



Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης

Hellenic Society of Biochemistry  
and Physiology of Exercise

Επιθεώρηση Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης  
4: 7-13, 2017

Reviews in Biochemistry and  
Physiology of Exercise  
4: 7-13, 2017

[www.eevfa.gr/web/emag](http://www.eevfa.gr/web/emag) - ISSN 2407-960X

## ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Γεωργία Δασκαλάκη,<sup>1</sup> Γεώργιος Μαστοράκος,<sup>2</sup> Ιωάννης Φατούρος,<sup>3</sup> Σπύρος Τσιριγκάκης,<sup>3</sup>  
Αλεξάνδρα Κατσούλα,<sup>1</sup> Βενετία Ιωαννίδη,<sup>4</sup> Αλεξάνδρα Δημητρακάκη,<sup>5</sup> Γρηγόρης Μπογδάνης<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης,  
<sup>2</sup>Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>3</sup>Σχολή Επιστήμης Φυσικής  
Αγωγής & Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, <sup>4</sup>Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής &  
Αθλητισμού, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, <sup>5</sup>ΣΓΝΑ «Ο Ευαγγελισμός»

### Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογηθούν μεταβολικές και καρδιοαναπνευστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια ενός πρωτοκόλλου διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης και ενός πρωτοκόλλου συνεχόμενης άσκησης. Στην έρευνα συμμετείχαν 10 υγιείς, μέτρια γυμνασμένοι άνδρες ηλικίας 20-30 ετών. Κάθε δοκιμαζόμενος πραγματοποίησε δύο κύριες συνθήκες άσκησης, σε τυχαία και αντισταθμισμένη σειρά, διάρκειας 20 λεπτών είτε με εναλλασσόμενη ένταση ( HIT, 100%  $\text{VO}_2\text{max}$  για 10 s και 15%  $\text{VO}_2\text{max}$  για 15 s) είτε με σταθερή ένταση (CON) και ίσο παραγόμενο μηχανικό έργο με τη HIT. Κατά τη διάρκεια της άσκησης μετρήθηκαν κάθε 5 λεπτά: η καρδιακή συχνότητα, η πρόσληψη οξυγόνου ( $\text{VO}_2$ ), το αναπνευστικό πηλίκιο (R), η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης (RPE). Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (2-way ANOVA) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις προκειμένου να ελεγχθούν διαφορές μεταξύ των συνθηκών και χρονικά κατά τη διάρκεια της άσκησης. Η συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη συνθήκη CON αυξήθηκε στα πρώτα 5 λεπτά και μετά παρέμεινε σταθερή στα  $4,7 \pm 1,5$  mmol/l (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση παντού). Αντίθετα, στη HIT, το γαλακτικό αυξάνονταν με την πάροδο του χρόνου, φτάνοντας στο τέλος της άσκησης τα  $7,2 \pm 2,1$  mmol/l, τιμή που ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με την CON ( $p = 0,007$ ). Η  $\text{VO}_2$  δεν ήταν διαφορετική μεταξύ των δυο συνθηκών της μελέτης. Όσον αφορά στο R, βρέθηκαν υψηλότερες τιμές στη HIT συγκριτικά με την CON ( $p < 0,05$ ). Η καρδιακή συχνότητα δεν διέφερε μεταξύ των δυο συνθηκών. Η RPE κυμάνθηκε μεταξύ 10 και 12 της κλίμακας Borg και ήταν παρόμοια στις δυο συνθήκες. Συνοψίζοντας, στην άσκηση 20 λεπτών με ίση μέση ένταση, παρατηρούνται υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού και R στη HIT σε σύγκριση με την CON, ενώ η καρδιακή συχνότητα, η  $\text{VO}_2$  και η RPE δεν διαφέρουν. Συνεπώς, η HIT, με τη μορφή που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της συνεχόμενης άσκησης για τη βελτίωση της απόδοσης αλλά και της υγείας, διότι είναι το ίδιο ανεκτή και ενεργοποιεί περισσότερο τον αναερόβιο μεταβολισμό, χωρίς να μειώνεται η πρόσληψη οξυγόνου.

