



Η Τροποποιημένη Δοκιμασία Wingate σε Κωπηλατοεργόμετρο και η Συσχέτισή της με την Απόδοση σε Αγώνες Προσομοίωσης 1000 και 2000m σε Νεαρούς Κωπηλάτες

Γεώργιος Βαβρίτσας, Παναγιώτης Κεραμιδάς, Αθανάσιος Δαλαμήτρος, Βασιλική Μάνου, Σπύρος Κέλλης
ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η συσχέτιση της απόδοσης στην τροποποιημένη για το άθλημα της κωπηλασίας δοκιμασία Wingate με την απόδοση σε αγώνα 1000 και 2000m σε κωπηλάτες εφηβικής ηλικίας. Στην έρευνα συμμετείχαν 11 αθλητές (ηλικία 14.45 ± 1.35 έτη, ανάστημα 1.71 ± 0.07 m, σωματική μάζα 66.82 ± 9.63 kg). Οι αθλητές εκτέλεσαν μέγιστη δοκιμασία κωπηλασίας 45s σε κωπηλατοεργόμετρο και μέγιστες προσπάθειες εξομοίωσης αγώνες 1000 και 2000m. Υπολογίστηκαν οι μέγιστες παραγόμενες τιμές της ισχύος στα 30 και 45s (max30 και max45), οι μέσες παραγόμενες τιμές ισχύος στα 30 και 45s (mean30 και mean45), καθώς και ο δείκτης κόπωσης στα 30 και 45s. Η στατιστική ανάλυση έδειξε υψηλή συσχέτιση μόνο της max30 και mean30 με την απόδοση σε αγώνα 1000 και 2000m. Αντίθετα, η max45 και mean45, όπως επίσης και ο δείκτης κόπωσης στα 30 και 45s δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τους αγώνες προσομοίωσης των 1000 και 2000m. Συμπερασματικά, φαίνεται πως η τροποποιημένη για την κωπηλασία δοκιμασία Wingate 30s σχετίζεται σημαντικά με την απόδοση σε αγώνες 1000 και 2000m και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση και την πρόβλεψη της απόδοσης αθλητών κωπηλασίας εφηβικής ηλικίας.

Λέξεις κλειδιά: *Αναερόβια ισχύς, έφηβοι, αγώνες προσομοίωσης, κωπηλασία*

Correlation of Performance in a Modified Wingate Test with 1000 and 2000m Races in Young Rowers

Georgios Vavrtsas, Panagiotis Keramidas, Athanasios Dalamitros, Vasiliki Manou, Spiros Kellis
Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Hellas

Abstract

The aim of the present study was to correlate the performance in a modified 45s Wingate test with 1000 and 2000m races in young rowers. Eleven male rowing athletes volunteered to participate in this study (age 14.45 ± 1.35 yr, height 1.71 ± 0.07 m, weight 66.82 ± 9.63 kg). Every athlete performed the modified Wingate anaerobic test (WAnT) for rowing with an "all-out" 45s effort and two simulated 1000 and 2000m rowing races in a Concept II model C air braked rowing ergometer. Peak and mean power values during the WAnT, as well as the fatigue index, were calculated for the 30 and the 45s, using the best 5s averages. Statistical analysis showed significant correlation only between the values of max30 and mean30 and time in 1000 and 2000m simulated races. These results suggest that the modified 30s Wingate Test for rowing can be used for the evaluation and prediction of young rowers performance.

