

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τρισέλιδες Εργασίες που παρουσιάστηκαν κατά το  
16<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

## CONTENTS

Short papers presented during the  
16<sup>th</sup> International Congress of Physical Education and Sport



**Υπεύθυνος έκδοσης/Editor:**

Γεώργιος Κώστα / George Costa

**Επιμέλεια Ύλης/Content Administration:**

Ευστρατία Τσίτσκαρη / Efstratia Tsitskari

**Υπεύθυνη Επιστημονικών Εργασιών/Manuscripts Administration:**

Ευστρατία Τσίτσκαρη / Efstratia Tsitskari

**Υπεύθυνος Ανάρτησης Εργασιών στον Ιστοχώρο/Webmaster:**

Νικόλαος Βερναδάκης / Nicholas Vernadakis

## **ΕΡΓΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ**

1.

**Αυλωνίτη Α., Δούδα Ε., Χατζηνικολάου Α., Κουτσούκου Κ., Παπαδοπούλου Ε., Κορτσάρης Α., Τοκμακίδης Σ.**

[ΟΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ](#)

**A. Avloniti, H. Douda, A. Chatzinikolaou, K. Koutsoukou, E. Papadopoulou, A. Kortsaris, S. Tokmakidis**

[ACUTE EFFECTS OF RHYTHMIC GYMNASTICS TRAINING ON IMMUNE COMPONENTS IN ELITE FEMALE ADOLESCENT ATHLETES](#)

2.

**Συρίβλης Ν., Πυλιανίδης Θ., Σμήλιος Η., Δούδα Ε., Τοκμακίδης Σ.**

[ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΔΥΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΡΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΜΥΪΚΗΣ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑΣ](#)

**N. Sirivlis, T. Pilianidis, I. Smilios, E. Douda, S. Tokmakidis**

[CHANGES IN MAXIMAL FORCE AND VERTICAL JUMP PERFORMANCE FOLLOWING THE EXECUTION OF TWO MUSCULAR HYPERTROPHY RESISTANCE TRAINING PROTOCOLS](#)

## **ΟΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ**

**Αυλωνίτη Α.<sup>1</sup>, Δούδα Ε.<sup>1</sup>, Χατζηνικολάου Α.<sup>1</sup>, Κουτσούκου Κ.<sup>1</sup>, Παπαδοπούλου  
Ε.<sup>2</sup>, Κορτσάρης Α.<sup>2</sup>, Τοκμακίδης Σ.<sup>1</sup>**

1. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού,  
69100 Κομοτηνή

2. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Ιατρικής, 68100 Αλεξανδρούπολη

### **Περίληψη**

Είναι γνωστό ότι η άσκηση προκαλεί αξιοσημείωτες μεταβολές σε παραμέτρους της κυτταρικής και χυμικής ανοσίας, το μέγεθος των οποίων εξαρτάται άμεσα από την ένταση και τη διάρκεια του ερεθίσματος. Σύμφωνα με τη θεωρία του «ανοικτού παραθύρου», μετά από επίπονη άσκηση, παρατηρείται ένα χρονικό διάστημα από 3 έως 72 ώρες κατά το οποίο το ανοσολογικό σύστημα βρίσκεται σε καταστολή. Αυξάνεται λοιπόν, ο κίνδυνος για λοίμωξη, διότι ιοί και βακτήρια μπορούν να προσβάλουν ευκολότερα τον οργανισμό στο χρονικό αυτό διάστημα. Ωστόσο δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να εξετάζουν την επίδραση της προπόνησης στο ανοσολογικό σύστημα υψηλού επιπέδου αθλητριών αναπτυξιακής ηλικίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει τις μεταβολές κυτταρικών και χυμικών παραμέτρων του ανοσολογικού συστήματος σε υψηλού επιπέδου αθλήτριες Ρυθμικής Γυμναστικής μετά από μία τυπική προπονητική μονάδα. Δώδεκα αθλήτριες (n=12) ρυθμικής γυμναστικής (ηλικίας  $10.85 \pm 0.57$  έτη, ύψους  $139.93 \pm 3.33$  cm, βάρους  $29.36 \pm 1.37$  kg) και δώδεκα μη αθλήτριες (ηλικίας  $10.79 \pm 0.37$  έτη, ύψους  $142.54 \pm 2.92$  cm, βάρους  $34.13 \pm 1.75$  kg) που δεν συμμετείχαν συστηματικά σε κάποια φυσική δραστηριότητα, αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης. Η διάρκεια της προπόνησης ήταν 5 ώρες και η ένταση κυμάνθηκε στο 75% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Πραγματοποιήθηκαν τρεις αιμοληψίες: πριν την προπόνηση (pre), αμέσως μετά το τέλος (post) και είκοσι τέσσερις ώρες μετά (24h). Τις ίδιες χρονικές στιγμές πραγματοποιήθηκαν και οι αιμοληψίες των μη αθλητριών. Προσδιορίστηκε ο συνολικός αριθμός των λευκοκυττάρων και οι υποπληθυσμοί τους (ουδετερόφιλα, λεμφοκύτταρα, μονοκύτταρα, ηωσιγνόφιλα και βασεόφιλα) και αξιολογήθηκαν τα επίπεδα της IL-2, IL-6, IGF-1, GH και της κορτιζόλης. Από την ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στα λευκοκύτταρα ( $p < .001$ ) μετά την προπόνηση, στα ουδετερόφιλα ( $p < .001$ ) και

