodynamic jumping performance. *Journal of electromyography and kinesiology*, 11(5), 355-364.
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., & Fry-Welch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 9(3), 128.
- Ávila-Carvalho, L., Klentrou, P., da Luz Palomero, M., & Lebre, E. (2012). Body composition profile of elite group rhythmic gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*, 4(1), 21.
- Balter, S. G., Stokroos, R. J., Akkermans, E., & Kingma, H. (2004). Habituation to galvanic vestibular stimulation for analysis of postural control abilities in gymnasts. *Neuroscience letters*, 366(1), 71-75.
- Barker, L. A., Harry, J. R., & Mercer, J. A. (2018). Relationships between countermovement jump ground reaction forces and jump height, reactive strength index, and jump time. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 248-254.
- Bassa, E. I., Patikas, D. A., Panagiotidou, A. I., Papadopoulou, S. D., Pylianidis, T. C., & Kotzamanidis, C. M. (2012). The effect of dropping height on jumping performance in trained and untrained prepubertal boys and girls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2258-2264.
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 41(1), 1-11.
- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jørgensen, P., Jørgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and

- non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 12(3), 171-178.
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., ... & Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British journal of sports medicine*, 49(13), 843-851.
- Bigland-Ritchie, B. W. J. J., & Woods, J. J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 7(9), 691-699.
- Binzoni, T., Bianchi, S., Hanquinet, S., Kaelin, A., Sayegh, Y., Dumont, M., & Jéquier, S. (2001). Human gastrocnemius medialis pennation angle as a function of age: from newborn to the elderly. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, 20(5), 293-298.
- Birat, A., Sebillaud, D., Bourdier, P., Doré, E., Duché, P., Blazeovich, A. J., ... & Ratel, S. (2020). Effect of drop height on vertical jumping performance in pre-, circa-, and post-pubertal boys and girls. *Pediatric exercise science*, 32(1), 23-29.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35(10), 841-851.
- Black, D. S. (2015). Mindfulness Training for Children and adolescents. *Handbook of mindfulness: Theory, research, and practice*, 283, 246-263.
- Blazeovich, A. J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports medicine*, 36(12), 1003-1017.
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of biomechanics*, 21(3), 249-262.
- Bobbert, M. F., Huijting, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Medicine & science in sports and exercise*, 19(4), 339-346.
- Bobić, T. T., & Radaš, J. (2010). Lumbar spine dynamic stability evaluation-a newfield test. *Croatian Sports Medicine Journal/Hrvatski sportskomediciniski vjesnik*, 25(2).
- Boraczyński, T., Boraczyński, M., Boraczyńska, S., & Michels, A. (2013). Changes in body composition and physical fitness of 7-year-old girls after completing a 12-month artistic gymnastics training program. *Human movement*, 14(4), 291-298.

- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, *111*(2), 135-140.
- Bosco, C., Pulvirenti, G., Caruso, I., Tranquilli, C., Foti, C., Kellis, S., ... & Mognoni, P. (1995). Enzyme activity and pain in human skeletal muscle following drop jump exercises. *Coaching & Sport Science Journal*, *2*, 14-18.
- Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P. V., Fekete, G., & Apor, P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, *116*(4), 343-349.
- Bradshaw, E. J., & Rossignol, P. L. (2004). Gymnastics: Anthropometric and biomechanical field measures of floor and vault ability in 8-14 year old talent-selected Gymnasts. *Sports Biomechanics*, *3*(2), 249-262.
- Brooks, T. J. (2003). Women's Collegiate gymnastics: A multifactorial approach to training and conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, *25*(2), 23-37.
- Carrick, F. R., Oggero, E., Pagnacco, G., Brock, J. B., & Arian, T. (2007). Posturographic testing and motor learning predictability in gymnasts. *Disability and rehabilitation*, *29*(24), 1881-1889.
- Cavagna, G. A., Dusman, B., & Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of applied physiology*, *24*(1), 21-32.
- Cavagna, G. A., Saibene, F. P., & Margaria, R. (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of applied physiology*, *20*(1), 157-158.
- Chu, D. C., & Vermeil, A. (1983). The rationale for field testing. *Strength & Conditioning Journal*, *5*(2), 35-36.
- Ciullo, J. V., & Jackson, D. W. (1985). Pars interarticularis stress reaction, spondylolysis, and spondylolisthesis in gymnasts. *Clinics in sports medicine*, *4*(1), 95-110.
- Claessens, A. L., Lefevre, J., Beunen, G., & Malina, R. M. (1999). The contribution of anthropometric characteristics to performance scores in elite female gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *39*(4), 355.
- Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., & Fawcner, S. (2019). The effect of resistance training interventions on fundamental movement skills in youth: a meta-analysis. *Sports medicine-open*, *5*(1), 1-16.