Key words: *Anaerobic power, teens, simulated races, rowing*

Εισαγωγή

Η κωπηλασία αποτελεί ένα άθλημα στο οποίο η επιτυχία βασίζεται κύρια σε παράγοντες όπως η δύναμη και η αντοχή (Maestu, Jurimae & Jurimae, 2005). Ένας τυπικός αγώνας κωπηλασίας διεξάγεται σε απόσταση 2000m και η διάρκειά του μπορεί να ποικίλει από τα 5.5 έως 7.3min για τους αθλητές υψηλού επιπέδου, με τη διακόμανση να οφείλεται μεταξύ άλλων στη σωματική μάζα των αθλητών, τον αριθμό τους μέσα στη λέμβο, καθώς και στον τύπο της λέμβου (Celik, Nazan Kosar, Korkusuz & Bozkurt, 2005; Ingham, Whyte, Jones & Nevill, 2002; Maestu et al., 2005). Από τον χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός αγώνα, φαίνεται ότι οι κωπηλάτες βασίζονται κυρίως στον αερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας (Steinacker, 1993; Yoshiga & Higuchi, 2003). Το ποσοστό συνεισφοράς του αερόβιου μηχανισμού σε έναν αγώνα 2000m κυμαίνεται μεταξύ 70 και 86% (Messonnier, Freund, Bourdin, Beli & Lacour, 1997; Secher, 1993) και αντίστοιχα 14 έως 30% για τον αναερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας (Secher, 1993). Έτσι, η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου που εμφανίζει ένας αθλητής κωπηλασίας αποτελεί τον ισχυρότερο παράγοντα πρόβλεψης της απόδοσής του (Riechman, Zoeller, Balasekaram, Goss & Rodertson, 2002; Secher, 1993), ακολουθούμενη από το ποσοστό των μυϊκών ινών τύπου I, την παραγόμενη ισχύ του αθλητή κατά τη συγκέντρωση 4 mmol γαλακτικού οξέος (Roth, Hasart, Wolf & Pansold, 1983), από την άλυπη σωματική του μάζα (Maestu, Jurimae, & Jurimae, 1999), καθώς και από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά όπως το ύψος και το μήκος/περιφέρεια των άνω και κάτω άκρων (Mikulic & Ruzic, 2008; Yoshiga, Yashiro, Higuchi & Oka, 2002), τα οποία συνδέονται με το εύρος της κίνησης κατά την κωπηλάτιση (Yoshiga & Higuchi, 2003). Άλλες έρευνες δίνουν επίσης έμφαση και σε παράγοντες όπως η μέγιστη δύναμη και η ισχύς των αθλητών (Secher, 1993; Steinacker, Marx, Marx & Lormes, 1986), η προπονητική εμπειρία (Kramer, Leger, Paterson, Morrow, 1994) και η τεχνική η οποία εκφράζεται μέσω της αποδοτικότητας του κάθε κύκλου κουπιάς (σχέση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης και της ταχύτητας της λέμβου) (Maestu et al., 2005). Τέλος, φαίνεται πως η μεγαλύτερη παραγωγή ισχύος και η συνεισφορά του αναερόβιου μεταβολισμού παίζουν σπουδαιότερο ρόλο στην επιτυχία στο συγκεκριμένο άθλημα σε σχέση με τα υπόλοιπα που βασίζονται στην αντοχή (Riechman et al., 2002; Secher, 1993).

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως ο αέρας, η βροχή και η χαμηλή θερμοκρασία κατά τη διάρκεια ενός αγώνα κωπηλασίας επιδρούν αρνητικά στην τελική επίδοση των αθλητών (Maestu et al., 2005). Η ανάγκη ενός πιο «ελεγχόμενου» περιβάλλοντος για την προπόνηση και την αξιολόγηση των αθλητών κωπηλασίας με αναπαραγωγή της κωπηλατικής κίνησης και της αντίστασης εκτός νερού, οδήγησε στην κατασκευή των κωπηλατοεργόμετρων (Campos et al., 2009; Mahony, Donne & O' Brien, 1999) με το πρώτο να χρησιμοποιείται το 1971 (Hagerman & Lee). Τα συγκεκριμένα εργόμετρα έχει αποδειχθεί πως προσομοιάζουν σε μεγάλο βαθμό τις βιομηχανικές και μεταβολικές απαιτήσεις του αθλήματος (Lamb, 1989), αν και η κωπηλατική κίνηση σε πραγματικές συνθήκες θεωρείται αρκετά πιο πολύπλοκη εξαιτίας της δυναμικής του νερού που επηρεάζει την ισορροπία των αθλητών πάνω στη βάρκα και τη διατήρηση της ταχύτητας πάνω σε αυτήν (Maestu et al., 2005). Έτσι, πολλοί ερευνητές προτείνουν την προσεκτική χρήση των εργομέτρων στην προπόνηση κωπηλασίας για να μην επηρεαστεί η τεχνική των αθλητών σε πραγματικές συνθήκες αγώνα (Campos Mello et al., 2009). Τύποι εργομέτρων που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι αυτά που εκμεταλλεύονται την αντίσταση του αέρα όπως τα Row perfect, Gjessing και Concept II, τα οποία υπερτερούν έναντι των αυτών που χρησιμοποιούν την αντίσταση της τριβής, όπως το Stanford (MacFarlane, Endmond & Walnsley, 1997), καθώς δεν χρειάζονται διαβάθμιση και δεν επηρεάζονται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Το Concept II ωστόσο αναφέρεται ως το πιο διαδεδομένο (Elliot, Lyttle & Birkett, 2002; Vogler, Rice & Withers, 2007) και πιο αξιόπιστο σε σχέση με το Row perfect (Soper & Hume, 2004).