### Διεύθυνση αλληλογραφίας

Γεωργία Δασκαλάκη  
Ήθης 53, Γλυφάδα, 16562  
Τηλ: 6972151338  
e-mail: georinadask@hotmail.gr

## 1. Εισαγωγή

Η άσκηση εναλλασσόμενης έντασης περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες περιόδους άσκησης υψηλής έντασης που ακολουθούνται από περιόδους άσκησης χαμηλότερης έντασης. Αυτός ο τύπος άσκησης συναντάται ευρέως σε πολλές αθλητικές δραστηριότητες και έχει το πλεονέκτημα πως η διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τη συνεχόμενη μορφή άσκησης, ανάλογα με το πρωτόκολλο που ακολουθείται (σχέση έργου, διαλειμματος και έντασης, 5). Λίγοι μελετητές έχουν εξετάσει τις οξείες καρδιαναπνευστικές και μεταβολικές επιδράσεις της διαλειμματικής σε σύγκριση με τη συνεχόμενη άσκηση. Κάποιοι καταλήγουν στο ότι η πρόσληψη οξυγόνου ( $VO_2$ ), ο πνευμονικός αερισμός, το αναπνευστικό πηλίκο (R) και η καρδιακή συχνότητα δεν διαφέρουν ανάμεσα στους δυο τύπους άσκησης (7) όταν το συνολικό έργο είναι ίδιο, ενώ άλλες μελέτες δείχνουν μικρές διαφορές (6).

Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν πως όσο πιο σύντομες είναι οι περίοδοι έντονης άσκησης, τόσο μειώνεται η συμμετοχή της αναερόβιας γλυκόλυσης και αυξάνεται ο ρυθμός οξείδωσης των λιπιδίων (3). Παρά τις ενδείξεις αυτές, υπάρχουν περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις φυσιολογικές και μεταβολικές προσαρμογές που επέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό κατά τη διάρκεια πρωτοκόλλων έντονης διαλειμματικής άσκησης με μικρή διάρκεια (2, 8). Η συνήθης διάρκεια των περιόδων άσκησης υψηλής έντασης είναι 1-4 λεπτά, με αντίστοιχο διάλειμμα, και δεν υπάρχουν δεδομένα για διαλειμματική άσκηση με διάρκεια και ένταση 90-100% της  $VO_{2max}$ .

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να αξιολογηθούν και να συγκριθούν οι μεταβολικές και καρδιαναπνευστικές μεταβολές κατά τη διάρκεια ενός πρωτοκόλλου διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης (HIT) και ενός πρωτοκόλλου συνεχόμενης άσκησης (CON), όπου η συνολική διάρκεια άσκησης και το συνολικό μηχανικό έργο ήταν εξισωμένα.

## 2. Μέθοδος

### 2.1 Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 10 υγιείς, σωματικά δραστήριοι άνδρες, που δεν συμμετείχαν σε οργανωμένες μορφές φυσικής δραστηριότητας (προπόνηση). Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

### 2.2 Μετρήσεις

Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την επιτροπή βιοηθικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Αθηνών «Αρεταίειο». Πριν την έναρξη της μελέτης, οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν δύο επισκέψεις, κατά τις οποίες εξοικειώθηκαν με τις μετρήσεις και το ερευνητικό πρωτόκολλο. Στην 3<sup>η</sup> επίσκεψη μετρήθηκε η  $VO_{2max}$  σε κυκλοεργόμετρο, με άσκηση αυξανόμενης έντασης (20-30 W ανά λεπτό) μέχρι εξάντλησης. Η άσκηση θεωρούνταν μέγιστη όταν ικανοποιούνταν τρία από τα παρακάτω κριτήρια: καρδιακή συχνότητα  $\geq 90\%$  της μέγιστης προβλεπόμενης από την ηλικία, αναπνευστικό πηλίκο  $\geq 1,15$ , διατήρηση (πλατό) της  $VO_2$  παρά την αύξηση της έντασης, συγκέντρωση γαλακτικού αίματος  $> 9$  mmol/l, αδυναμία διατήρησης της απαιτούμενης ισχύος και δείκτης υποκειμενικής κόπωσης (RPE στην κλίμακα Borg)  $> 18$  (1). 5-7 ημέρες μετά, κάθε δοκιμαζόμενος πραγματοποίησε δύο κύριες συνθήκες άσκησης σε κυκλοεργόμετρο, σε τυχαία και αντισταθμισμένη σειρά, διάρκειας 20 λεπτών είτε με εναλλασσόμενη ένταση (HIT, 100%  $VO_{2max}$  για 10 s και 15%  $VO_{2max}$  για 15 s), είτε με σταθερή ένταση (CON) και ίσο παραγόμενο έργο με τη HIT. Οι δυο συνθήκες απείχαν μεταξύ τους 7 ημέρες και πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 8 και 9 το πρωί μετά από ολονύκτια νηστεία. Τις δύο ημέρες πριν από κάθε μέτρηση, οι δοκιμαζόμενοι ακολούθησαν την ίδια διατροφή, την οποία είχαν καταγράψει, και δεν έκαναν καθόλου άσκηση. Επίσης, οι συμμετέχοντες απείχαν από αλκοόλ και καφεΐνη για 24 ώρες πριν από κάθε δοκιμασία. Κατά τη διάρκεια κάθε δοκιμασίας η καρδιακή