στην IL-6 ( $p < .001$ ), ενώ στα λεμφοκύτταρα ( $p < .001$ ) και στην IL-2 παρουσιάστηκε σημαντική πτώση ( $p < .001$ ). Είκοσι τέσσερις ώρες μετά παρατηρήθηκε στις αθλήτριες σημαντική μείωση στον IGF-I ( $p < .001$ ) συγκριτικά με τα επίπεδα ηρεμίας τους. Την ίδια χρονική στιγμή οι αθλήτριες διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τις μη αθλήτριες ( $p < .001$ ). Συμπερασματικά, η προπόνηση ρυθμικής γυμναστικής φάνηκε να επιδρά σημαντικά σε παραμέτρους της ειδικής ανοσίας μειώνοντας τον αριθμό των λεμφοκυττάρων και τη συγκέντρωση της IL-2. Είκοσι τέσσερις ώρες μετά, μέχρι την έναρξη της επόμενης προπονητικής μονάδας, τα επίπεδα αυτών των παραμέτρων δεν είχαν αποκατασταθεί, γεγονός που επιβεβαιώνει τη θεωρία του «ανοικτού παραθύρου» αυξάνοντας την πιθανότητα επιρρέπεια σε ενδεχόμενες λοιμώξεις.

**Λέξεις κλειδιά:** ανοσοποιητική λειτουργία, λευκοκύτταρα, κυτταροκίνες

### **Αλεξάνδρα Αυλωνίτη**

**Διεύθυνση:** ΤΕΦΑΑ, Δ.Π.Θ., Πανεπιστημιούπολη Κομοτηνής, Τ.Κ. 69100

**Τηλ.:** 2531039723

**e-mail:** [alavloni@phyed.duth.gr](mailto:alavloni@phyed.duth.gr)

## **ACUTE EFFECTS OF RHYTHMIC GYMNASTICS TRAINING ON IMMUNE COMPONENTS IN ELITE FEMALE ADOLESCENT ATHLETES**

**A. Avloniti<sup>1</sup>, H. Douda<sup>1</sup>, A. Chatzinikolaou<sup>1</sup>, K. Koutsoukou<sup>1</sup>, E. Papadopoulou<sup>2</sup>, A. Kortsaris<sup>2</sup>, S. Tokmakidis<sup>1</sup>**

1. Democritus University of Thrace, Department of Physical Education and Sport Science, 69100 Komotini

2. Democritus University of Thrace, School of Medicine, 68100 Alexandroupoli

### **Abstract**

It is well recognized that exercise causes considerable changes in cellular and humoral immune components. The magnitude of these changes appears to be directly related to exercise intensity and duration. According to the "open window" theory, exercise is associated with a transient but clinically significant depression of immune function that might last between 3 and 72 hours. During this period viruses and bacteria might gain a foothold, increasing the risk of subclinical and clinical infection; however, no study has been undertaken to examine the acute effects of rhythmic gymnastics training on immune

system in elite female adolescent athletes. The aim of the present study was to investigate the acute changes in immune components after a single bout of rhythmic gymnastics training. Twelve elite rhythmic gymnasts (age:  $10.85 \pm 0.57$  yr., height:  $139.93 \pm 3.33$  cm, weight:  $29.36 \pm 1.37$  kg), and twelve non-athletes children (age:  $10.79 \pm 0.37$  yr., height:  $142.54 \pm 2.92$  cm, weight:  $34.13 \pm 1.75$  kg) participated in the study. The duration of rhythmic gymnastics training was five hours and was performed at an intensity of 75% of maximal heart rate. Blood samples were taken before (pre), immediately after (post) and 24h after (24h) a rhythmic gymnastics training session in order to determine total white blood cells (the subsets of neutrophils, lymphocytes, monocytes, eosinophils, basophils, cortisol), cytokines (IL-2 and IL-6), growth hormone (GH) and insulin-like growth factor I (IGF-I). At the same time, blood samples were obtained from non-athletes who refrained from exercise. The analysis of data indicated significant increase in total white blood cells ( $p < .001$ ), neutrophils ( $p < .001$ ) and IL-6 ( $p < .001$ ) after the exercise, while lymphocytes ( $p < .001$ ) and IL-2 ( $p < .001$ ) were significantly decreased. Twenty four hours after the exercise IGF-I was significantly lower ( $p < .001$ ) relatively to pre-exercise levels for rhythmic gymnasts and there was a statistically significant difference between athletes and non-athletes ( $p < .001$ ). These findings revealed that the single bout of Rhythmic gymnastics training seems to affect adaptive immune components, decreasing the lymphocyte count and IL-2. Twenty four hours later, before the next exercise session, these components did not return to pre-exercise values. These effects confirm the "open window" theory and probably increasing the susceptibility to infection.