Οι παραγόμενες τιμές της μέγιστης και μέσης ισχύος, καθώς και του δείκτη κόπωσης των αθλητών σε κωπηλατοεργόμετρο έχουν μελετηθεί διεξοδικά σε ενήλικες αθλητές και έχει αποδειχθεί πως αποτελούν σημαντικό παράγοντα πρόβλεψης της απόδοσης στον αγώνα των 2000m (Cosgrove, Wilson, Watt & Grand, 1999; Kellmann & Gunther, 2000; Kuipers & Keizer, 1988; Riechman, et al., 2002), κυρίως κατά τη δοκιμασία 30s με το τροποποιημένο Wingate Test σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept II. Οι συσχετίσεις που εμφανίζουν οι σχετικές έρευνες αναφορικά με τη συγκεκριμένη δοκιμασία και την απόδοση σε αγώνα προσομοίωσης 2000m είναι αρκετά υψηλές για τη μέγιστη και μέση παραγόμενη ισχύ ($r=0.87$ έως 0.98). Η διακόμανση στον συντελεστή συσχέτισης οφείλεται στη διαφορετικότητα του δείγματος κυρίως σε σχέση με το προπονητικό επίπεδο, το φύλο (Maestu et al., 2005) και τα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά (Jurimae, Maestu, Purge, Soot & Jurimae, 2002; Russell, LeRossignol & Sparrow, 1998). Ο συνολικός χρόνος διάνυσης της απόστασης των 2000m κατά τη δοκιμασία σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept II και της απόδοσης στον αγώνα των 2000m εμφανίζει επίσης σημαντική συσχέτιση ($r=0.99$) (Soper & Hume, 2004). Επιπρόσθετα, η δοκιμασία προσομοίωσης αγώνα σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept II έχει χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές ηλικιακές κατηγορίες (εφήβων και ανδρών) και προτείνεται για τον έλεγχο και την αξιολόγηση της αγωνιστικής απόδοσης των 2000m (Batchev, Kaloupsis, Diafas & Celic, 2002).

Το τροποποιημένο Wingate test 30s σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept II έχει εφαρμοστεί με αποδεδειγμένη αξιοπιστία, σε παιδιά 12 έως 14 ετών με σκοπό την αξιολόγηση νεαρών αθλητών και την ανίχνευση ταλάντων στο άθλημα (Miculic, Ruzic & Markovic, 2009), αλλά και τον καθορισμό των διαφορών στην απόδοση αθλητών κωπηλασίας σε ηλικίες από 12 έως και 18 ετών (Miculic, Emersic & Markovic, 2010). Ο συντελεστής αξιοπιστίας (r) στην έρευνα των Mikulic et al. (2009) ήταν 0.996 και 0.994 για τις τιμές της μέγιστης και μέσης παραγόμενης ισχύος αντίστοιχα και ο συντελεστής σταθερότητας του οργάνου (ICC) σε αυτήν των Mikulic et al. (2010) ήταν ≥ 0.973 . Αντίθετα, η αξιοπιστία του δείκτη κόπωσης κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας Wingate 30s για την κωπηλασία παρουσιάζεται χαμηλή και προτείνεται οι τιμές της να εξαιρούνται κατά τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης δοκιμασίας (Mikulic et al., 2010; Riechman et al., 2002). Η μοναδική έρευνα που εξέτασε την ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της τροποποιημένης για την κωπηλασία δοκιμασίας Wingate 45s και της απόδοσης σε αγώνα προσομοίωσης 2000m πραγματοποιήθηκε με δείγμα αθλητές βαρέων βαρών (Μ.Ο. ηλικίας 26.2 ± 3.6 έτη) (Mc Neely, 2011).

Έχει παρατηρηθεί ότι σε διασυλλογικό επίπεδο, αλλά και σε περιοχές όπου δεν υπάρχει κατάλληλος στίβος για την πραγματοποίηση αγώνα 2000m, διεξάγεται και αγώνας 1000m. Παράλληλα είναι γνωστό ότι κατά την εκτέλεση αναερόβιας δοκιμασίας το μέγιστο έλλειμμα οξυγόνου συνεχίζει να αυξάνεται και μετά τα 30s (Weber & Schneider, 2001). Επιπλέον, στο άθλημα της κωπηλασίας οι τιμές της παραγόμενης ισχύος πρέπει να διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, σε σχέση με άλλα αθλήματα, εξαιτίας της χρονικής διάρκειας του αγώνα.

Τα δεδομένα που αφορούν στις παραγόμενες τιμές της αναερόβιας ικανότητας και ισχύος σε αθλητές κωπηλασίας εφηβικής ηλικίας σε εργόμετρα περιορίζονται στην έρευνα των Mikulic et al. (2010) και στη μέτρηση διάρκειας 30s και δεν συσχετίζονται με την απόδοση σε αγώνα 2000m ή άλλης απόστασης. Με βάση τους παραπάνω προβληματισμούς φαίνεται να υπάρχει κενό στη βιβλιογραφία αναφορικά με την ύπαρξη δεδομένων για αγώνες προσομοίωσης 1000m αλλά, και για εκτέλεση της τροποποιημένης δοκιμασίας Wingate διάρκειας μεγαλύτερης των 30s σε αθλητές εφηβικής ηλικίας. Σκοπός επομένως της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει αν η απόδοση στην τροποποιημένη δοκιμασία Wingate διάρκειας 45s σε αθλητές κωπηλασίας 12 έως 15 ετών συσχετίζεται με την απόδοσή τους σε αγώνα προσομοίωσης κωπηλασίας 1000 και 2000m.