- Da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2008). Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *Journal of Rehabilitation medicine*, 40(5), 321-328.
- Daly, R. M., Bass, S. L., & Finch, C. F. (2001). Balancing the risk of injury to gymnasts: how effective are the counter measures? *British Journal of Sports Medicine*, 35(1), 8-19.
- Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical biomechanics*, 18(7), 662-669.
- Deighan, M. A. (2005). Flexibility in dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 9(1), 13-17.
- Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Monteiro, M. D., Pappalardo, A., Piazza, M., & Guidetti, L. (2009). Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics—Gender differences. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 411-416.
- DiCesaro, S. F. (2008). *Biomechanical differences of the lower extremity during a landing and jumping task in prepubescent girls and boys* (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh).
- Dotan, R., Mitchell, C., Cohen, R., Klentrou, P., Gabriel, D., & Falk, B. (2012). Child—adult differences in muscle activation—a review. *Pediatric exercise science*, 24(1), 2-21.
- Douda, H. T., Toubekis, A. G., Avloniti, A. A., & Tokmakidis, S. P. (2008). Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 41-54.
- Dubs, L., & Gschwend, N. (1988). General joint laxity. *Archives of orthopaedic and traumatic surgery*, 107(2), 65-72.
- Faigenbaum, A. D. (2002). Resistance training for adolescent athletes. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 7(6), 30-35.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British journal of sports medicine*, 44(1), 56-63.

- Falk, B., & Mor, G. (1996). The effects of resistance and martial arts training in 6-to 8-year-old boys. *Pediatric exercise science*, 8(1), 48-56.
- Fletcher, I. M., & Monte-Colombo, M. M. (2010). An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 35(1), 27-34.
- Fox, E. L., & Mathews, D. K. (1974). *Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness*. Par Edward L. fox Et Donald K. Mathews. Illus. Par Nancy Allison Close. Saunders.
- Fransen, J., Deprez, D., Pion, J., Tallir, I. B., D'Hondt, E., Vaeyens, R., ... & Philippaerts, R. M. (2014). Changes in physical fitness and sports participation among children with different levels of motor competence: a 2-year longitudinal study. *Pediatric Exercise Science*, 26(1), 11-21.
- Fukunaga, Y., Takai, Y., Yoshimoto, T., Fujita, E., Yamamoto, M., & Kanehisa, H. (2014). Effect of maturation on muscle quality of the lower limb muscles in adolescent boys. *Journal of physiological anthropology*, 33(1), 1-6.
- Gambetta, V. (1996). In a blur: How to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19, 22-24.
- Gautier, G., Thouvarecq, R., & Larue, J. (2008). Influence of experience on postural control: effect of expertise in gymnastics. *Journal of Motor Behavior*, 40(5), 400-408.
- Georgopoulos, N. A., Theodoropoulou, A., Roupas, N. D., Rottstein, L., Tsekouras, A., Mylonas, P. & Markou, K. B. (2012). Growth velocity and final height in elite female rhythmic and artistic gymnasts. *Hormones*, 11(1), 61-69.
- Georgopoulos, N., Markou, K., Theodoropoulou, A., Paraskevopoulou, P., Varaki, L., Kazantzi, Z. & Vagenakis, A. G. (1999). Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 84(12), 4525-4530.
- Giannitsopoulou, E., Zisi, V., & Kioumourtzoglou, E. (2003). Elite performance in rhythmic gymnastics: Do the changes in code of points affect the role of abilities? *Journal of Human Movement Studies*, 45(4), 327-346.