**Key words:** immune function, white blood cells, cytokines

### **Alexandra Avloniti**

**Address:** Department of Physical Education and Sport, Democritus University of Thrace, University Campus, Komotini, 69100

**Telephone number:** 00302531039723

**e-mail:** [alavloni@phyed.duth.gr](mailto:alavloni@phyed.duth.gr)

**ΟΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΣΕ  
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ  
ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ**

## Εισαγωγή

Σύμφωνα με τη θεωρία του «ανοικτού παραθύρου», μετά από επίπονη άσκηση, παρατηρείται ένα χρονικό διάστημα από 3 έως 72 ώρες κατά το οποίο το ανοσολογικό σύστημα βρίσκεται σε καταστολή. Αυξάνεται λοιπόν, ο κίνδυνος για λοίμωξη, διότι ιοί και βακτήρια μπορούν να προσβάλουν ευκολότερα τον οργανισμό στο χρονικό αυτό διάστημα. Στις περισσότερες μελέτες που εξετάζουν την επίδραση της άσκησης στην ανοσοποιητική λειτουργία των παιδιών και των εφήβων, είτε έχουν εφαρμοστεί συγκεκριμένα εργαστηριακά πρωτόκολλα άσκησης (Eliakim et al., 1997) είτε έχουν χρησιμοποιήσει κάποιο τεστ μέγιστης προσπάθειας στο εργαστήριο (Boas et al., 1996). Ωστόσο, δεν υπάρχουν μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία στις οποίες να εξετάζεται η επίδραση μιας τυπικής προπονητικής μονάδας ρυθμικής γυμναστικής, η οποία είναι πολύωρη και ιδιαίτερα έντονη, σε παραμέτρους της ανοσοποιητικής λειτουργίας. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει τις μεταβολές κυτταρικών και χυμικών παραμέτρων του ανοσολογικού συστήματος σε υψηλού επιπέδου αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής μετά από μία τυπική προπονητική μονάδα.

## Μέθοδος

### Εξεταζόμενοι

Στην έρευνα συμμετείχαν δώδεκα αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής και δώδεκα μη αθλήτριες οι οποίες δε συμμετείχαν συστηματικά σε κάποια αθλητική δραστηριότητα. Οι συμμετέχουσες δεν παρουσίαζαν προβλήματα τραυματισμών, ούτε συμπτώματα ίωσης και δε λάμβαναν καμία φαρμακευτική αγωγή κατά τη διάρκεια του τελευταίου μήνα. Για την επιλογή των ατόμων της ομάδας ελέγχου-αναπτυξιακής ηλικίας τα κριτήρια ήταν η ηλικία, η βιολογική ωρίμανση (Κλίμακα Tanner), το σωματικό βάρος και το ύψος έτσι ώστε να προσιδιάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής. Τα χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.** Χαρακτηριστικά (μέση τιμή ± τυπικό σφάλμα) του δείγματος κατά ομάδα

Μεταβλητή	Αθλήτριες (n=12)	Μη αθλήτριες (n=12)
Ηλικία (έτη)	10.85 ± 0.57	10.79 ± 0.37
Προπονητική ηλικία (έτη)	5 ± 0.46	-
Ύψος (cm)	139.93 ± 3.33	142.54 ± 2.92
Βάρος (kg)	29.36 ± 1.37	34.13 ± 1.75
Σωματικό λίπος (%)	13.50 ± 0.28	14.61 ± 1.05
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	56.16 ± 0.97	50.55 ± 0.52
HRmax (bpm)	208 ± 2.31	210 ± 1.76
Κλίμακα Tanner	T2	T2

### **Διαδικασία συλλογής δεδομένων**

Η συνολική διάρκεια της προπόνησης ήταν πέντε ώρες. Σε όλη τη διάρκεια γινόταν καταγραφή της καρδιακής συχνότητας της κάθε αθλήτριας με τηλεμετρία (Polar S810, Finland). Η μέση ένταση της προπόνησης ήταν στο 75% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax). Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα προσδιορίστηκε με βάση το τεστ αξιολόγησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Για την αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ( $VO_{2max}$ ) χρησιμοποιήθηκε το προοδευτικά αυξανόμενης έντασης παλίνδρομο τρέξιμο αντοχής 20 μέτρων (Lèger & Lambert, 1982). Πραγματοποιήθηκαν τρεις αιμοληψίες: πριν την προπόνηση (pre), αμέσως μετά το τέλος (post) και είκοσι τέσσερις ώρες μετά (24h). Τις ίδιες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της ημέρας πραγματοποιήθηκαν και οι αιμοληψίες της ομάδας ελέγχου. Ο συνολικός αριθμός των λευκών αιμοσφαιρίων καθώς και οι υποπληθυσμοί τους μετρήθηκαν σε απόλυτες τιμές σε αιματολογικό αναλυτή Sysmex 2000 (Toa Medical Electronics, Kobe, Japan). Επειδή οι μεταβολές του αριθμού των κυττάρων προσδιορίστηκαν σε ολικό αίμα δεν έγινε διόρθωση ως προς τις μεταβολές του όγκου πλάσματος (Malm, Ekblom, Ekblom, 2004). Για την ανάλυση των δειγμάτων ως προς την κορτιζόλη, τον ινσουλινοειδή παράγοντα ανάπτυξης I (IGF-I), την ιντερλευκίνη 6 (IL-6) και την ιντερλευκίνη 2 (IL-2) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της διπλής ενζυμοσύνδετης ανοσοπροσροφητικής μέτρησης (sandwich ELISA) σε φωτόμετρο τύπου ELISA Hyperion Micro-Reader III (Inc., Miami, Florida, USA). Η θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια των μετρήσεων κυμάνθηκε από 18-20° C και η υγρασία από 68-70%.