Μέθοδος και Διαδικασία

Συμμετέχοντες

Έντεκα έφηβοι αθλητές κωπηλασίας αγωνιστικής κατηγορίας παιδών συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα (ηλικία: 14.45 ± 1.35 έτη, προπονητική εμπειρία 1.5 ± 1 έτος, ανάστημα: 1.71 ± 0.07 m, σωματική μάζα: 66.82 ± 9.63 kg). Οι συμμετέχοντες μετείχαν σε προπονήσεις με συχνότητα 4 έως 5 φορές/εβδομάδα και τους ζητήθηκε να διατηρήσουν τη συνήθη διαίτα τους, καθώς και να αποφύγουν οποιοδήποτε είδος άσκησης 24 ώρες πριν τις μετρήσεις. Έντυπο συναίνεσης συμμετοχής μοιράστηκε στους αθλητές και επιστράφηκε υπογεγραμμένο από τους γονείς τους πριν την έναρξη των δοκιμασιών. Το ερευνητικό μέρος της παρούσας εργασίας ήταν κατά τα πρότυπα της δήλωσης της συνθήκης του Ελσίνκι.

Όργανα αξιολόγησης

Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε σε κωπηλατοεργόμετρο της εταιρίας Concept τύπου II Model C με αντίσταση αέρα. Το κωπηλατοεργόμετρο συνδέθηκε με Η/Υ μέσω θύρας USB για τη συλλογή των ενδείξεων της παραγόμενης ισχύος και χρησιμοποιήθηκε ειδικό λογισμικό συμβατό με το συγκεκριμένο κωπηλατοεργόμετρο και κατάλληλο για τη συλλογή των ενδείξεων της ισχύος.

Διαδικασία μέτρησης

Τροποποιημένη Δοκιμασία Wingate 45s στο κωπηλατοεργόμετρο: Οι συμμετέχοντες, αφού εκτέλεσαν ένα πρόγραμμα διατάσεων, πραγματοποίησαν προθέρμανση στο κωπηλατοεργόμετρο για 3min χωρίς αντίσταση και ακολούθως τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες των 5s στο μέγιστο επίπεδο της αντίστασης. Η δοκιμασία προέβλεπε από τους συμμετέχοντες 45s κωπηλάτισης εφαρμόζοντας από την πρώτη κουπιά τη μέγιστη δυνατή δύναμη με συνεχή λεκτική παρότρυνση. Το επίπεδο αντίστασης καθορίστηκε στο μέγιστο 10 του πίνακα αντίστασης του κωπηλατοεργομέτρου (DragFactor160).

Υπολογίστηκαν η μέγιστη παραγόμενη ισχύς ως η μέση τιμή των 5 καλύτερων συνεχόμενων τιμών, η μέση παραγόμενη ισχύς στα 30s (mean 30) και στα 45s (mean 45) και ο δείκτης κόπωσης στα 30s και 45s που καθορίστηκε από την ποσοστιαία διαφορά της μέγιστης και της ελάχιστης παραγόμενης ισχύος.

Προσομοίωση αγώνα 1000 και 2000m: Η προσομοίωση αγώνα 1000m πραγματοποιήθηκε 48 ώρες μετά την τρο-

ποποιημένη δοκιμασία Wingate στο κωπηλατοεργόμετρο και η προσομοίωση αγώνα 2000m πραγματοποιήθηκε 48 ώρες μετά τη δοκιμασία των 1000m. Το επίπεδο της αντίστασης για τους δοκιμαζόμενους ρυθμίστηκε στο 140 (Drag Factor), με σκοπό την ακριβή προσομοίωση της αίσθησης της αντίστασης του νερού στο κουπί, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Οι δοκιμαζόμενοι, μετά από 10min προθέρμανση με τον δικό τους προτιμώμενο ρυθμό, εκτέλεσαν την προσομοίωση του αγώνα, με στόχο την επίτευξη της καλύτερης δυνατής επίδοσης. Η λεκτική παρότρυνση κατά τη διάρκεια της προσπάθειας ήταν διαρκής.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική και ο συντελεστής συσχέτισης (r) κατά Pearson. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p \leq 0.05$.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της απόδοσης σε προσομοίωση αγώνα κωπηλασίας 1000 και 2000m με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ, καθώς και τη μέση παραγόμενη ισχύ στα 30s. Αντίθετα, η μέγιστη και η μέση παραγόμενη ισχύς στα 45s, καθώς και οι δείκτες κόπωσης στα 30 και 45s δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης και της μέσης παραγόμενης ισχύος, καθώς και του δείκτη κόπωσης στην τροποποιημένη δοκιμασία Wingate, όπως και οι επιδόσεις στον αγώνα προσομοίωσης 1000 και 2000m. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων των τριών δοκιμασιών (δοκιμασία Wingate και αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m).

