



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

**Η επίδραση του ρυθμού και της αγωνιστικής τακτικής στα
φυσιολογικά και κινητικά χαρακτηριστικά κατά την
κωπηλατοεργομέτρηση 2 Km**

Δημακοπούλου Ελένη

Διδακτορική Διατριβή
ΠΕΔΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΕΙΔΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΚΩΠΗΛΑΣΙΑΣ

Απρίλιος 2016

© Copyright
Δημακοπούλου Ελένη
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα (Times New Roman 12 στο κέντρο)

Μέλη της Συμβουλευτικής

Πλατάνου Θεόδωρος
Ομότιμος Καθηγητής

Χαιροπούλου Χρυσούλα
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Βογιατζής Ιωάννης
Αναπληρωτής Καθηγητής



ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Της Ελένης Δημακοπούλου

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 29/1/2016 για την κρίση και αξιολόγηση της διδακτορικής διατριβής της κ. **Ελένης Δημακοπούλου** με τίτλο: «Η επίδραση του ρυθμού και της αγωνιστικής τακτικής στα φυσιολογικά και κινητικά χαρακτηριστικά κατά την κωπηλατοεργομέτρηση 2km» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Θ. Πλατάνου** Ομότιμο Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Ν. Γελαδά** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Κ. Μπουρντόλο** Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Χ. Χαιροπούλου** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Ε. Σουλτανάκη** Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Ι. Βογιατζή** Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Α. Τουμπέκη** Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 8/4/2016 ημέρα Παρασκευή και ώρα 13:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται και βαθμολογείται ως ...*πολύ...καλά*

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Θ. Πλατάνου, Ομότιμος Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Ν. Γελαδάς, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Κ. Μπουρντόλος, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Χ. Χαιροπούλου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Ε. Σουλτανάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Ι. Βογιατζής, Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Α. Τουμπέκης, Επίκουρος Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών 

Ευχαριστίες

Η συμμετοχή μου στο Διδακτορικό Κύκλο Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού αποτέλεσε για μένα ιδιαίτερη τιμή και χαρά. Η παρούσα διδακτορική διατριβή αποτελεί συνέχεια ενός ερευνητικού προβληματισμού που ξεκίνησε ήδη από την εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Για το λόγο αυτό οφείλω να ευχαριστήσω κατ' αρχήν τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Πλατάνου Θεόδωρο, Καθηγητή της ΣΕΦΑΑ Αθηνών του Καποδιστριακού Πανεπιστημίου, για την καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της παρούσας διδακτορικής διατριβής και την υποστήριξή του ηθική και ουσιαστική σε θέματα μεθοδολογίας και ανάλυσης. Θερμές ευχαριστίες οφείλω και στην κ. Χαιροπούλου Χρυσούλα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια και στον κ. Βογιατζή Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή και μέλη της τριμελούς επιτροπής, για τις πολύτιμες συμβουλές τους καθ' όλη τη διάρκεια του παρόντος πονήματος.

Θερμότατες ευχαριστίες οφείλω στον κ. Καλουπή, τέως Αναπληρωτή Καθηγητή όπου με την εμπειρία του στο άθλημα της κωπηλασίας, μου παρείχε πολύτιμες διορθώσεις και ηθική συμπαράσταση.

Ευχαριστώ τον κ. Ζαχαρόγιαννη Ηλία, Επίκουρο Καθηγητή για την καταγραφή και συλλογή των δεδομένων που ήταν μια ιδιαίτερα δύσκολη αλλά συνάμα συναρπαστική διαδικασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Μαριδάκη Μαρία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια που με ενθάρρυνε και αποτέλεσε για εμένα πηγή έμπνευσης. Δε θα έπρεπε να παραλείψω να ευχαριστήσω και τον κ. Τουμπέκη Αργύρη, Επίκουρο Καθηγητή, του οποίου η βοήθεια υπήρξε ουσιαστική για την ανάπτυξη του ερευνητικού προβληματισμού.