### **Στατιστική Ανάλυση**

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες εκ των οποίων ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος (ομάδα x χρονική στιγμή μέτρησης). Εφαρμόστηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των επιμέρους βαθμίδων των δύο παραγόντων. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < .05$ .

### **Αποτελέσματα**

Από την ανάλυση των δεδομένων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης ( $F_{(2,44)}=47.30$ ,  $p < .001$ ) στα λευκοκύτταρα. Ειδικότερα στην ομάδα ρυθμικής παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση των λευκοκυττάρων αμέσως μετά την άσκηση σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας ( $p < .001$ ) ενώ 24

ώρες μετά σημειώθηκε σημαντική μείωση ( $p<.001$ ). Μεταξύ των δύο ομάδων διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά ( $p<.001$ ) μετά την προπόνηση (Πίνακας 2). Η ίδια τάση παρουσιάστηκε και στα ουδετερόφιλα ( $F_{(2,44)}=57.99$ ,  $p<.001$ ), ενώ στα λεμφοκύτταρα διαπιστώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ομάδα και χρονική στιγμή μέτρησης

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.** Αποτελέσματα (μέση τιμή  $\pm$  τυπικό σφάλμα) των υπό εξέταση μεταβλητών της ομάδας ρυθμικής γυμναστικής ( $n=12$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $n=12$ ) στις χρονικές στιγμές μέτρησης.

Μεταβλητές	Pre (8.00 π.μ.)	Post (15.00 μ.μ.)	24h (8.00 π.μ.)
<b>Λευκοκύτταρα</b> ( $\times 10^9/L$ )			
Ρυθμική γυμναστική	6.52 $\pm$ 0.31	9.64 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>	5.84 $\pm$ 0.35 <sup>a,b</sup>
Ελέγχου	6.51 $\pm$ 0.40	6.45 $\pm$ 0.35*	6.52 $\pm$ 0.40
<b>Ουδετερόφιλα</b> ( $\times 10^9/L$ )			
Ρυθμική γυμναστική	2.69 $\pm$ 0.16	6.54 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	2.52 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>
Ελέγχου	2.95 $\pm$ 0.25	2.91 $\pm$ 0.23*	2.96 $\pm$ 0.26
<b>Λεμφοκύτταρα</b> ( $\times 10^9/L$ )			
Ρυθμική γυμναστική	3.15 $\pm$ 0.17	2.52 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	2.69 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>
Ελέγχου	2.91 $\pm$ 0.18	2.89 $\pm$ 0.16	2.92 $\pm$ 0.18
<b>Κορτιζόλη (nmol/l)</b>			
Ρυθμική γυμναστική	453.71 $\pm$ 9.96	301.75 $\pm$ 11.17 <sup>a</sup>	451.73 $\pm$ 9.39 <sup>b</sup>
Ελέγχου	427.90 $\pm$ 7.67	193.00 $\pm$ 11.45 <sup>*,a</sup>	427.02 $\pm$ 7.68 <sup>b</sup>
<b>IL-6 (pg/ml)</b>			
Ρυθμική γυμναστική	1.66 $\pm$ 0.07	2.15 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	1.72 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>
Ελέγχου	1.50 $\pm$ 0.04	1.57 $\pm$ 0.04*	1.51 $\pm$ 0.04
<b>IL-2 (pg/ml)</b>			
Ρυθμική γυμναστική	10.68 $\pm$ 0.33	9.06 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	8.70 $\pm$ 0.36 <sup>a</sup>
Ελέγχου	10.00 $\pm$ 0.19	9.93 $\pm$ 0.24	9.91 $\pm$ 0.18*
<b>IGF-I (nmol/l)</b>			
Ρυθμική γυμναστική	37.38 $\pm$ 3.45	34.72 $\pm$ 2.45	31.95 $\pm$ 2.82 <sup>a</sup>
Ελέγχου	43.40 $\pm$ 2.71	43.83 $\pm$ 3.00*	43.37 $\pm$ 2.69*

$p<.05$ : a διαφορά με το pre, b διαφορά με το post, \* $p<.05$ : διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων

( $F_{(2,44)}=16.30$ ,  $p<.001$ ), με σημαντική πτώση ( $p<.001$ ) αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης (20%) για τις αθλήτριες, η οποία διατηρήθηκε και στις 24 ώρες μετά (14.5%) συγκριτικά με τα επίπεδα ηρεμίας. Αναφορικά με την IL-6, οι αθλήτριες παρουσίασαν σημαντική αύξηση (29.8%) συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας αμέσως μετά το τέλος της



προπόνησης και διέφεραν σημαντικά με τις μη αθλήτριες ( $p < .001$ ). Αντιθέτως, στην IL-2 παρατηρήθηκε σημαντική μείωση (15.2%) αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης συγκριτικά με τις τιμές ηρεμίας για τις αθλήτριες και συνεχίστηκε και στις 24 ώρες μετά (18.6%) διαφέροντας σημαντικά με τις μη αθλήτριες ( $p < .01$ ).