- Gillen, Z. M., Shoemaker, M. E., McKay, B. D., Bohannon, N. A., Gibson, S. M., & Cramer, J. T. (2019). Muscle strength, size, and neuromuscular function before and during adolescence. *European Journal of Applied Physiology*, *119*, 1619–1632.
- Gillen, Z. M., Jahn, L. E., Shoemaker, M. E., McKay, B. D., Mendez, A. I., Bohannon, N. A., & Cramer, J. T. (2019). Effects of eccentric preloading on concentric vertical jump performance in youth athletes. *Journal of applied biomechanics*, *35*(5), 327-335.
- Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine*, *24*(5), 289-299.
- Gulick, D. T., Fagnani, J., Long, M., Morris, K., Hartzell, B., & Epler, M. (2008). Parameters that influence vertical jump height. *The Sport Journal*, *11*(3), 67-75.
- Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *29*(1), 9-26.
- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta physiologica scandinavica*, *125*(4), 573-585.
- Hass, C. J., Schick, E. A., Tillman, M. D., Chow, J. W., Brunt, D. E. N. I. S., & Cauraugh, J. H. (2005). Knee biomechanics during landings: comparison of pre-and postpubescent females. *Medicine and Science in sports and exercise*, *37*(1), 100-107.
- Hoolahan, P. (1990). Agility. *NSCA J*, *12*(3), 22-24.
- Holman, M. E., Kasby, C. B., Suthers, M. B., & Wilson, J. A. (1968). Some properties of the smooth muscle of rabbit portal vein. *The Journal of physiology*, *196*(1), 111-132.
- Hough, P. A., Ross, E. Z., & Howatson, G. (2009). Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(2), 507-512.
- Hutchinson, M. R. (1999). Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Medicine and science in sports and exercise*, *31*(11), 1686-1688.
- Hutchinson, M. R., Tremain, L. I. N. D. A., Christiansen, J. O. H. N., & Beitzel, J. A. M. E. S. (1998). Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts. *Medicine & science in sports and exercise*, *30*, 1543-1547.

- Jaric, S., Ugarkovic, D., & Kukolj, M. (2001). Anthropometric, strength, power and flexibility variables in elite male athletes: basketball, handball, soccer and volleyball players. *Journal of human movement studies*, 40(6), 453-464.
- Jastrjemskaia, N., & Titov, Y. (1999). *Rhythmic gymnastics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kadija, M., Knezevic, O., Milovanovic, D., Bumbasirevic, M., & Mirkov, D. (2010). Effect of isokinetic dynamometer velocity on muscle strength deficit in elite athletes after ACL reconstruction. *Medicina Sport*, 63(1-2), 495-507.
- Katić, R., Grgantov, Z., & Jurko, D. (2006). Motor structures in female volleyball players aged 14–17 according to technique quality and performance. *Collegium antropologicum*, 30(1), 103-112.
- Kayihan, G. (2014). Comparison of physical fitness levels of adolescents according to sports participation: martial arts, team sports and non-sports. *Archives of Budo*, 10, 227-232.
- Kibler, W. B., & Chandler, T. J. (2003). Functional rehabilitation and return to training and competition. *Rehabilitation of sports injuries: Scientific basis*, 288.
- Kirby, R. L., Simms, F. C., Symington, V. J., & Garner, J. B. (1981). Flexibility and musculoskeletal symptomatology in female gymnasts and age-matched controls. *The American journal of sports medicine*, 9(3), 160-164.
- Klentrou, P., & Plyley, M. (2003). Onset of puberty, menstrual frequency, and body fat in elite rhythmic gymnasts compared with normal controls. *British Journal of Sports Medicine*, 37(6), 490-494.
- Knežević, O., & Mirkov, D. (2011). Strength and power of knee extensor muscles. *Fizička kultura*, 65(2), 5-15.
- Kochanowicz, A., Kochanowicz, K., & Sawczyn, S. (2009). Special fitness and the effectiveness of technical preparation in gymnastic vault event in athletes at the directed stage. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 1(1), 70.
- Kollias, I., Panoutsakopoulos, V., & Papaikovou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 546-550.

- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch—shortening cycle on force and speed. *Exercise and sport sciences reviews*, 12(1), 81-122.
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and science in sports*, 10(4), 261-265.
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukanaga, T. (2001). Growth changes in the elastic properties of human tendon structures. *International Journal of Sports Medicine*, 22(02), 138-143.
- Kubo, K., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (1999). Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *Journal of applied physiology*, 87(6), 2090-2096.
- Kubo, K., Teshima, T., Hirose, N., & Tsunoda, N. (2014). A cross-sectional study of the plantar flexor muscle and tendon during growth. *International journal of sports medicine*, 35(10), 828-834.
- Lacordia, R. C., Godoy, E. S., Vale, R. G., Sposito-Araujo, C. A., & Dantas, E. H. (2011). Periodized training programme and technical performance of age-group gymnasts. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(3), 387-398.
- Lazaridis, T. (2010). Ranking university departments using the mean h-index. *Scientometrics*, 82(2), 211-216.
- León-Prados, J. A., Gómez-Píriz, P. T., & González-Badillo, J. J. (2011). Relación entre test físicos específicos y rendimiento en gimnastas de elite. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(22), 58-71.
- Leukel, C., Taube, W., Gruber, M., Hodapp, M., & Gollhofer, A. (2008). Influence of falling height on the excitability of the soleus H-reflex during drop-jumps. *Acta physiologica*, 192(4), 569-576.
- Lieber, R. L., & Fridén, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(11), 1647-1666.