Πίνακας 1. Μέσος όρος και τυπικές αποκλίσεις των τιμών της μέγιστης και μέσης παραγόμενης ισχύος και του δείκτη κόπωσης στην τροποποιημένη δοκιμασία Wingate 45s των επιδόσεων στους αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m

Δοκιμασία Wingate	Επίδοση
Μέγιστη ισχύς 30s (watt)	476.2±96.4
Μέγιστη ισχύς 45s (watt)	476.2±96.4
Μέση ισχύς 30s (watt)	420.5±87.1
Μέση ισχύς 45s (watt)	395.3±110.1
Δείκτης κόπωσης 30s (%)	13.3±6.4
Δείκτης κόπωσης 45s (%)	22.2±8.76
Αγώνες προσομοίωσης	
1000m (s)	220.06±12.7
2000m (s)	459.00±21.8

Πίνακας 2. Συσχετίσεις μεταξύ της δοκιμασίας Wingate (30 και 45s) και των αγώνων 1000 και 2000m

	Συντελεστής συσχέτισης (r)	
	1000m	2000m
Μέγιστη ισχύς (30s)	0.662*	0.749*
Μέση ισχύς (30s)	0.685*	0.765*
Μέση ισχύς (45s)	0.418	0.257
Δείκτης κόπωσης (30s)	0.239	0.031
Δείκτης κόπωσης (45s)	0.244	0.189

* $p \leq 0.05$

Συζήτηση

Η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης έρευνας έγκειται στο ότι προσπάθησε, για πρώτη φορά, να συσχετίσει τις παραγόμενες τιμές ισχύος (μέγιστη και μέση), καθώς και του δείκτη κόπωσης κατά την εκτέλεση της τροποποιημένης δοκιμασίας Wingate, με διάρκεια 45s, με τον αγώνα προσομοίωσης 1000 και 2000m σε αθλητές εφηβικής ηλικίας. Όπως διαπιστώθηκε, δεν υπήρξε συσχέτιση μεταξύ της συγκεκριμένης δοκιμασίας και των αγώνων προσομοίωσης. Το κύριο εύρημα στο οποίο κατέληξε η έρευνα ήταν πως η μέγιστη, καθώς και η μέση παραγόμενη ισχύς στα 30s, σε αντίθεση με τα 45s, κατά την τροποποιημένη δοκιμασία Wingate για το άθλημα της κωπηλασίας, παρουσίασαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τους αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m. Συγκεκριμένα, οι συντελεστές συσχέτισης (r) της μέγιστης και της μέσης ισχύος με τον αγώνα των 1000m ήταν 0.662 και 0.685 αντίστοιχα και με τον αγώνα των 2000m ήταν 0.749 και 0.765 αντίστοιχα. Παρόμοιες υψηλές συσχετίσεις της μέγιστης και μέσης ισχύος στη δοκιμασία των 30s με τον αγώνα των 2000m (0.847 και 0.870 αντίστοιχα) αναφέρονται και στην έρευνα των Riechman et al., (2002), που πραγματοποιήθηκε σε ενήλικες αθλήτριες υψηλού επιπέδου. Οι διαφορές ενδεχόμενα να οφείλονται στο υψηλότερο προπονητικό επίπεδο των αθλητριών της συγκεκριμένης έρευνας.

Μια πιθανή εξήγηση για το γεγονός της ύπαρξης υψηλής συσχέτισης μεταξύ της αναερόβιας δοκιμασίας Wingate 30s και της απόδοσης σε αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m με υψηλή συνεισφορά του αερόβιου μεταβολισμού, δίνει η διαπίστωση πως η κωπηλατική κίνηση χαρακτηρίζεται από σχετικά αργούς ρυθμούς μυϊκής σύσπασης (32 έως 38 «κουπιές»/min) που επιτρέπουν την ταχύτερη ανάληψη των αναερόβιων συστατικών παραγωγής ενέργειας (Secher, 1993). Επιπλέον, κατά την εκτέλεση των αγώνων προσομοίωσης τα κινητικά πρότυπα ενδεχόμενα αλλάζουν εξαιτίας της έλλειψης του παράγοντα της δυναμικής του νερού, με αποτέλεσμα αλλαγές στην τεχνική εκτέλεσης της κίνησης με τη συμμετοχή μικρότερης μυϊκής μάζας. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί τη μεγαλύτερη συμμετοχή του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας (Bourgeois & Vrijens, 1998a) που παρατηρείται και κατά τη διάρκεια της έντονα αναερόβιας δοκιμασίας Wingate 30s. Τέλος, η συνεισφορά του αερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια του αγώνα σε «πραγματικές» συνθήκες (στο νερό), είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τον αγώνα προσομοίωσης καθώς απαιτείται μικρότερος χρόνος για την ολοκλήρωσή του (515±11 vs. 402±15s, de Campos Mello et al., 2009 και 455.42 vs. 365.24s, McNeely, 2011) Διαφοροποιήσεις μεταξύ των αγώνων προσομοίωσης και του πραγματικού αγώνα παρατηρούνται επίσης και εξαιτίας των αλλαγών στον χρόνο εφαρμογής της δύναμης (με συνέπεια μεταβολές στις διακυμάνσεις της ταχύτητας κίνησης), αλλά και στη φάση αποκατάστασης μετά από κάθε «κουπιά» (Hofmijster, Van Soest & De Koning, 2008).