**Πίνακας 1.** Χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση)

Ηλικία (έτη)	28,6 ± 3,69
Ύψος (m)	1,77 ± 0,07
Βάρος (kg)	70,5 ± 13,7
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25,6 ± 3,7
VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	47,2 ± 8,4

συχνότητα καταγράφονταν συνεχώς με καρδιοσυχνόμετρο τύπου Polar. Κατά τη διάρκεια του κάθε τεστ άσκησης, καθώς και για 5 λεπτά πριν και μετά τη λήξη του, καταγράφτηκαν οι αναπνευστικές παράμετροι μέσω αναλυτή αερίων (πνευμονικός αερισμός, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, R). Επίσης, το γαλακτικό οξύ μετρήθηκε κάθε 5 λεπτά κατά την διάρκεια της άσκησης, καθώς 5 λεπτά πριν την έναρξη και με τη λήξη της. Τέλος κάθε 5 λεπτά και στο τέλος της άσκησης μετρήθηκε η RPE.

### 2.3 Όργανα Μέτρησης

**Μέτρηση συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα:** Για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος χρησιμοποιήθηκε φορητός αυτοματοποιημένος αναλυτής τύπου Lactate Scout με χρησιμοποίησης ελάχιστης ποσότητας τριχοειδικού αίματος (0,5 μl).

**Μέτρηση αναπνευστικών παραμέτρων:** Μετρήθηκαν ο πνευμονικός αερισμός, η VO<sub>2</sub>, το παραγόμενο CO<sub>2</sub> και το R σε κάθε αναπνοή μέσω μεταβολικού εργοσπιρόμετρου (METASYS TR-B, Brainware).

**Μέτρηση καρδιακής συχνότητας:** Η καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων μετρήθηκε καθ' όλη την διάρκεια της άσκησης με καρδιακό παλμογράφο τύπου Polar (Sports Tester, Finland).

**Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης:** Η υποκειμενική βαθμολόγηση του επιπέδου κόπωσης των δοκιμαζόμενων αξιολογήθηκε με την κλίμακα Borg 6-20.

### 2.4 Στατιστική Ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS Statistics v. 22. Για να συγκριθούν τα πρωτόκολλα άσκησης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες (πρωτόκολλο x χρόνος). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε ως  $\alpha = 0,05$ .

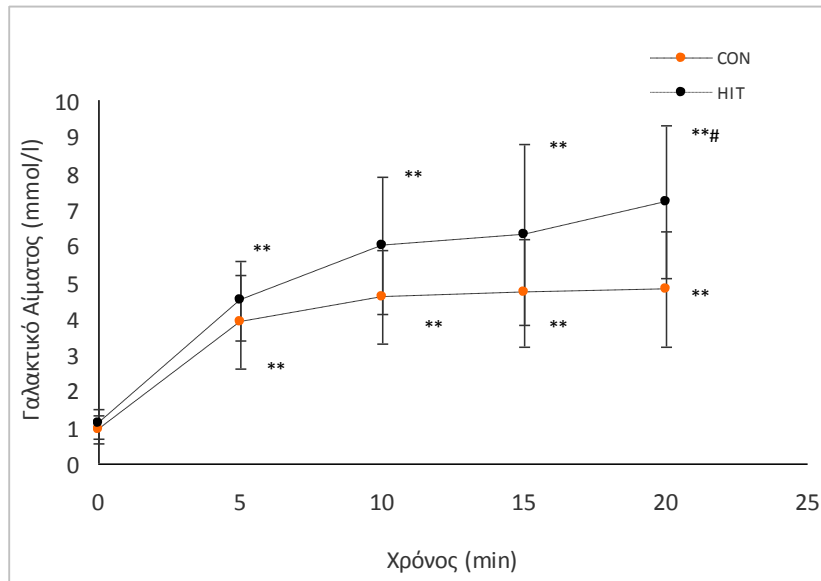
## 3. Αποτελέσματα

Η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα κατά τη συνθήκη CON αυξήθηκε στα πρώτα 5 λεπτά και μετά παρέμεινε σταθερή στα  $4,7 \pm 1,5$  mmol/l (όλα μέση τιμή ± τυπική απόκλιση). Αντίθετα, στη HIT, το γαλακτικό αυξάνονταν με την πάροδο του χρόνου, φτάνοντας στο τέλος της άσκησης τα  $7,2 \pm 2,1$  mmol/l, τιμή που ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με την CON ( $p = 0,007$ ), όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