### Συζήτηση – Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη, μετά το τέλος της προπόνησης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση (48%) του συνολικού αριθμού των λευκοκυττάρων των αθλητριών σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας. Συγκριτικά με τα υπάρχοντα δεδομένα από μελέτες σε παιδιά και εφήβους (Boas et al., 1996; Eliakim et al., 1997), το φαινόμενο της λευκοκυττάρωσης μετά το τέλος της προπόνησης ρυθμικής γυμναστικής παρουσιάστηκε εντονότερο. Αρκετές μελέτες υποστηρίζουν ότι ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει το μέγεθος της λευκοκυττάρωσης είναι η διάρκεια της άσκησης (McCarthy & Dale, 1988). Το στοιχείο αυτό αποτέλεσε τον κύριο προσδιοριστικό παράγοντα διαμόρφωσης της συμπεριφοράς των λευκοκυττάρων και των υποπληθυσμών τους στην παρούσα μελέτη. Αναφορικά με την IL-2 μετά το τέλος της προπόνησης παρατηρήθηκε σημαντική μείωση κατά 15% συγκριτικά με τα επίπεδα ηρεμίας, ωστόσο οι αθλήτριες δεν διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τις μη αθλήτριες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης η συγκέντρωση της IL-2 συνέχισε να μειώνεται και είκοσι τέσσερις ώρες μετά ήταν κατά 18.6% χαμηλότερη συγκριτικά με τα επίπεδα ηρεμίας. Σε αυτή τη χρονική στιγμή τα επίπεδα IL-2 των αθλητριών ήταν σημαντικά χαμηλότερα σε σχέση με τις μη αθλήτριες. Το εύρημα αυτό έρχεται να εξηγήσει και την πτώση των λεμφοκυττάρων που παρατηρήθηκε αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης ρυθμικής γυμναστικής και η οποία δεν φάνηκε να αποκαθίσταται πλήρως στις είκοσι τέσσερις ώρες μετά, καθώς η IL-2 διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των T και B κυττάρων, την παραγωγή αντισωμάτων από τα πλασματοκύτταρα και την κυτταροτοξική δραστηριότητα των NK κυττάρων (Mackinnon, 1999). Από τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώνεται ανοσοκαταστολή των αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής η οποία διαρκεί τουλάχιστον 24 ώρες επιβεβαιώνοντας τη θεωρία του «ανοικτού παραθύρου». Συνιστάται στις προπονήτριες ρυθμικής γυμναστικής μετά από μία προπονητική μονάδα με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά επιβάρυνσης (75% της HRmax και διάρκεια 5 ώρες) να μεσολαβεί χρονικό διάστημα τουλάχιστον 24 ωρών για την έναρξη της επόμενης προπόνησης.

### Βιβλιογραφία

- BOAS S.R., JOSWIAK M.L., NIXON P.A., KURLAND G., O'CONNOR M.J., BUFALINO K., ORENSTEIN D.M. & WHITESIDE T.L. (1996). Effects of anaerobic exercise on the immune system in eight -to seventeen-year-old trained and untrained boys. *The Journal of Pediatrics*, 129(6):846-855.
- ELIAKIM A., WOLACH B., KODESH E., GAVRIELI R., RADNAY J., BEN TOVIM T., YAROM Y. & FALK B. (1997). Cellular and humoral immune response to exercise among gymnasts and untrained girls. *International Journal of Sports Medicine*, 18:208–212.
- LEGER L.A. & LAMBERT J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 49(1):1-12.
- MACKINNON L.T. (1999). *Advances in exercise immunology*. USA: Human Kinetics.
- MALM C., EKBLÖM Ö. & EKBLÖM B. (2004). Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. *Acta Physiologica Scandinavica*, 180:143-155.
- MCCARTHY D. & DALE M. (1988). The leucocytosis of exercise. *Sports Medicine*, 6:333-363.

