

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΝΟΣ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΟΠΩΣΗΣ**

Μύρκος Α.¹, Σμήλιος Η.¹, Ζαφειρίδης Α.², Κοκκίνου Ε.Μ.¹, Τζουμάνης Α.¹, Δούδα Ε.¹, Τοκμακίδης Σ.¹

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Τ.Ε.Φ.Α.Α., 69100 Κομοτηνή

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Τ.Ε.Φ.Α.Α., 62110 Σέρρες

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν να συγκριθεί η επίδραση της συνεχόμενης και της διαλειμματικής μεθόδου προπόνησης στη βελτίωση παραμέτρων της αερόβιας απόδοσης, μετά από ένα βραχυπρόθεσμο πρόγραμμα άσκησης διάρκειας τριών εβδομάδων με διαφορετικά επίπεδα κόπωσης. Τριάντα δύο ασκούμενοι χωρίστηκαν σε τρία γκρουπ προπόνησης: α) διαλειμματικής μεθόδου προπόνησης με άσκηση έως την εξάντληση (ΔΜ20, N=10), β) διαλειμματικής μεθόδου προπόνησης έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης (ΔΜ17, N=12) και γ) συνεχόμενης μεθόδου προπόνησης έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης (ΣΜ17). Πριν και μετά τη παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στον εργοδιάδρομο δοκιμασία με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα έως την εξάντληση για τη μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO₂max), της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας (MAT) και τον προσδιορισμό της ταχύτητας στο 1ο κατώφλι γαλακτικού (ΓΚ1). Σε διαδοχικές μέρες πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες για να προσδιοριστεί ο χρόνος αντοχής στο 90 (ΧΑ90%), 100 & 110% της MAT και η κρίσιμη ταχύτητα. Στα ΔΜ20 και ΔΜ17 η ένταση ορίστηκε στο 90% της MAT, η διάρκεια των επαναλήψεων ήταν ίση με το ½ και το ¼ του ΧΑ90, αντίστοιχα, και η διάρκεια διαλείμματος ίση με τα 2/3 της διάρκειας των επαναλήψεων. Στο ΔΜ20 η προπόνηση εκτελούνταν έως την εξάντληση του ασκούμενου ενώ στο ΔΜ17 έως ότου ο ασκούμενος δήλωνε στη κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης τον αριθμό 17 (ΥΑΚ 17). Στο ΣΜ17 η ένταση ορίστηκε στο -2,5% της κρίσιμης ταχύτητας και η προπόνηση εκτελούνταν έως ότου ο ασκούμενος δήλωνε ΥΑΚ 17. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η MAT βελτιώθηκε περισσότερο με το ΔΜ17 συγκριτικά με τα άλλα δύο προγράμματα άσκησης (p< 0,05). Αντίθετα, η VO₂max και η ταχύτητας στο ΓΚ1 αυξήθηκαν το ίδιο (p> 0,05) με όλα τα προγράμματα άσκησης. Υψηλής έντασης άσκηση αλλά όχι έως την εξάντληση, είναι εξίσου αποτελεσματική σε σύγκριση με ένα πρόγραμμα έως την εξάντληση για τη βελτίωση σημαντικών παραμέτρων της αερόβιας απόδοσης. Επίσης, η διαλειμματική μέθοδος προπόνησης έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης φαίνεται να ευνοεί περισσότερο τη βελτίωση της MAT σε σύγκριση με τη συνεχόμενη μέθοδο προπόνησης ίσης συνολικής επιβάρυνσης ή διαλειμματικής μορφής άσκησης έως την εξάντληση.

