

**ΠΑΡΟΧΗ ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ  
ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ  
ΣΤΗ ΡΥΘΜΙΚΗ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ  
ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗ**

*Ελένη Δούδα, Σάββας Τοκμακίδης  
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*

**Περίληψη**

Η παρούσα εργασία μελετά συστηματικά τις ενεργειακές απαιτήσεις του μυϊκού συστήματος κατά την εκτέλεση αγωνιστικών προγραμμάτων Ρυθμικής Αγωνιστικής Γυμναστικής (ΡΑΓ), ενός καθαρά γυναικείου αθλήματος. Τα προγράμματα της ΡΑΓ διαρκούν μέχρι ενάμισι λεπτό και χαρακτηρίζονται από μυϊκή προσπάθεια υψηλής έντασης ανάλογη με το είδος της άσκησης (άλματα, στροφές, ισορροπίες, ασκήσεις ευρύτητας, σειρές ασκήσεων τεχνικής) και την ποιότητα της σύνθεσης (αριθμός δυσκολιών, βαθμός δυσκολίας ασκήσεων). Για να εκτελεστεί μια σειρά ασκήσεων στη ΡΑΓ, επιστρατεύεται ο νευρομυϊκός μηχανισμός, ο οποίος τροφοδοτείται με ενέργεια από το μυϊκό μεταβολισμό. Τα μυϊκά κύτταρα, λοιπόν, εκτός από την ποικιλία των κινήσεων που εκτελούν, καλούνται να επιλέξουν και την κατάλληλη μορφή ενέργειας. Τα αποθέματα του ATP επαρκούν μόνο για δύο με τρεις μυϊκές συστολές και, για να συνεχιστεί η προσπάθεια της αθλήτριας, πρέπει να αναπληρωθούν. Αυτό γίνεται άμεσα με τη φω-

**Αλληλογραφία**

*Ελένη Δούδα, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Επιστήμης και Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, 69 100 Κομοτηνή  
e-mail: edouda@phyed.duth.gr*

**ENERGY OF MUSCLE  
METABOLISM DURING  
COMPETITIVE EFFORT  
IN RHYTHMIC SPORTS  
GYMNASTICS**

*Helen Douda, Savvas Tokmakidis  
Democritus University of Thrace*

**Abstract**

The purpose of this study is to represent the energy demands of muscle metabolism during competitive effort in Rhythmic Sports Gymnastics (RSG). The competitive routines in RSG last about 60 to 90 seconds in length, with each type of apparatus. Each routine, usually combines elements which require a high intensity effort with graceful, dexterous manipulation of the apparatus, including leaps, jumps, balances, tours and flexibility exercises. During the competitive routine, the different elements change very fast, obtaining energy from muscle metabolism. The working muscle cells have to select the most appropriate form of energy, in order to satisfy the demands in a variety of movements. The stores of adenosine triphosphate (ATP) of the athlete are replenished very quickly and need to be resynthesised in order to maintain performance at a high level. This resynthesis can be achieved very fast by phosphocreatine (PCr), which sup-

**Correspondence**

*Helen Douda, Democritus University of Thrace, Department of Physical Education and Sport Science, 69100 Komotini, Greece  
e-mail: edouda@phyed.duth.gr*

σφοκρεατίνη (PCr), η οποία παρέχει ενέργεια υψηλής μορφής, εξαντλείται γρήγορα και η αναπλήρωσή της θεωρείται απαραίτητη, για να διατηρηθεί η προσπάθεια σε υψηλά αγωνιστικά επίπεδα. Έμμεσα, λοιπόν, οι έντονες αγωνιστικές προσπάθειες τροφοδοτούνται τόσο από αναερόβιες όσο και από αερόβιες πηγές ενέργειας, οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο προς το τέλος της αγωνιστικής σύνθεσης. Η PCr, για παράδειγμα, που τροφοδοτεί την αθλήτρια στις έντονες ασκήσεις (σειρές αλμάτων, αναπηδήσεις με το σχοινάκι), αναπληρώνεται αερόβια. Κατά συνέπεια, για τον καλύτερο προγραμματισμό της προπόνησης, η προπονήτρια οφείλει να γνωρίζει ότι για υψηλή αγωνιστική απόδοση η αθλήτρια ενεργοποιεί την αναερόβια ικανότητα, ενώ ταυτόχρονα επιστρατεύει και την αερόβια, την οποία χρησιμοποιεί όχι μόνο για να αναπληρώσει τους υψηλούς δεσμούς ενέργειας, αλλά και για να τροφοδοτήσει άμεσα τη μυϊκή συστολή κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής προσπάθειας.

**Λέξεις-κλειδιά:** Μυϊκός μεταβολισμός, αναπλήρωση ATP, φωσφοκρεατίνη, γαλακτικό οξύ, αγωνιστική απόδοση.

## Εισαγωγή

Η κατανόηση της συμμετοχής των ενεργειακών μηχανισμών στην παραγωγή ενέργειας κατά τη μυϊκή προσπάθεια στη Ρυθμική Αγωνιστική Γυμναστική (ΡΑΓ) αποτελεί τη βάση για το σχεδιασμό και τη δόμηση του προπονητικού πλάνου. Είναι γνωστό ότι για κάθε μυϊκή προσπάθεια χρειάζεται ενέργεια. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από το αδενοσυντριφωσφορικό (ATP), που χητίζει άμεσης αναπλήρωσης, γιατί δεν μπορεί να αποθηκευτεί. Επιπλέον, το ATP είναι συνυφασμένο με την ενέργεια που χρησιμοποιείται για κάθε βιολογικό έργο και έχει διαφορετικές πηγές ανασύνθεσης.

plies high energy. The PCr sources are consumed fast, but they can also be resynthesised quickly. The high energy phosphate sources are the basic source of energy for immediate action of a RSG gymnast. The contribution of anaerobic glycolysis does not reach the point where it can cause an undesirable accumulation of lactic acid. The competitive effort of the RSG athlete is sustained by anaerobic sources of energy, which can be replaced by aerobic metabolism. Therefore, in order to improve training, the RSG coach should consider the fact that the athletes require anaerobic capability, in particular phosphocreatine, as well as aerobic capability in order to satisfy the energy demands and replace the high energy phosphate sources required during the competitive routines.

**Key-words:** Muscle metabolism, resynthesis of ATP, phosphocreatine, lactic acid, competitive performance.

Οι πηγές αυτές, σε ορισμένες περιπτώσεις, επιστρατεύονται άμεσα από το κυτταρικό περιβάλλον και μερικές φορές εμπλέκονται και με διάφορα άλλα συστήματα και λειτουργίες. Άμεσα επιστρατεύονται οι πηγές που βρίσκονται στο πεδίο δράσης, στο κυτταρόπλασμα του μυϊκού κυττάρου, όπως η φωσφοκρεατίνη (PCr) και το γλυκογόνο, και είναι πολύτιμες και καθοριστικές για την απόδοση της αθλήτριας. Από την άλλη πλευρά, οι διεργασίες για τις πηγές ενέργειας που εμπλέκουν το καρδιοαναπνευστικό σύστημα, τους υδατάνθρακες και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα πραγματοποιούνται στα μιτοχόνδρια του κυττάρου, με την παρουσία οξυγόνου.