## **ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΔΥΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΡΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΜΥΪΚΗΣ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑΣ**

**Συρίβλης Ν., Πυλιανίδης Θ., Σμήλιος Η., Δούδα Ε., Τοκμακίδης Σ.**

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού,  
69100 Κομοτηνή

### **Περίληψη**

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει τις μεταβολές που προκαλούν στη μέγιστη ισομετρική δύναμη και την αλτική ικανότητα η εξάσκηση με την τεχνική εκτέλεσης των σετ έως την εξάντληση και με το σύστημα της πολλαπλής μείωσης της αντίστασης για την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας. Δέκα άντρες ( $22,4 \pm 2$  χρόνων) εκτέλεσαν τις ασκήσεις, κάθισμα και πιέσεις ποδιών δύο φορές. Αρχικά με την τεχνική των σετ έως την εξάντληση και ύστερα με το σύστημα της πολλαπλής μείωσης της αντίστασης. Πριν και μετά από το κάθισμα καθώς και μετά από τις πιέσεις ποδιών μετρήθηκαν η μέγιστη ισομετρική δύναμη κατά την έκταση της κνήμης, το ύψος στο άλμα με ταλάντευση και η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι και τα δύο πρωτόκολλα προκάλεσαν μείωση ( $p < 0,05$ ) της μέγιστης ισομετρικής δύναμης χωρίς να παρατηρηθούν διαφορές ( $p > 0,05$ ) μεταξύ τους. Επιπλέον, με το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης μειώθηκε η επίδοση στο άλμα με ταλάντευση ( $p < 0,05$ ) ενώ με την τεχνική της εκτέλεσης σετ έως την εξάντληση υπήρξε τάση μείωσης ( $p = 0,07$ ). Η συγκέντρωση του γαλακτικού αυξήθηκε ( $p < 0,05$ ) και με τα δύο πρωτόκολλα με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις να παρατηρούνται μετά από το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης ( $10,01 \pm 2,39$  έναντι  $7,32 \pm 1,83$  mmol/L). Τα παραπάνω δεδομένα δείχνουν ότι τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα άσκησης με βάρη που χρησιμοποιούνται για την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας προκαλούν έντονη ενεργοποίηση της αναερόβιας γλυκόλυσης και μείωση της νευρομυϊκής απόδοσης. Ωστόσο, μεγαλύτερη ενεργοποίηση της αναερόβιας γλυκόλυσης και κόπωση παρατηρείται με την εκτέλεση του συστήματος πολλαπλής μείωσης της αντίστασης.

*Λέξεις κλειδιά:* Μυϊκή απόδοση, γαλακτικό, ισομετρική δύναμη, άλμα με ταλάντευση

**Νίκος Συρίβλης**

**Διεύθυνση:** ΤΕΦΑΑ, Δ.Π.Θ., Πανεπιστημιούπολη Κομοτηνής, Τ.Κ. 69100

**Τηλ.:** 6973524601

e-mail: [nsirivli@phyed.duth.gr](mailto:nsirivli@phyed.duth.gr)

## CHANGES IN MAXIMAL FORCE AND VERTICAL JUMP PERFORMANCE FOLLOWING THE EXECUTION OF TWO MUSCULAR HYPERTROPHY RESISTANCE TRAINING PROTOCOLS

**N. Sirivlis, T. Piliandis, I. Smilios, E. Douda, S. Tokmakidis**

Democritus University of Thrace, Department of Physical Education and Sport Science,  
69100 Komotini

### **Abstract**

The purpose of this study was to examine the changes in maximal isometric force and vertical jump performance following the execution of two muscular hypertrophy resistance training protocols. Ten men (age:  $22,4 \pm 2$  yrs) performed the exercises squat and leg press twice i) with the exhaustion-set technique and ii) with the multipoundage system. Before the squat, after the squat and after the leg press exercises maximal isometric during leg extension, counter-movement jump height and blood lactate concentrations were measured. The analysis of data showed that the two protocols reduced ( $p < 0,05$ ) maximal isometric force with no differences ( $p > 0,05$ ) observed among them. Furthermore, with the multipoundage system counter-movement jump performance decreased ( $p < 0,05$ ) while with the exhaustion-set technique tended ( $p = 0,07$ ) to decrease. Blood lactate concentrations increased ( $p < 0,05$ ) with both protocols but the larger increases were observed after the multipoundage system ( $10,01 \pm 2,39$  vs  $7,32 \pm 1,83$  mmol/L). The above data show that these two protocols that are being used for the development of muscle hypertrophy activate anaerobic metabolism and decrease muscular performance. A greater activation of anaerobic metabolism and fatigue is observed after the performance of the multipoundage system.

**Key words:** muscle performance, lactate, isometric force, jump with oscillation

### **Nikolaos Sirivlis**

**Address:** Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, University Campus, Komotini, 69100

**Telephone number:** 6973524601

**e-mail:** [nsirivli@phyed.duth.gr](mailto:nsirivli@phyed.duth.gr)

## **ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΔΥΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΡΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΜΥΪΚΗΣ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑΣ**