Λέξεις κλειδιά: αερόβια άσκηση, διαλειμματική προπόνηση, συνεχόμενη προπόνηση

Διεύθυνση αλληλογραφίας

Μύρκος Αριστείδης

Διεύθυνση: Κ.Μ. Αποστολίδη 9, 69100 Κομοτηνή

Τηλ.: 25310 39723

E-mail: Aris7tefaa@gmail.com

**ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΝΟΣ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΟΠΩΣΗΣ**

Εισαγωγή

Για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και της μεταβολικής λειτουργίας εφαρμόζεται άσκηση χαμηλής, μέτριας και υψηλής έντασης, είτε με τη συνεχόμενη είτε με τη διαλειμματική μέθοδο. Σε ότι αφορά τη διαλειμματική μορφή άσκησης, με ένταση ερεθίσματος στο 90-100% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας (MAT) και μεγάλη έως μέση διάρκεια επαναλήψεων (2-8 min) επιτυγχάνεται περισσότερος χρόνος άσκησης με υψηλό ρυθμό κατανάλωσης οξυγόνου από ότι χαμηλότερης έντασης ή μικρότερης διάρκειας επαναλήψεων, υποδεικνύοντας έτσι μεγαλύτερη επιβάρυνση του καρδιαγγειακού (μεταφορά οξυγόνου) και του μυϊκού (κατανάλωση οξυγόνου) συστήματος (Billat et al., 2000). Σε ό,τι αφορά τη συνεχόμενη μέθοδο άσκησης, ένταση που αντιστοιχεί στο κατώφλι συσσώρευσης γαλακτικού και υψηλότερη αυτής, προκαλεί σταδιακή αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου και της ενεργοποίησης των μεταβολικών διαδικασιών που μπορεί να φτάσουν σε επίπεδα ανάλογα με αυτά της διαλειμματικής εάν είναι επαρκής η διάρκεια της άσκησης (Gamez et al., 2015).

Μελέτες που συνέκριναν τις μακροχρόνιες προσαρμογές μετά από συνεχόμενη και διαλειμματική άσκηση βρήκαν καλύτερες προσαρμογές με τη διαλειμματική μέθοδο (Faude et al., 2013). Ωστόσο, στα πρωτόκολλα που εφαρμόστηκαν, η συνολική φυσιολογική επιβάρυνση ήταν υψηλότερη στα διαλειμματικά πρωτόκολλα. Έτσι, δεν είναι ξεκάθαρο αν οι διαφορετικές προσαρμογές οφείλονται αποκλειστικά στη διαφορετική μέθοδο προπόνησης ή αν είναι αποτέλεσμα της υψηλότερης συνολικά επιβάρυνσης του οργανισμού που προκάλεσε η διαλειμματική άσκηση. Υπήρξαν μελέτες που σύγκριναν πρωτόκολλα διαλειμματικής και συνεχόμενης άσκησης με ίση συνολική επιβάρυνση και βρήκαν παρόμοια βελτίωση στην αερόβια ικανότητα (Burgomaster et al., 2005). Ωστόσο, σε αυτές τις μελέτες οι προπονήσεις ήταν έως την εξάντληση κάτι που δεν συνηθίζεται στη προπονητική διαδικασία.

Σκοπός της μελέτης ήταν να συγκριθεί η επίδραση της συνεχόμενης και της διαλειμματικής μεθόδου άσκησης, όπου οι προπονήσεις θα εκτελούνται έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης (υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης 17/20) καθώς και αν προπόνηση έως την εξάντληση προσφέρει περισσότερα οφέλη στην αερόβια απόδοση.

Μέθοδος

Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 32 υγιείς ασκούμενοι {ηλικίας: $20 \pm 2,9$ χρονών, μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου: $54,5 \pm 7,5$ ml/kg/min, MAT: $15,1 \pm 1,9$ km/h} οι οποίοι γυμνάζονταν με αερόβια προπόνηση χαμηλής έντασης τουλάχιστον για 4 μήνες, συμμετείχαν εθελοντικά στη μελέτη.