- Lindner, K. J., Caine, D. J., & Johns, D. P. (1991). Withdrawal predictors among physical and performance characteristics of female competitive gymnasts. *Journal of sports sciences, 9*(3), 259-272.
- Lloyd, C. E., Roy, T., Nouwen, A., & Chauhan, A. M. (2012). Epidemiology of depression in diabetes: international and cross-cultural issues. *Journal of Affective Disorders, 142*, S22-S29.
- MacDougall, D. (1986). Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. *Human Muscle and Power, 2*, 156-177.
- Maffulli, N., King, J. B., & Helms, P. (1994). Training in elite young athletes (the Training of Young Athletes (TOYA) Study): injuries, flexibility and isometric strength. *British journal of sports medicine, 28*(2), 123-136.
- Magill, R. A. (1998). Knowledge is more than we can talk about: Implicit learning in motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 69*(2), 104-110.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Matić, M., & Ranisavljev, I. (2019). Maximal muscular strength as a predictor of optimum drop height. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport, 577-585*.
- Mero, A. (1981). Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scandinavian Journal of Sports Science, 3*, 16-22.
- Micheli, L. J. (1983). Back injuries in dancers. *Clinics in sports medicine, 2*(3), 473-484.
- Miletić, Đ., Katić, R., & Maleš, B. (2004). Some anthropologic factors of performance in rhythmic gymnastics novices. *Collegium antropologicum, 28*(2), 727-737.
- Miletić, Đ., Sekulić, D., Wolf-Cvitak, J. (2004). Leaping performance of a 7-year novice rhythmic gymnast is highly influenced by condition of motor abilities. *Kinesiology, 36*(1), 35-43.
- Morris, R. O., Jones, B., Myers, T., Lake, J., Emmonds, S., Clarke, N. D., ... & Till, K. (2020). Isometric midhigh pull characteristics in elite youth male soccer players: Comparisons by age and maturity offset. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 34*(10), 2947-2955.

- Nelson, A.G., Guillory, I.K., Cornewell, A., & Kokkonen, J. (2001). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is velocity-specific. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(2), 241-246.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed-methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
- Onate, J. A., Guskiewicz, K. M., & Sullivan, R. J. (2001). Augmented feedback reduces jump landing forces. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(9), 511-517.
- Panoutsakopoulos, V., Papachatzis, N., & Kollias, I. A. (2014). Sport specificity background affects the principal component structure of vertical squat jump performance of young adult female athletes. *Journal of Sport and Health Science*, 3(3), 239-247.
- Peltenburg, A. L., Erich, W. B. M., Bernink, M. J. E., & Huisveid, I. A. (1982). Selection of talented female gymnasts, aged 8 to 11, on the basis of motor abilities with special reference to balance: a retrospective study. *International journal of sports medicine*, 3(01), 37-42.
- Peng, H. T. (2011). Changes in biomechanical properties during drop jumps of incremental height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2510-2518.
- Peng, M. W., Ahlstrom, D., Carraher, S. M., & Shi, W. S. (2017). An institution-based view of global IPR History. *Journal of International Business Studies*, 48(7), 893-907.
- Petronijevic, M. S., Ramos, A. G., Mirkov, D. M., Jaric, S., Valdevit, Z., & Knezevic, O. M. (2018). Self-preferred initial position could be a viable alternative to the standard squat jump testing procedure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(11), 3267-3275.
- Philipp, J. A., & Wilkerson, J. D. (1990). *Teaching Team Sports: A Coeducational Approach*. Human Kinetics Books, Human Kinetics Publishers, Inc., Box 5076, Champaign, IL 61825-5076.
- Pitcher, C.A., Elliott, C.M., Williams, S.A., Licari, M.K., Kuenzel, A., Shipman, P.J., Valentine, J.P., Reid, S.L., 2012. Childhood muscle morphology and strength: Alterations over six months of growth. *Muscle and Nerve*, 46, 360– 366.