Επίσης αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους αθλητές, προπονητές και γονείς των αθλητών που έλαβαν μέρος αλόγγιστα σε αυτές τις μετρήσεις και τις Διοικήσεις των Κωπηλατικών Σωματείων που με προθυμία μας επέτρεψαν να διεξάγουμε τις μετρήσεις.

Τις θερμότερες ευχαριστίες αποδίδω στους γονείς μου, άγρυπνους συμπαραστάτες όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Η παρούσα διδακτορική διατριβή αφιερώνεται στην αγαπημένη μου μητέρα, που δεν πρόλαβε να δει το επιστέγασμα των χρόνων δουλειάς και αγωνίας.

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε για να εξετάσει τη σχέση του κωπηλατικού ρυθμού με τα κινητικά χαρακτηριστικά νεαρών κωπηλατών και κωπηλατριών καθώς και την επίδραση της απόστασης κωπηλάτησης και των διαφορετικών αγωνιστικών τακτικών στην απόδοση.

Στην πρώτη εργασία, το δείγμα αποτέλεσαν 36 αγόρια (15.09 ± 0.7 έτη) και 12 κορίτσια (14.9 ± 0.5 έτη) αγωνιστικού επιπέδου. Τους ζητήθηκε να κωπηλατήσουν σε εργόμετρο Concept2 την αγωνιστική απόσταση των 2km με σκοπό να πραγματοποιήσουν τον καλύτερο δυνατό χρόνο τους. Η στατιστική ανάλυση έγινε με ανάλυση διασποράς (Απονα) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και Pearson's product. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μήκος της κουπιάς (SL) στα αγόρια μειώνεται με την αύξηση του ρυθμού ($r = -0.6$, $p = 0.001$). Αντίθετα, στα κορίτσια το SL δε συσχετίζεται με το ρυθμό. Το SL συσχετίζεται με το ανάστημα και το μήκος των άνω και κάτω άκρων στα δύο φύλα. Αλλαγές παρουσιάστηκαν σε όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά ανά 500m μεταξύ των δύο φύλων. Παρατηρήθηκε ότι τα δύο φύλα, κωπηλάτησαν τα 2km με τη μέθοδο τακτικής της παραβολής.

Στη δεύτερη εργασία που είχε σκοπό να εξετάσει τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής και πώς επηρεάζουν τις κινητικές και φυσιολογικές παραμέτρους, συμμετείχαν 15 κωπηλάτες (15.37 ± 1.34 έτη, ανάστημα 175.96 ± 6.34 cm, σωματική μάζα 72.84 ± 10.13 kg). Στην πρώτη επίσκεψη υπεβλήθησαν σε σωματομετρήσεις και στη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (59.97 ± 4.86 ml·kg⁻¹·min⁻¹). Στη συνέχεια, πραγματοποίησαν προσομοιωμένο αγώνα στο Concept2 κατά βούληση (αυτοεπιλογή τακτικής, BPS) και στη συνέχεια με τρόπο αργό (SPS) και σταθερό (EPS) τα πρώτα 1000m και τα υπόλοιπα 1000m ελεύθερα. Η στατιστική ανάλυση έγινε με ανάλυση διασποράς (Απονα) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καλύτερη επίδοση στην απόσταση των 2km παρουσιάστηκε στην BPS (7:09:12min:sec:ms) συγκριτικά με την επίδοση της SPS (7:14:13 min:sec:ms) και της EPS (7:14:08 min:sec:ms). Στην τακτική BPS ο ρυθμός ήταν υψηλότερος σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους τακτικής (29.8 ± 1.3 έναντι 28.5 ± 1.4 και 28.8 ± 1.4 strokes.min⁻¹) ενώ το μήκος της κουπιάς (SL) στην ίδια τακτική ήταν μικρότερο (150.1 ± 8.8 έναντι 155.1 ± 6.7 και 152.5 ± 6.7 cm). Στα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά (H_v , F_{str} , F_{peak} , P_{str}) δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Οι σχετικές τιμές της VO_2 (ml·Kg⁻¹·min⁻¹) δε διέφεραν μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Ο πνευμονικός αερισμός (VE) ήταν υψηλός και στις τρεις μεθόδους τακτικής στα 2 km, με τη μέθοδο BPS να εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες τακτικές. Επιπλέον, η συγκέντρωση γαλακτικού κατά την αποκατάσταση δε διέφερε σημαντικά ($p = 0.308$) μεταξύ των τακτικών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η καμπύλη της κινητικής της πρόσληψης οξυγόνου ($t/1/2$) όπου δε βρέθηκε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμπεραίνουμε ότι ο ρυθμός έχει σχέση με το μήκος κουπιάς και η απόσταση κωπηλάτησης έχει επίδραση στην απόδοση στους παίδες και στις κορασίδες. Επιπρόσθετα, με τη μέθοδο τακτικής BPS, που μοιάζει με αυτή της παραβολικής τακτικής ή του αντίστροφου J, επιτυγχάνεται καλύτερη επίδοση στα 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο και φαίνεται