Πειραματική διαδικασία συλλογής δεδομένων

Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες προπόνησης: α) διαλειμματικής μεθόδου προπόνησης με άσκηση έως την εξάντληση (ΔΜ20, n=10), β) διαλειμματικής μεθόδου προπόνησης έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης (ΔΜ17, n=12) και γ) συνεχόμενης μεθόδου προπόνησης έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης (ΣΜ17, n=12). Πριν και μετά την παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στον εργοδιάδρομο δοκιμασία με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα έως την εξάντληση για τη μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}), της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας (MAT) και τον προσδιορισμό της ταχύτητας στο 1^ο κατώφλι γαλακτικού (ΓΚ1). Σε διαδοχικές μέρες πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες για να προσδιοριστεί ο χρόνος αντοχής στο 90 (ΧΑ90%), 100 & 110% της MAT και η κρίσιμη ταχύτητα. Στα ΔΜ20 και ΔΜ17 η ένταση ορίστηκε στο 90% της MAT, η διάρκεια των επαναλήψεων ήταν ίση με το $\frac{1}{2}$ και το $\frac{1}{4}$ του ΧΑ90%, αντίστοιχα, και η διάρκεια διαλείμματος ίση με τα $\frac{2}{3}$ της διάρκειας των επαναλήψεων. Στο ΣΜ17 η ένταση ορίστηκε στο 97,5% της κρίσιμης ταχύτητας. Στο ΔΜ20 η προπόνηση εκτελούνταν έως την εξάντληση του ασκούμενου ενώ στα ΔΜ17 και ΣΜ17 έως ότου ο ασκούμενος δήλωνε στη κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης τον αριθμό 17 (ΥΑΚ 17).

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Η αρχική ταχύτητα στον εργοδιάδρομο (h/p/cosmos pulsar 3p) ορίστηκε στα 9 km/h, η οποία αυξάνονταν κατά 1,5 km/h κάθε 3 λεπτά έως την εξάντληση του δοκιμαζόμενου. Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου θεωρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή οξυγόνου που επιτεύχθηκε μετά από ομαλοποίηση των δεδομένων ανά 30 δευτερόλεπτα.

Γαλακτικό κατώφλι

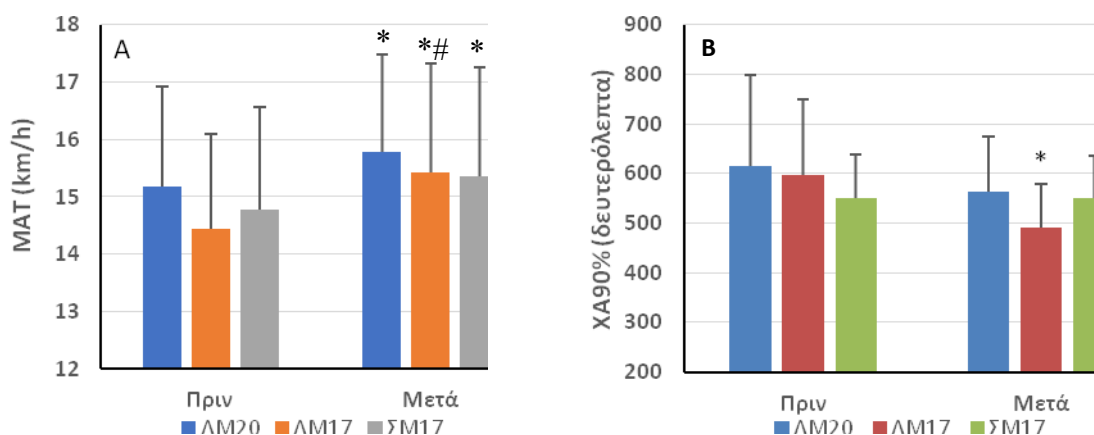
Για τον προσδιορισμό του γαλακτικού κατωφλιού έγινε λήψη 10 ml αίματος από τη ρόγα του δαχτύλου στο τέλος κάθε σταδίου στη δοκιμασία για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Η συγκέντρωση του γαλακτικού μετρήθηκε με φορητή συσκευή (Lactate Pro 2, Arkray, Japan). Ως σημείο γαλακτικού κατωφλιού ορίστηκε η ταχύτητα τρεξίματος κατά την οποία η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα αυξήθηκε κατά 0,5 mmol/L από τις τιμές βάσης.