- Plowman, S. A. (2014). Top 10 research questions related to musculoskeletal physical fitness testing in children and adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(2), 174-187.
- Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D., Després, J. P., Dishman, R. K., Franklin, B. A., & Garber, C. E. (1998). ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science*, 30, 6-18.
- Price, O. J., Tsakirides, C., Gray, M., & Stavropoulos-Kalinoglou, A. (2018). ACSM pre-participation health screening guidelines: a UK university cohort perspective. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Quinn, A. (1990). Fitness-the road to better tennis. *Science of Coaching Tennis*. Groppe, J.L., Loehr, J.E., Melville, D.S., and Quinn, A.M., eds. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Quintero, B. R., Martín, A. P., & Henríquez, J. J. G. (2011). El perfil antropométrico de la gimnasia rítmica. *Apunts Educación Física y Deportes*, 103, 48-55.
- Raczek, J., Mynarski, W., & Lâh, V. I. (2003). *Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych: podręcznik dla nauczycieli, trenerów i studentów*. Wydaw. Akademii Wychowania Fizycznego.
- Radaš, J., & Bobić, T. T. (2011). Posture in top-level Croatian rhythmic gymnasts and non-trainees. *Kinesiology*, 43(1), 25-33.
- Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2020). The influence of maturity status on muscle architecture in school-aged boys. *Pediatric exercise science*, 1, 1-8.
- Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., Moore, I. S., & Lloyd, R. S. (2018). The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Medicine*, 48(1), 57-71.
- Rouis, M., Coudrat, L., Jaafar, H., Filliard, J. R., Vandewalle, H., Barthelemy, Y., & Driss, T. (2015). Assessment of isokinetic knee strength in elite young female basketball players: correlation with vertical jump. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 55(12), 1502-1508.

- Sands, W. A., Caine, D. J., & Borms, J. (2003). *Preliminary Pages/Acknowledgements/Contents/Brief Biographies*. In *Scientific Aspects of Women's Gymnastics* (Vol. 45, pp. I-X). Karger Publishers.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Penitente, G., Murray, S. R., Nassar, L., Jemni, M., ... & Stone, M. H. (2016). Stretching the spines of gymnasts: a review. *Sports Medicine*, *46*(3), 315-327.
- Sands, W., McNeal, J., Borms, J., & Jemni, M. (2003). Sprint characteristics of talent-selected female gymnasts age 9-11 years. *USA Gymnastics*.
- Sleeper, M. D., Kenyon, L. K., & Casey, E. (2012). Measuring fitness in female gymnasts: the gymnastics functional measurement tool. *International journal of sports physical therapy*, *7*(2), 124.
- Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., & Tammelin, T. y Raitakari, OT (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *46*(5), 955.
- Tittel, K., & Wutscherk, H. (1992). Anthropometric factors. *Strength and power in sport*, *5*, 180-196.
- Tomlinson, D. J., Erskine, R. M., Morse, C. I., Winwood, K., & Onambélé-Pearson, G. (2016). The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age. *Biogerontology*, *17*(3), 467-483.
- Tonson, A., Ratel, S., Fur, Y. Le, Cozzone, P., & Bendahan, D. (2008). Effect of maturation on the relationship between muscle size and force production. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *40*, 918–925.
- Torres-Costoso, A., López-Muñoz, P., Martínez-Vizcaino, V., Álvarez-Bueno, C., & Cavero-Redondo, I. (2020). Association Between Muscular Strength and Bone Health from Children to Young Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, *50*(6), 1163-1190.
- Twitchett, E. (2009). Physiological demands of performance in Classical Ballet and their relationships with injury and aesthetic components.
- Ugarkovic, D., & Kukolj, D. M. M. (2002). Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *16*, 227-230.

- van Dieën, J. H., Luger, T., & van der Eb, J. (2012). Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *European journal of applied physiology*, *112*(4), 1307-1313.
- Verstegen, M., Marcello, B. (2001). Agility and coordination. In B. Foran (Ed.), *High performance sports conditioning* (pp. 140-141). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Viitasalo, J. T., Salo, A., & Lahtinen, J. (1998). Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *78*(5), 432-440.
- Voigt, M., Simonsen, E. B., Dyhre-Poulsen, P., & Klausen, K. (1995). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *Journal of biomechanics*, *28*(3), 293-307.
- Walsh, A. D., & Wilson, G. J. (1997). The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, *22*(2), 117-132.
- Walsh, M., Arampatzis, A., Schade, F., & Brüggemann, G. P. (2004). The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(3), 561-566.
- Wilmore, J., Costill, D., & Kenney, W. (1999). Prescription of exercise for health and fitness. *Physiology of sports and exercise*, *7*, 620-624.
- Wilson, G. J., & Murphy, A. J. (1996). The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports medicine*, *22*(1), 19-37.
- Winter, D. A., Patla, A. E., & Frank, J. S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Medical progressive technology*, *16*(1-2), 31-51.
- Wisloeff, U. L. R. I. K., Helgerud, J. A. N., & Hoff, J. A. N. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and science in sports and exercise*, *30*(3), 462-467.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, *38*(3), 285-288.
- Yamaguchi, T., & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *19*(3), 677-683.
- Young, W., & Farrow, D. (2006). A review of agility: Practical applications for strength and conditioning. *Strength and conditioning journal*, *28*(5), 24.