ως προς τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά να μην είναι λιγότερο οικονομική σε σύγκριση με την SPS και EPS. Η τακτική αυτή χρησιμοποιείται από τους περισσότερους κωπηλάτες υψηλού επιπέδου όπως έχει καταγραφεί από τους Garland (2005), Brown et al., (2010) and Muehlbauer & Melges (2011).

Λέξεις κλειδιά: τακτικές κωπηλασίας, φυσιολογικές παραμέτρους, κωπηλατικός ρυθμός, κωπηλατική τεχνική

Abstract

The effect of stroke rate and pacing on kinetic and physiological variables during 2 km rowing ergometer

Dimakopoulou Eleni, Department of Sport Science and Physical Fitness, University of Athens

The aim of the study was to investigate the relationship of stroke rate and pacing in physiological and kinetic parameters during 2 km rowing ergometer. In the first part of the study, 36 male (15.09 ± 0.7 yrs) and 12 female (14.9 ± 0.5 yrs) rowers participated in the study. Both sexes were asked to row 2 km on the Concept 2 Model D rowing ergometer at the best possible time. For the statistical analysis Anova repeated measures were used and Pearson's product. The results showed that male rowers decreased the SL in higher stroke rate ($r = -0.6$, $p = 0.001$). Strong relationship for both genders was found between SL and height and upper and lower extremities. Kinetic variables changed every 500m. Both sexes, rowed the 2km using the parabolic-shaped pacing strategy. In the second part, 15 male rowers aged 15.37 ± 1.34 yrs, height 175.96 ± 6.34 cm, body mass 72.84 ± 10.13 kg completed 3 different pacing strategies in Concept II rowing ergometer. The purpose of the study was to investigate the influence of different pacing strategies on performance and selected metabolic and kinetic parameters. Participants first performed in Concept 2 an incremental test to determine VO_{2peak} (59.97 ± 4.86 ml·kg⁻¹·min⁻¹). After a week, performed a baseline 2km ergometer rowing trial. From the baseline data (BPS), pacing strategies were developed for the first 1000m. A slow pacing strategy (SPS) 4% slower from mean velocity of BSP and an even pacing strategy (EPS) were developed. The results showed best performance time in BPS. Kinetic characteristics were found to be consisted over BPS, SPS and EPS with the exception of stroke length which was greater in SPS. No differences were found in La (mmol.l⁻¹) in recovery between pacing strategies ($p = 0.308$) No significant differences were found in metabolic parameters.

In conclusion, stroke rate has a strong relationship with stroke length (SL) and the kinetic characteristics of male and female rowers change every 500m of the race. In addition, male and female performance is different. BPS allowed rowers to cover the 2 km distance in higher stroke rate and in shorter performance time compared to SPS and EPS pacing strategies presenting same physiological responses.