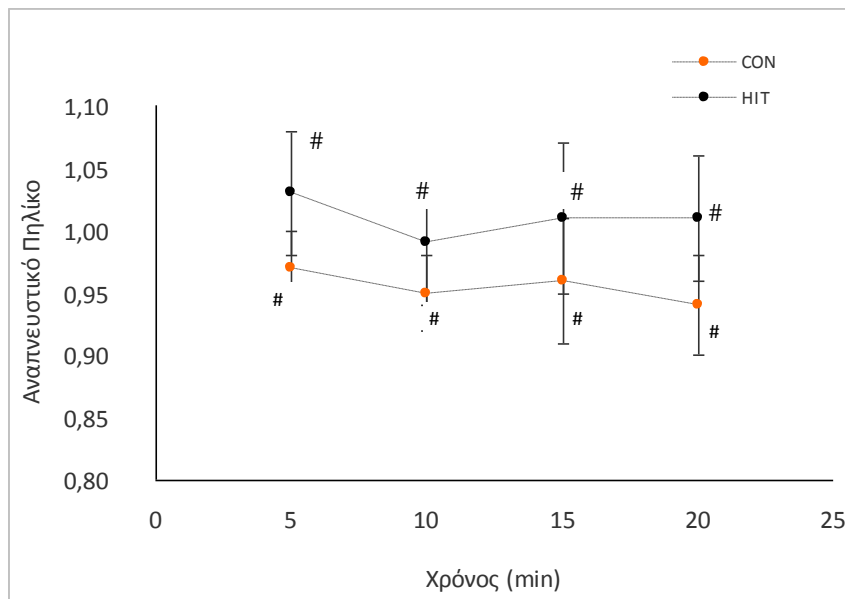
Σχετικά με την πορεία της τιμής του R στη διάρκεια της άσκησης, τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερες τιμές στη συνθήκη HIT συγκριτικά με τη συνθήκη CON ( $p < 0,05$ ), χωρίς αλληλεπίδραση συνθήκης και χρόνου. Οι τιμές του R στη διάρκεια της άσκησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.

Η στατιστική ανάλυση των αποκρίσεων της καρδιακής συχνότητας δεν έδειξε κύρια επίδραση της συνθήκης ή αλληλεπίδραση συνθήκης και χρόνου, αλλά υπήρχε σημαντική κύρια επίδραση του χρόνου ( $p < 0,001$ ). Η καρδιακή συχνότητα και στις δυο συνθήκες παρουσίασε παρόμοια αύξηση στα πρώτα 5 λεπτά σε σύγκριση με τις τιμές ηρεμίας ( $p < 0,001$ ) και στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή μέχρι το τέλος των 20 λεπτών άσκησης (Σχήμα 3).

Αναφορικά με τη VO<sub>2</sub>, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις ή αλληλεπίδραση. Οι τιμές της VO<sub>2</sub> ήταν  $29,7 \pm 4,5$  και  $33,9 \pm 4,6$  ml/kg/min στις συνθήκες HIT και