Από την άλλη πλευρά, η σημαντικά μικρότερη συσχέτιση που παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα μεταξύ του μεγαλύτερου χρόνου διάρκειας της αναερόβιας δοκιμασίας (45s vs. 30s) με την απόδοση στους αγώνες 1000 και 2000m, ίσως να οφείλεται στο χαμηλό προπονητικό επίπεδο των αθλητών (1.5±1.0 έτη) και εκφράζεται καθαρά από τις διαφορές που παρουσιάστηκαν στον δείκτη κόπωσης (85.1%) μεταξύ των 30 και 45s. Η έλλειψη συσχέτισης δεν μπορεί να δικαιολογηθεί από τη μικρή διαφορά (15s) στη διάρκεια της δοκιμασίας, καθώς η συνεισφορά του αναερόβιου και αερόβιου συστήματος παραγωγής ενέργειας δε διαφέρει σημαντικά κατά την εκτέλεση μέγιστης άσκησης διάρκειας 30 και 45s (73 vs. 25% και 63 vs. 27% για την αναερόβια και αερόβια συνεισφορά, για τα 30 και 45s αντίστοιχα) (Gastin, 2001). Έτσι, το γεγονός αυτό χρίζει περαιτέρω διερεύνησης.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας φάνηκε ότι δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα για τις παραγόμενες τιμές ισχύος και του δείκτη κόπωσης κατά τη δοκιμασία Wingate 45s στο άθλημα της κωπηλασίας, καθώς επίσης και για αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m σε έφηβους αθλητές. Έρευνα η οποία χρησιμοποίησε την απόδοση σε αγώνα 1000m σε αθλητές ηλικίας 12.9 έτη, προτείνει το συνδυασμό φυσιολογικών και σωματομετρικών παραμέτρων σε μοντέλο πρόβλεψης της απόδοσης (Mikulic & Ruzic, 2008). Έτσι, οι τιμές που παρουσιάζονται στην παρούσα έρευνα (πίνακας 1) αποτελούν ένα πρώτο δείγμα για Έλληνες αθλητές κωπηλασίας εφηβικής ηλικίας. Οι μέσες τιμές της επίδοσης στον αγώνα προσομοίωσης των 2000m ήταν 459.0 ± 21.8s και διέφεραν σημαντικά από αυτές που παρουσιάζονται σε παρόμοιες έρευνες με δείγμα κυρίως ενήλικες αθλητές σε παρόμοιου τύπου εργόμετρο (Πίνακας 3). Οι διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων της επίδοσης κατά τη δοκιμασία οφείλονται πιθανά στις διαφορές στην ηλικία, στο προπονητικό επίπεδο/εμπειρία, καθώς και στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων.

Πίνακας 3. Μέσοι όροι τιμών επίδοσης στους αγώνες προσομοίωσης 2000m

Έρευνα	M.O. επίδοσης (s)	Επίπεδο δοκιμαζόμενων (M.O. ηλικίας/έτη ± T.A.)
Bourgois & Vrijens (1998)	409,83	Αθλητές (17,1 ± 0,7)
Campos Mello et al. (2009)	402 ± 15	Αθλητές (23.8 ± 5.5)
Drarnitsyn et al., (2009)	331.64	Αθλητές υψηλού επιπέδου (23.0 ± 3.29)
Izquierdo-Gabarren et al. (2010)	376 ± 8.36	Αθλητές υψηλού επιπέδου (28 ± 5)
« »	394 ± 12.34	Ερασιτέχνες αθλητές (23 ± 4)
Kyparos et al. (2009)	409.4 ± 4.0	Αθλητές εθνικού επιπέδου (18.5 ± 0.9)
Mikulic et al. (2009)	387	Αθλητές υψηλού επιπέδου (17.9 ± 0.8)
Shimoda et al. (2009)	409.3 ± 12.2	Αθλητές κολεγιακού επιπέδου (20.7 ± 0.9)
Veloso et al. (2006)	400.5 ± 15.2	Αθλητές (19.9 ± 1.0 έτη)
Yoshiga & Higuchi (2003)	436 ± 16	Αθλητές (21 ± 2)
Παρούσα έρευνα	459.0 ± 21.8	Έφηβοι αθλητές (14.45 ± 1.35)

Οι παραγόμενες τιμές της μέγιστης και μέσης ισχύος κατά την εκτέλεση της τροποποιημένης δοκιμασίας Wingate 30s που παρουσιάστηκαν στην παρούσα έρευνα (476.2 και 420.5watt αντίστοιχα), ήταν υψηλότερες από αυτές της έρευνας των Mikulic et al., (2010). Συγκεκριμένα, στην τελευταία αυτή έρευνα οι αντίστοιχες τιμές ήταν 425.25 και 378.25watt. Παρόμοια εικόνα εμφανίζουν και τα αποτελέσματα που αφορούν στο δείκτη κόπωσης (13.3 vs. 10.9% για την παρούσα και την έρευνα των Mikulic et al. αντίστοιχα). Ωστόσο, η σύγκριση μεταξύ των δύο αυτών ερευνών παρουσιάζει δυσκολίες, καθώς το δείγμα της έρευνας των Mikulic et al., χωρίστηκε ανά έτος χρονολογικής ηλικίας (12, 13, 14 και 15 ετών αντίστοιχα), τα αποτελέσματα αφορούν στο μέσο όρο της κάθε ηλικίας και ο συνολικός αριθμός των δοκιμαζόμενων είναι σημαντικά μεγαλύτερος (n=223).