Key words: pacing strategy, rowing, metabolic parameters, kinetic, stroke rate

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό επταμελούς επιτροπής.....	iv
Ευχαριστίες.....	v
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα.....	vii
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα (Abstract).....	ix
Πίνακας Περιεχομένων	x
Κατάλογος Πινάκων.....	xiv
Κατάλογος Σχημάτων.....	xv
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών.....	xvi
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 1
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος	σελ. 2
1.2. Σκοπός της εργασίας	σελ. 3
1.3. Σημασία της έρευνας.....	σελ. 4
1.4. Σχεδιασμός της έρευνας.....	σελ. 4
1.5. Διευκρίνιση όρων.....	σελ. 4
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	σελ. 6
2.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	σελ. 6
2.1.1. Ο ρόλος των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στην κωπηλατική απόδοση.....	σελ. 9
2.2. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά κωπηλατών	σελ. 10
2.2.1. Μυϊκά χαρακτηριστικά κωπηλατών	σελ. 10
2.2.2. Συμμετοχή των σχετικών μηχανισμών ενέργειας στην κωπηλασία	σελ. 11
2.2.3. Πρόσληψη οξυγόνου	σελ. 11
2.2.4. Κινητική οξυγόνου	σελ. 12
2.2.5. Πνευμονικός αερισμός	σελ. 12
2.2.6. Αναερόβιο κατώφλι.....	σελ. 13
2.2.7. Καρδιακή συχνότητα.....	σελ. 13
2.3. Κινητικά χαρακτηριστικά κωπηλατών.....	σελ. 13
2.3.1. Ο κωπηλατικός ρυθμός.....	σελ. 13
2.3.2. Κινητικές διαφορές μεταξύ ανδρών – γυναικών.....	σελ. 18
2.3.3. Η πρόβλεψη στην κωπηλατική επίδοση.....	σελ. 19
2.4. Θεωρίες τακτικής κωπηλασίας	σελ. 21
2.4.1. Γενικά.....	σελ. 21
2.4.2. Ερευνητικά υποδείγματα στην τακτική.....	σελ. 22
2.4.3. Οι μέθοδοι τακτικής κατά την αγωνιστική κωπηλασία στο νερό	σελ. 22
2.4.4. Οι μέθοδοι τακτικής σε κωπηλατοεργόμετρο	σελ. 24
2.5. Φυσιολογική βάση ρύθμισης των μεθόδων τακτικής	σελ. 24
2.6. Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Rating of perceived exertion) ή κλίμακα αντιλαμβανόμενης προσπάθειας	σελ. 25

III. ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ	σελ. 27
3.1. Περίληψη	σελ. 27
3.2. Εισαγωγή	σελ. 27
3.2.1. Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων	σελ. 29
3.2.2. Ερευνητικά ερωτήματα	σελ. 29
3.2.3. Ερευνητικές υποθέσεις	σελ. 29
3.2.4. Μεταβλητές.....	σελ. 29
3.2.4.1 Ανεξάρτητες	σελ. 29
3.2.4.2 Εξαρτημένες	σελ. 29
3.2.5. Οριοθετήσεις - Περιορισμοί	σελ. 30
3.3. Μέθοδος.....	σελ. 30
3.3.1. Δείγμα	σελ. 30
3.3.2. Χρόνος και τόπος διεξαγωγής των μετρήσεων.....	σελ. 30
3.3.3. Πρωτόκολλο	σελ. 31
3.3.4. Όργανα.....	σελ. 32
3.3.4.1 Σωματομετρήσεις	σελ. 32
3.3.4.2 Κωπηλατοεργόμετρο	σελ. 32
3.3.4.3 Weba Sport Fitro Rower.....	σελ. 33
3.3.5. Διαδικασία μετρήσεων.....	σελ. 34
3.3.5.1. Σωματομετρήσεις	σελ. 34
3.3.5.2. Λιπομέτρηση	σελ. 34
3.3.5.3. Δείκτης Μάζας Σώματος	σελ. 35
3.6. Κινητικές μετρήσεις	σελ. 35
3.6.1. Κωπηλατοεργομέτρηση	σελ. 35
3.6.2. Κινητικές μετρήσεις.....	σελ. 35
3.7. Στατιστική ανάλυση	σελ. 36
3.8. Αποτελέσματα	σελ. 37
3.8.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	σελ. 37
3.8.2. Επίδοση και κινητικά χαρακτηριστικά.....	σελ. 37
3.8.3. Συσχετίσεις χαρακτηριστικών	σελ. 38
3.8.4. Πρόβλεψη της επίδοσης	σελ. 39
3.8.4.1. Μονομεταβλητή ανάλυση	σελ. 39
3.8.4.2. Πολυμεταβλητή ανάλυση.....	σελ. 40
3.8.5. Κινητικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων ανά 500m ..	σελ. 41
3.9. Συζήτηση	σελ. 44
3.9.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων.....	σελ. 44
3.9.2. Διαφορές παιδών και κορασίδων στα ανθρωπομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά.....	σελ. 46
3.9.3. Σχέση κινητικών χαρακτηριστικών με κωπηλατικό ρυθμό	σελ. 47
3.9.4. Πρόβλεψη της επίδοσης του χρόνου 2 km	σελ. 48
3.9.5. Κινητικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων ανά 500m..	σελ. 48
3.10. Συμπεράσματα.....	σελ. 49
IV. ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ	σελ. 50
4.1. Περίληψη	σελ. 50
4.2. Εισαγωγή	σελ. 51

4.2.1. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων	σελ. 52
4.2.1.2. Ερευνητικές υποθέσεις	σελ. 52
4.2.2. Μεταβλητές	σελ. 53
4.2.2.1 Ανεξάρτητες.....	σελ. 53
4.2.2.2 Εξαρτημένες.....	σελ. 53
4.2.3. Οριοθετήσεις - Περιορισμοί.....	σελ. 53
4.3. Μέθοδος	σελ. 53
4.3.1. Δείγμα.....	σελ. 53
4.3.2. Χρόνος και τύπος διεξαγωγής των μετρήσεων	σελ. 54
4.3.3. Πρωτόκολλο	σελ. 54
4.3.3.1 Σωματομετρήσεις.....	σελ. 55
4.3.3.2 Δοκιμασία 2 km	σελ. 55
4.3.3.3 Weba Sport Fitro Rower	σελ. 55
4.3.3.4 Φορητό εργοσπιρόμετρο.....	σελ. 56
4.3.3.5 Γαλακτικό	σελ. 56
4.4. Διαδικασία μετρήσεων	σελ. 56
4.4.1. 1η επίσκεψη.....	σελ. 56
4.4.2. 2η επίσκεψη.....	σελ. 57
4.4.3. 3η και 4η επίσκεψη	σελ. 57
4.5. Στατιστική ανάλυση.....	σελ. 58
4.6. Αποτελέσματα.....	σελ. 58
4.6.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών.....	σελ. 58
4.6.2. Μέγιστη κατανάλωση O ₂ (VO _{2peak})	σελ. 59
4.6.3. Συνολικοί χρόνοι των τριών μεθόδων τακτικής των κωπηλατών	σελ. 59
4.6.4. Κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής 2km.....	σελ. 60
4.6.5. Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Rating of Perceived Exertion)	σελ. 61
4.6.6. Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής στα δύο πρώτα 500 m	σελ. 61
4.6.7. Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων στη διάρκεια των τριών μεθόδων τακτικής στα δύο πρώτα 500 m.....	σελ. 62
4.6.8. Επίδοση, κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής ανά 1 km.....	σελ. 63
4.6.8.1. Διαφορές μεταξύ πρώτων και δεύτερων 1 km σε κάθε τακτική.....	σελ. 64
4.6.8.2. Διαφορές μεταξύ των τακτικών στα πρώτα και δεύτερα 1 km	σελ. 64
4.6.9. Κινητική της πρόσληψης οξυγόνου (t _{1/2}) στις τρεις μεθόδους τακτικής.....	σελ. 64
4.6.10. Πρόβλεψη της επίδοσης	σελ. 65
4.6.10.1. Μονομεταβλητή ανάλυση.....	σελ. 65
4.6.10.2. Πολυμεταβλητή ανάλυση	σελ. 66
4.7. Συζήτηση	σελ. 67
4.7.1. Αποτελέσματα επίδοσης.....	σελ. 67