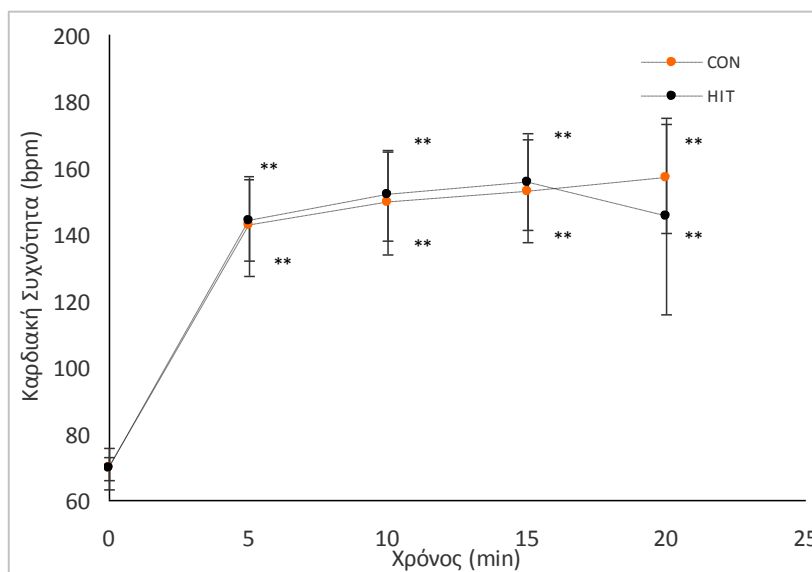


**Σχήμα 1.** Μεταβολές στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά τη διάρκεια της άσκησης στις συνθήκες διαλειμματικής (HIT) και συνεχόμενης άσκησης (CON). \*\* $p < 0,001$  σε σύγκριση με την τιμή ηρεμίας (χρόνος 0). # $p = 0,007$  σε σύγκριση με την αντίστοιχη τιμή στη συνθήκη CON.



**Σχήμα 2.** Μεταβολές του αναπνευστικού πηλίκου κατά τη διάρκεια της άσκησης στις συνθήκες διαλειμματικής (HIT) και συνεχόμενης άσκησης (CON). # κύρια επίδραση της συνθήκης άσκησης,  $p < 0,05$ .

CON αντίστοιχα. Τέλος η RPE δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των συνθηκών και δεν υπήρχε αλληλεπίδραση συνθήκης και χρόνου, αλλά οι τιμές αυξήθηκαν από 10 σε 12 από την αρχή έως το τέλος της άσκησης (κύρια επίδραση χρόνου,  $p < 0,05$ ).



**Σχήμα 3.** Μεταβολές της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της άσκησης στις συνθήκες διαλειμματικής (HIT) και συνεχόμενης άσκησης (CON). \*\* $p < 0,001$  σε σύγκριση με την τιμή ηρεμίας (χρόνος 0).

#### 4. Συζήτηση – Συμπεράσματα

Το κύριο εύρημα της παρούσας εργασίας ήταν ότι σε διαλειμματική και συνεχόμενη άσκηση 20 λεπτών με ίση μέση ένταση, η συγκέντρωση γαλακτικού και το αναπνευστικό πηλίκο εμφανίζουν υψηλότερες τιμές στην HIT σε σύγκριση με την CON, παρά το γεγονός ότι η καρδιακή συχνότητα, η πρόσληψη οξυγόνου και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης είναι ίδιες στις δύο συνθήκες. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση του γαλακτικού στη συνθήκη HIT οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υψηλή ένταση των 10 s της άσκησης (100%  $VO_{2max}$ ), παρά το γεγονός ότι η μέση ισχύς ήταν ίδια. Οι χαμηλότερες τιμές του R στη συνθήκη CON σε σχέση με το πρωτόκολλο HIT υποδεικνύουν ότι ένα μεγαλύτερο ποσό της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε στη συνεχόμενη άσκηση προήλθε από τον μεταβολισμό των λιπών (1). Το υψηλότερο R στη συνθήκη HIT χωρίς να παρατηρείται αύξηση στην καρδιακή συχνότητα και στη  $VO_2$  πιθανόν να οφείλεται και στο αυξημένο όγκο διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται από την εξουδετέρωση των ιόντων υδρογόνου από το ρυθμιστικό σύστημα των διττανθρακικών του αίματος (5).

Το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στον RPE μεταξύ των δυο συνθηκών δείχνει πως, παρά τις μεγάλες μεταβολές έντασης της άσκησης και την υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα, το πρωτόκολλο HIT φάνηκε να κουράζει το ίδιο τους δοκιμαζόμενους με τη συνθήκη CON, εύρημα που επιβεβαιώνει τις μέχρι τώρα αναφορές (4).

Συνοψίζοντας, η μελέτη αυτή έδειξε ότι, παρά το γεγονός ότι η μέση καρδιακή συχνότητα, η πρόσληψη οξυγόνου και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης είναι παρόμοιες κατά τη διαλειμματική και τη συνεχόμενη άσκηση με την ίδια μέση ένταση, η συμμετοχή των υδατανθράκων και του αναερόβιου μεταβολισμού είναι υψηλότερη στη HIT. Συνεπώς, η HIT, με τη μορφή που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντί της συνεχόμενης άσκησης για τη βελτίωση της απόδοσης αλλά και της υγείας, διότι είναι το ίδιο ανεκτή και ενεργοποιεί περισσότερο τον αναερόβιο μεταβολισμό, χωρίς να μειώνεται η πρόσληψη οξυγόνου.