### **Εισαγωγή**

Στην άσκηση με βάρη η δυνατότητα δημιουργίας διαφόρων συνδυασμών των παραγόντων της επιβάρυνσης (π.χ. διάλειμμα, επαναλήψεις, φορτίο) επιτρέπει τη δημιουργία προγραμμάτων για την ανάπτυξη διαφορετικών μορφών της δύναμης και προσαρμογών του νευρομυϊκού συστήματος. Επιτρέπει, επίσης, και την επίτευξη του ίδιου στόχου π.χ. μυϊκή υπερτροφία μέσω της εκτέλεσης διαφορετικών προγραμμάτων. Για παράδειγμα, μια τεχνική που εφαρμόζεται στην άσκηση με βάρη για την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας είναι η εκτέλεση των σετ μιας άσκησης έως την εξάντληση διατηρώντας σταθερό το φορτίο και το αριθμό των επαναλήψεων από σετ σε σετ. Ένα άλλο σύστημα που χρησιμοποιείται είναι αυτό της πολλαπλής μείωσης της αντίστασης όπου σε κάθε άσκηση πραγματοποιούνται ενότητες που περιλαμβάνουν την εκτέλεση ορισμένων σετ με μικρό διάλειμμα και σταδιακή μείωση του φορτίου για να διατηρηθεί σταθερός ο αριθμός των επαναλήψεων (Fleck & Kreamer, 2004). Ωστόσο, ο διαφορετικός συνδυασμός των μεταβλητών της επιβάρυνσης μπορεί να διαφοροποιήσει την απόδοση και τις άμεσες φυσιολογικές ανταποκρίσεις που παρατηρούνται με την εκτέλεση μιας προπονητικής μονάδας. Οι Willardson & Burkett (2006) βρήκαν ότι όσο μικρότερος ο χρόνος διαλείμματος μεταξύ των σετ τόσο μικρότερος ήταν και ο συνολικός αριθμός των επαναλήψεων που εκτελέστηκαν, κατά συνέπεια και ο συνολικός όγκος προπόνησης, είτε η ένταση ήταν 50% της 1-ME είτε 80% της 1-ME. Επίσης, σε άλλη μελέτη οι Ahtiainen et al. (2003) βρήκαν ότι η τεχνική των υποβοηθούμενων επαναλήψεων προκάλεσε υψηλότερες ορμονικές ανταποκρίσεις και μεγαλύτερη μείωση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης έναντι της τεχνικής εκτέλεσης των σετ έως την εξάντληση. Η μελέτη της επίδρασης και άλλων τεχνικών εξάσκησης με βάρη στη μυϊκή απόδοση μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία για την επιβάρυνσή τους στις σωματικές λειτουργίες. Ο σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει τις μεταβολές που προκαλούν στη μέγιστη ισομετρική δύναμη και στην αλτική ικανότητα η εξάσκηση με την τεχνική εκτέλεσης των σετ έως την εξάντληση και το σύστημα της πολλαπλής μείωσης της αντίστασης.

## Μέθοδος

### *Εξεταζόμενοι*

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά δέκα άντρες (ηλικίας:  $22,4 \pm 2$  χρόνων, ύψους:  $176 \pm 0,1$ cm και βάρους  $73,4 \pm 8,6$  kg) οι οποίοι ασκούσαν συστηματικά με βάρη τουλάχιστον για ένα χρόνο.

### *Μέσα συλλογής των δεδομένων*

Η μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης έγινε με πιεζοηλεκτρικό δυναμόμετρο (MuscleLab, Model PFMA 3010e, Ergotest A.S, Langensund, Norway) συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή με ειδικό λογισμικό (MuscleLab V6.07). Το ύψος στο άλμα με ταλάντευση υπολογίστηκε από το χρόνο πτήσης του άλματος με τη χρήση ενός δαπέδου αγωγιμότητας συνδεδεμένο με ένα μικροϋπολογιστή (Ergojump, Psion<sup>®</sup> CM, MAGICA, Rome, Italy).

### *Διαδικασία συλλογής δεδομένων*

Οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν τις ασκήσεις κάθισμα και πιέσεις ποδιών με δύο διαφορετικά προγράμματα. Στο πρόγραμμα με την εκτέλεση των σετ έως την εξάντληση η ένταση ήταν 8-ME και εκτελέστηκαν 3 σετ των 8 επαναλήψεων με 4 λεπτά διάλειμμα. Στο πρόγραμμα με το σύστημα της πολλαπλής μείωσης της αντίστασης χρησιμοποιήθηκε αρχικά το ίδιο φορτίο (8-ME) και εκτελέστηκαν 3 ενότητες με 4 λεπτά διάλειμμα. Η κάθε ενότητα περιλάμβανε 3 σετ των 8 επαναλήψεων με 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα, με προοδευτική μείωση του φορτίου από σετ σε σετ, έτσι ώστε να κρατηθεί σταθερός ο αριθμός των επαναλήψεων στις ασκήσεις κάθισμα και πιέσεις ποδιών. Πριν από την έναρξη των προγραμμάτων, μετά την άσκηση «κάθισμα» και στο τέλος των προγραμμάτων μετρήθηκαν η μέγιστη ισομετρική δύναμη κατά την έκταση της κνήμης, το ύψος στο άλμα με ταλάντευση και η συγκέντρωση του γαλακτικού προκειμένου να γίνει εκτίμηση της ενεργοποίησης του αναερόβιου μεταβολισμού. Τα δυο προγράμματα εκτελέστηκαν με ενδιάμεσο διάστημα μιας εβδομάδας, με τυχαία σειρά και με αντιστάθμιση.