Στατιστική Ανάλυση

Για τη διερεύνηση των μεταβολών της MAT, της ταχύτητας στο ΓΚ1, στο ΧΑ90% και της VO_{2max} έγινε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (πρωτόκολλο προπόνησης x χρονική στιγμή μέτρησης). Επιμέρους διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εντοπίστηκαν με το τεστ SIDAK. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική αύξηση ($p < 0,05$) της MAT μετά το παρεμβατικό πρόγραμμα 3 εβδομάδων (Σχήμα 1Α). Η ταχύτητα στο ΓΚ1 αυξήθηκε ($p < 0,05$) και με τα τρία πρωτόκολλα άσκησης χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους. Η VO_{2max} δεν μεταβλήθηκε σημαντικά με κανένα από τα τρία προγράμματα. Ο ΧΑ90% ήταν μειώθηκε σημαντικά ($p < 0,05$) με το ΔΜ17 ενώ δεν υπήρχε σημαντική μεταβολή με τα ΔΜ20 και ΣΜ17 (Σχήμα 1Β).



Σχήμα 1. Μέγιστη αερόβια ταχύτητα (MAT, Α) και χρόνος αντοχής με ένταση στο 90% της MAT (ΧΑ90%, Β) πριν και μετά από 3 εβδομάδες προπόνησης με διαλειμματική και συνεχόμενη μέθοδο προπόνησης με διαφορετικά επίπεδα κόπωσης. * $p < 0,05$ από το *pre*, # $p < 0,05$ από το ΔΜ20 & ΣΜ17

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Προγράμματα αερόβιας προπόνησης υψηλής έντασης είτε εκτελούνται με τη διαλειμματική είτε με τη συνεχόμενη μέθοδο επιφέρουν παρόμοια βελτίωση σε σημαντικές παραμέτρους της αερόβιας απόδοσης όπως η ταχύτητα στο πρώτο κατώφλι γαλακτικού ή τη VO_{2max} . Επιπλέον, προγράμματα που εκτελούνται έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης είναι εξίσου αποτελεσματικά σε σύγκριση με προγράμματα που εκτελούνται έως την εξάντληση. Ωστόσο, η διαλειμματική προπόνηση έως υπομέγιστα επίπεδα κόπωσης φαίνεται να ευνοεί περισσότερο τη βελτίωση της MAT. Άρα, η συνεχόμενη μέθοδος άσκησης με υψηλή ένταση επιφέρει γενικά παρόμοιες προσαρμογές με τη διαλειμματική μέθοδο και προγράμματα άσκησης που δεν φτάνουν τον αθλητή έως την εξάντληση είναι εξίσου αποδοτικά με προγράμματα έως την εξάντληση.

Βιβλιογραφία

- Billat, V.L., Slawinski, J., Bosquet, V., Demare, A., Lafitte, L., Chassaing, P. & Koralztein, J-P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enable subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 188.
- Burgomaster, K.A., Hughes, S.C., Heigenhauser, G.J., Bradwell, S.N. & Gibala, M.J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.
- Faude, O., Schnittker, R., Schulte-Zurhausen, R., Muller, F. & Meyer, T. (2013). High intensity interval training vs. high volume running training during pre-season conditioning in high level youth football: a cross-over trial. *Journal of Sports Science*, 31(13), 1441-1450.
- Gamez, C.E., Kaycon, C.C., Leuhers, R.R., Sauers, E.J.; Davis, S.E. & Witmer, C A. (2015) The Effects of High-Intensity Interval Training versus Steady-State Training on Body Fat and Fat Oxidation," *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*: Vol. 9 : Iss. 3 , Article 33.