Η έλλειψη σημαντικής συσχέτισης της μέσης παραγόμενης ισχύος κατά τη δοκιμασία των 45s με τον αγώνα των 2000m που παρουσιάζεται στην παρούσα έρευνα συμφωνεί εν μέρει με την έρευνα του Mc Neely (2011) ($r=0.257$ και 0.321 αντίστοιχα), παρά τις διαφορές στην ικανότητα παραγωγής αναερόβιου έργου (Zafeiridis, et al., 2005) και στο μέγεθος της μυϊκής μάζας που εμφανίζουν οι νέοι εφηβικής ηλικίας συγκριτικά με τους ενήλικες αθλητές.

Τέλος, δεν πρέπει να αγνοηθεί το γεγονός πως κατά τη διάρκεια εκτέλεσης δοκιμασίας μεγαλύτερης διάρκειας (π.χ. 45 ή 60s) οι αθλητές αρχίζουν την προσπάθεια με μετρίοτερη ένταση από το φόβο της μη ολοκλήρωσης της δοκιμασίας (Hunter, et al., 2003).

Ως περιορισμός της έρευνας μπορεί να αναφερθεί ο σχετικά μικρός αριθμός των δοκιμαζόμενων. Οι ηθικοί προβληματισμοί που σχετίζονται με τις δοκιμασίες αναερόβιου τύπου σε αθλητές εφηβικής ηλικίας, καθώς και το γεγονός ότι από τους αρχικά 18 αθλητές που επιλέχθηκαν για την παρούσα έρευνα κατάφεραν να ολοκληρώσουν το σύνολο των δοκιμασιών και συμπεριελήφθησαν στα αποτελέσματα μόνο οι 11, συνετέλεσαν στα παραπάνω.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η αξιολόγηση των αθλητών κρίνεται απαραίτητη για τον σχεδιασμό των προγραμμάτων προπόνησης και τον έλεγχο της απόδοσης. Οι μετρήσεις σε εργαστηριακό περιβάλλον είναι χρήσιμες για την καταγραφή συγκεκριμένων δεικτών της απόδοσης. Στηριζόμενη στην ανάγκη αξιολόγησης σε ένα πιο «ελεγχόμενο» περιβάλλον, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν πως η τροποποιημένη δοκιμασία Wingate 30s για το άθλημα της κωπηλασίας εμφανίζει σημαντική συσχέτιση με τους αγώνες προσομοίωσης 1000 και 2000m και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αθλητές εφηβικής ηλικίας για την αξιολόγηση της αναερόβιας ικανότητας, την πρόβλεψη της απόδοσης, καθώς και στη διαδικασία επιλογής νέων αθλητών.

Βιβλιογραφία

- Batchev, V., Kaloupsis, S., Diafas, V., & Celic, O. Optimum result of visual feedback of some rowing ergometer tests. In: *Proceedings of the 7th Annual Congress of the ECSS, Athens/Greece, 2006*.
- Bourgois, J., & Vrijens, J. (1998a). Metabolic and cardiorespiratory responses in young oarsmen during prolonged exercise tests on a rowing ergometer at power outputs corresponding to two concepts of anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 164-169.
- Bourgois, J., & Vrijens, J. Physiological correlates of 2-kilometer (2-km) rowing ergometry in junior rowers. In: *Proceedings of the 3rd Annual Congress of the ECSS, Manchester/U.K., 1998*.
- Campos Mello, F., de Moraes Bertuzzi, R., Grangeiro, P., & Franchini, E. (2009). Energy contributions in 2000m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 615-619.
- Cosgrove, M., Wilson, J., Watt, D., & Grand, S. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000m ergometer test. *Journal of Sports Sciences*, 17, 845-852.
- Celik, O., Nazan Kosar, S., Korkusuz, F., & Bozkurut, M. (2005). Reliability and validity of the modified conconi test on conconi test on concept 2 rowing ergometers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 871-877.
- Drarnitsyn, O., Ivanova, A., & Sazonov, V. (2009). The relationship between the dynamics of cardiorespiratory variables and rowing ergometer performance. *Human Physiology*, 35, 325-331.
- Elliott, B., Lyttle, A., & Birkett, O. (2002). The Row Perfect ergometer: a training aid for on water single scull rowing. *Sports Biomechanics*, 1, 123-34.
- Gastin, P. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31, 725-741.
- Hofmijster, M., Van Soest, A., & De Koning, J. (2008). Rowing skill affects power loss on a modified rowing ergometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 1101-1110.
- Hunter, A., Clair Gibson, A., Lambert, M., Nobbs, L., & Noakes, T. (2003). Effects of supramaximal exercise on the electromyographic signal. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 296-299.
- Ingham, S., Whyte, G., Jones, K., & Nevill, A. (2002). Determinants of 2000m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 243-246.
- Izquierdo-Gabarren, M., Gonzales de Txabarri, R., de Villareal, E., & Izquierdo, M. (2010). Physiological factors to predict traditional rowing performance. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 83-92.
- Jurimae, J., Maestu, J., Purge, P., Soot, T., & Jurimae, T. (2002). Monitoring of stress in trained male rowers. *Journal of Human Kinetics*, 7, 11-18.
- Kellman, M. & Gunther, K. (2000). Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 32, 676-83.
- Kuipers, H. & Keizer, A. (1988). Overtraining in elite athletes. *Sports Medicine*, 6, 79-92.
- Kramer, J., Leger, A., Paterson, D., & Morrow, A. (1994). Rowing performance and selected descriptive field and laboratory variables. *Canadian Journal of Applied Science*, 19(2), 174-184.
- Kyparos, A., Vrabas, I., Nikolaidis, M., Riganas, C., & Kouretas, D. (2009). Increased oxidative stress blood markers in well-trained rowers following two thousand-meter rowing ergometer race. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 1418-1426.
- Lamb, D. (1989). A kinematic comparison of ergometer and on-water rowing. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 367-73.
- Macfarlane, D., Endmond, I., & Walnsley, A. (1997). Instrumentation of an ergometer to monitor the reliabil-