### Οικονομική υποστήριξη

Οι συγγραφείς δεν έλαβαν κάποια οικονομική υποστήριξη για τη συγγραφή της εργασίας.

### Σύγκρουση συμφερόντων

Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν υπάρχει καμία σύγκρουση συμφερόντων.

### Παραπομπές

1. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
2. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 34: 92-97, 2002.
3. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes* 2011: 868305.
4. Day ML, Mcguigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res* 18: 353-358, 2004.
5. Kowalchuk JM, Heigenhauser GJ, Lindinger MI, Obminski G, Sutton JR, Jones NL. Role of lungs and inactive muscle in acid-base control after maximal exercise. *J Appl Physiol* 65: 2090-2096, 1988.
6. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Med* 32: 53-73, 2002.
7. Morris J, Nevill M, Thompson D, Collie J, Williams C. The influence of a 6.5% carbohydrate-electrolyte solution on performance of prolonged intermittent high-intensity running at 30° C. *J Sports Sci* 21: 371-381, 2003.
8. Weltman A, Weltman JY, Watson Winfield DD, Frick K, Patrie J, Kok P, Veldhuis J D. Effects of continuous versus intermittent exercise, obesity, and gender on growth hormone secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 93: 4711-4720, 2008.



Ελληνική Εταιρεία Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης

Hellenic Society of Biochemistry  
and Physiology of Exercise

Επιθεώρηση Βιοχημείας και  
Φυσιολογίας της Άσκησης  
4: 7-13, 2017

Reviews in Biochemistry and  
Physiology of Exercise  
4: 7-13, 2017

[www.eevfa.gr/web/emag](http://www.eevfa.gr/web/emag) - ISSN 2407-960X

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO CONTINUOUS AND INTERMITTENT HIGH-INTENSITY EXERCISE

Georgia Daskalaki,<sup>1</sup> Georgios Mastorakos,<sup>2</sup> Ioannis Fatouros,<sup>3</sup> Spyros Tsirigkakis,<sup>3</sup> Alexandra Katsoula,<sup>1</sup> Venetia Ioannidi,<sup>4</sup> Alexandra Dimitrakaki,<sup>5</sup> Gregory C. Bogdanis<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*School of Physical Education and Sports Science, Democritus University of Thrace,* <sup>2</sup>*Medical School, National and Kapodistrian University of Athens,* <sup>3</sup>*School of Physical Education and Sports Science, University of Thessaly,* <sup>4</sup>*School of Physical Education and Sports Science, National and Kapodistrian University of Athens,* <sup>5</sup>*Evangelismos Hospital*

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate metabolic and cardiorespiratory responses during an intermittent high-intensity exercise training (HIT) protocol and a continuous exercise protocol (CON). Ten healthy, moderately trained men aged 20-30 years took part in the study. Each subject performed two main conditions in a randomized and counterbalanced order. The main sessions included 20 minutes of exercise with either alternating intensity (HIT, 100% VO<sub>2</sub>max for 10 s and 15% VO<sub>2</sub>max for 15 s) or constant intensity (CON) with equal total external work. During exercise the following variables were measured every 5 minutes: heart rate, oxygen uptake (VO<sub>2</sub>), respiratory quotient (R), blood lactate concentration and rating of perceived exertion (RPE). Data were analysed using two-way analysis of variance with repeated measures on both factors, in order to examine differences between conditions over time during exercise. Lactate concentration in CON increased in the first 5 minutes and then remained constant at 4.7 ± 1.5 mmol/l (mean ± standard deviation throughout). Conversely, in HIT, lactate increased with time, reaching 7.2 ± 2.1 mmol/l at the end of the exercise, which was higher compared with CON ( $p = 0.007$ ). VO<sub>2</sub> was not different between conditions. However, higher values of R were seen in HIT compared to CON ( $p < 0.05$ ). Heart rate did not differ between conditions, while RPE was between 10 and 12 on the Borg scale and was similar in the two conditions. In summary, blood lactate and R were higher during 20 minutes of HIT compared with CON, despite the fact that average intensity, heart rate, VO<sub>2</sub> and RPE were similar in the two exercise protocols. Therefore, HIT, in the form applied in the present study, may be used instead of CON for improving both performance and health, because it can be tolerated to the same degree and stimulates anaerobic metabolism without a decrease in oxygen uptake.

### Address for correspondence

Georgia Daskalaki  
Ivis 53, Glifada, 16562  
Tel. +306972151338  
email: [georginadask@hotmail.gr](mailto:georginadask@hotmail.gr)