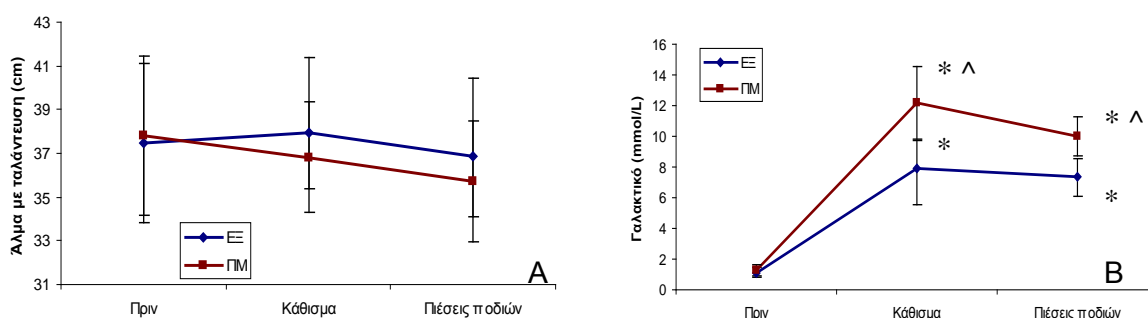
### *Στατιστική ανάλυση*

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) δυο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δυο παράγοντες ( $2 \times 3$ ). Επιμέρους διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εξεταστήκαν με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0.05$ .

## Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι και τα δύο πρωτόκολλα προκάλεσαν μείωση ( $p < 0,05$ ) της μέγιστης ισομετρικής δύναμης χωρίς να παρατηρηθούν διαφορές ( $p > 0,05$ ) μεταξύ τους

(-12,1% και -12,7% με τα σετ έως την εξάντληση και το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης, αντίστοιχα). Επιπλέον, με το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης μειώθηκε η επίδοση στο άλμα με ταλάντευση (-6,1%,  $p < 0,05$ ) ενώ με την τεχνική της εκτέλεσης σετ έως την εξάντληση υπήρξε τάση μείωσης (-1,7%,  $p = 0,07$ ) (σχ. 1). Η συγκέντρωση του γαλακτικού αυξήθηκε ( $p < 0,05$ ) και με τα δύο πρωτόκολλα με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις να παρατηρούνται μετά από το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης ( $10,01 \pm 2,39$  έναντι  $7,32 \pm 1,83$  mmol/L) (σχ. 2).



**ΣΧΗΜΑ 1.** Μεταβολή της επίδοσης στο άλμα με ταλάντευση με την εκτέλεση των προγραμμάτων με σετ έως την εξάντληση (Ξ) και πολλαπλής μείωσης της αντίστασης (ΠΜ).

**ΣΧΗΜΑ 2.** Μεταβολή της συγκέντρωσης του γαλακτικού με την εκτέλεση των προγραμμάτων με σετ έως την εξάντληση (Ξ) και πολλαπλής μείωσης της αντίστασης (ΠΜ).

### Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας διαπιστώθηκε ότι τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα άσκησης με βάρη που χρησιμοποιούνται για την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας αντλούν ενέργεια από την αναερόβια γλυκόλυση και επιφέρουν μείωση της μυϊκής απόδοσης. Μεγαλύτερη ενεργοποίηση της αναερόβιας γλυκόλυσης παρατηρείται με την εκτέλεση του συστήματος πολλαπλής μείωσης της αντίστασης πιθανόν λόγω του

μικρού χρόνου διαλείμματος μεταξύ των σετ σε κάθε ενότητα (Willardson & Burkett 2006). Επίσης, με το σύστημα πολλαπλής μείωσης της αντίστασης ο συνολικός όγκος της προπόνησης ήταν υψηλότερος έναντι της τεχνικής εκτέλεσης των σετ έως την εξάντληση (Ahtiainen et al. 2003). Ωστόσο, η μείωση της απόδοσης στην μέγιστη ισομετρική δύναμη ήταν παρόμοια και η μείωση του ύψους στο άλμα με ταλάντευση ελαφρώς μεγαλύτερη. Πιθανά, η διατήρηση υψηλότερης έντασης κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων με τα σετ έως την εξάντληση επιφέρει σχεδόν παρόμοιες μειώσεις στη νευρομυϊκή απόδοση. Θα ήταν χρήσιμο και ενδιαφέρον να ελεγχθεί με περαιτέρω έρευνα εάν τα δύο προγράμματα διαφοροποιούνται μακροχρόνια στην ανάπτυξη της μυϊκής μάζας και στις νευρομυϊκές προσαρμογές που επιφέρουν.

### **Βιβλιογραφία**

- AHTIAINEN J. PAKARINEN A., KRAEMER W.J. & HAKKINEN K. (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 24: 410-418.
- WILLARDSON J. M. & BURKETT L.N. (2006). The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs light loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2): 396–399.
- KRAEMER W.J & FLECK S.J. (2004). *Designing resistance training programs*, 3<sup>rd</sup> ed. Human Kinetics, Champaign, IL, U.S.A.