- ity of rowing performance. *Journal of Sports Sciences*, 17, 143-149.
- Maestu, J., Jurimae, J., & Jurimae, T. (1999). Prediction of 2000 meter ergometer performance from metabolic and anthropometric variables in male rowers. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 4, 199-208.
- Maestu, J., Jurimae, J., & Jurimae T. (2005). Monitoring of Performance and Training in Rowing. *Sports Medicine*, 35(7), 597-617.
- Mahony, N., Donne, B., & O'Brien, M. (1999). A comparison of physiological responses to rowing and friction-loaded and air-braked ergometers. *Journal of Sports Sciences*, 17, 143-149.
- McNeely, E. (2011). Rowing ergometer physiological tests do not predict on-water performance. *The Sport Journal*, 14. Retrieved January 12, 2013, <http://www.thesportjournal.org/article/rowing-ergometer-physiological-tests-do-not-predict-water-performance>.
- Messonnier, L., Freund, H., Bourdin, M., Beli, A. & Lacour, J. (1997). Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 396-401.
- Miculic, P., Emersic, D., & Markovic, G. (2010). Reliability and discriminative ability of a modified Wingate rowing test in 12- to 18-year-old rowers. *Journal of Sports Sciences* 28, 1409-1414.
- Miculic, P., Ruzic, L., & Markovic, G. (2009). Evaluation of specific anaerobic power in 12-14 year old male rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 662-666.
- Miculic, P., & Ruzic, L. (2008). Predicting the 1000m rowing ergometer performance in 12-13-year-old performance: the basis for selection process? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 218-226.
- Roth, W., Hasart, E., Wolf, W., & Pansold, B. (1983). Untersuchungen zur Dynamic der Energiebereitstellung während maximaler Mittelzeitausdauerbelastung. *Medizine U. Sports*, 23(4), 107.
- Russell, A., Le Rossignol, P., & Sparrow, W. (1998). Prediction of elite schoolboy 2000m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *Journal of Sports Science*, 16, 749-54.
- Riechman, S., Zoeller, R., Balasekaram, G., Goss, F., & Rodertson, R. (2002). Prediction of 2000m indoor rowing performance using a 30s sprint and maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Science*, 20, 681-687.
- Secher, N. (1993). Physiological and biomechanical aspects of rowing. *Sports Medicine*, 15, 24-42.
- Soper, C., & Hume, P. (2004). Reliability of power output during rowing changes with ergometer type and race distance. *Sports Biomechanics*, 3, 237-248.
- Steinacker, J. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 14(Suppl 1), 3-10.
- Steinacker, J., Marx T., Marx U., & Lormes, W. (1986). Oxygen consumption and metabolic strain in rowing. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(3), 240-247.
- Shimoda, M., Fukunaga, T., Higuchi M., & Kawakami, Y. (2009). Stroke power consistency and 2000m rowing performance in varsity rowers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 83-86.
- Veloso, A. Simoes, M., & Armada-da-Silva, P. Relationship between mechanical power during maximal strokes and 2000m indoor rowing performance. In: *Proceedings of the 11th Annual Congress of the ECSS*, Lausanne/Switzerland, 2006.
- Vogler, A., Rice, A., & Withers, R. (2007). Physiological responses to exercise on different models of the Concept II rowing ergometer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 360-370.
- Weber, C., & Schneider, D. (2001). Reliability of MAOD measured at 110% and 120% of peak oxygen uptake for cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1056-1059.
- Yoshiga, C. & Higuchi, M. (2003). Rowing performance of female and male rowers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13, 317-321.
- Yoshiga, C., Yashiro, K., Higuchi, M., & Oka, J. (2002). Rowing prevents muscle wasting in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 1-4.
- Zafeiridis, A., Dalamitros, A., Dipla, K., Manou, V., Galanis, N., & Kellis, Sp. (2005). Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens and men. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 37(3), 505-512.