Zetaruk, M. N., Violan, M., Zurakowski, D., Mitchell Jr, W. A., & Micheli, L. J. (2006). Recomendaciones para el entrenamiento y prevención de lesiones en gimnastas de rítmica de elite. *Apunts Medicina de l'Esport*, 41(151), 100-106.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αδαμόπουλος, Η. Ι. (2017). *Συγκριτική ανάλυση της αλτικότητας μετά από πτώση από διαφορετικό ύψος πτώσης μεταξύ ενηλίκων ανδρών και προέφηβων αγοριών* (No. GRI-2017-19793). Aristotle University of Thessaloniki.

Καλούδη, Μ., Παπαδοπούλου, Σ. Δ., Μπάσσα, Ε., Οικονόμου, Ν., & Παναγιωτίδου, Κ. (2011). Η επίδραση της προπόνησης πετοσφαίρισης στην αλτική ικανότητα προέφηβων κοριτσιών. Aristotle University of Thessaloniki.

Κιτρινιάρης, Κ. Σ. (1961). *Φιλοστράτου Γυμναστικός*. Αθήνα.

VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1837
2017
ΧΡΟΝΙΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης συμμετοχής σε έρευνα

Σας προσκαλούμε να επιτρέψετε τη συμμετοχή του παιδιού σας σε έρευνα που διεξάγεται υπό την αιγίδα της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η έρευνα αφορά αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής και εστιάζει στη διερεύνηση των μεταβολών στο ύψος άλματος, τον χρόνο επαφής με το έδαφος και τον δείκτη δύναμης αντίδρασης κατά τη διάρκεια εκτέλεσης αλμάτων βάθους από διαφορετικά ύψη.

Η έρευνα διεξάγεται από την φοιτήτρια Μανιού Βασιλική με επιβλέπουσα την κ.Δόντη Ολύβια. Η διαδικασία της έρευνας περιλαμβάνει τη διεξαγωγή αλμάτων βάθους από διαφορετικά ύψη (20, 40 και 60 εκ).. Το ύψος των αλμάτων, ο δείκτης δύναμης αντίδρασης και ο χρόνος επαφής με το έδαφος θα καταγράφονται συνεχώς πάνω σε δυναμοπλατόρμα.

Σας διαβεβαιώνουμε ότι η διαδικασία της έρευνας δεν ενέχει κινδύνους (σωματικούς ή ψυχολογικούς) για τις αθλήτριες οι οποίες θα λάβουν μέρος σ' αυτήν. Επιπλέον, οι αθλήτριες είναι εξοικειωμένες με τις ασκήσεις διότι τις χρησιμοποιούν συχνά στην προπόνησή τους. Η συμμετοχή στην έρευνα γίνεται ανώνυμα και η δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων θα αφορά στο σύνολο των συμμετεχόντων.

Σας ζητούμε να δώσετε γραπτώς τη συγκατάθεσή σας, για να λάβει μέρος το παιδί σας στην παρούσα έρευνα, υπογράφοντας το Έντυπο Συγκατάθεσης Γονέα που ακολουθεί. Ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία σας.

Στοιχεία κύριου ερευνητή: Μανιού Βασιλική (κινητό τηλέφωνο):6976341051

ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ

Ημερομηνία

Διάβασα την παραπάνω ενημέρωση για την έρευνα που διεξάγεται, υπό την αιγίδα της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, από την φοιτήτρια Μανιού Βασιλική με επιβλέπουσα την κ.Δόντη Ολύβια και δηλώνω ότι δέχομαι να λάβει μέρος το παιδί μου σ' αυτήν την έρευνα. Γνωρίζω ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική, γίνεται ανώνυμα, το παιδί μου δεν διατρέχει κανέναν κίνδυνο και μπορεί να διακόψει τη συμμετοχή του, οποιαδήποτε στιγμή.

Ο Γονέας -Κηδεμόνας

Υπογραφή