4.7.2. Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής.....	σελ. 67
4.7.3. Μέγιστη κατανάλωση O_2 (VO_{2peak}).....	σελ. 68
4.7.4. Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων στη διάρκεια των τριών μεθόδων τακτικής	σελ. 69
4.8. Περιορισμοί της έρευνας.....	σελ. 72
4.9. Συμπεράσματα.....	σελ. 72
V. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 73
5.1. Συμπεράσματα.....	σελ. 73
5.2. Πρακτικές εφαρμογές.....	σελ. 75
5.3. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	σελ. 76
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.77
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	σελ. 89
7.1. Ενημέρωση δοκιμαζόμενων και έγγραφο συγκατάθεσης σε ερευνητικό πρωτόκολλο.....	σελ. 90
7.2 Γραπτή συναίνεση.....	σελ.92
7.3 Καρτέλα αθλητή.....	σελ.93
7.4 Κλίμακα Υποκειμενικής Αντίληψης της Προσπάθειας.....	σελ.94
7.5. Κωπηλατοεργομέτρηση	σελ. 95
7.6. Πίνακας πρωτογενών στοιχείων εργομετρικής αξιολόγησης	σελ. 96
7.7. Πίνακας 5.5.2.1. Correlation matrix.....	σελ. 97
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	σελ. 98
1 ^η Ερευνητική Εργασία	
Πίνακες Πρωτότυπων Δεδομένων Βασικών Μεταβλητών της πρώτης μελέτης	σελ. 98
IX. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	σελ. 111
2 ^η Ερευνητική Εργασία	
Πίνακες Πρωτότυπων Δεδομένων Βασικών Μεταβλητών της δεύτερης μελέτης	σελ.111

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων (mean ±Sd) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$	σελ. 37
Πίνακας 3.2. Επίδοση και κινητικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων (mean ±Sd) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$	σελ. 38
Πίνακας 3.3. Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης παιδών.....	σελ. 39
Πίνακας 3.4. Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης κορασίδων	σελ. 40
Πίνακας 3.5. Φορτίσεις των μεταβλητών στους παράγοντες.....	σελ. 40
Πίνακας 4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών	σελ. 59
Πίνακας 4.2. Χαρακτηριστικά των παραμέτρων της δοκιμασίας VO_{2peak} (mean±Sd)	σελ. 59
Πίνακας 4.3. Κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών δοκιμασιών (mean±Sd) στα 2km και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$	σελ. 60
Πίνακας 4.4. Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών στα δύο πρώτα 500m και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$	σελ. 61
Πίνακας 4.5. Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων ανά 500m (mean±Sd) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$	σελ. 63
Πίνακας 4.6 Επίδοση, κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών ανά 1 km	σελ. 63
Πίνακας 4.7. $VO_2 t_{1/2}/ 500m$ (mean±Sd) στις τρεις μεθόδους τακτικής.....	σελ. 65
Πίνακας 4.8. Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης	σελ. 66
Πίνακας 4.9. Φορτίσεις των μεταβλητών στον παράγοντα.....	σελ.66

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1. Κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2	31
Σχήμα 3.2. Πειραματικό πρωτόκολλο 1 ^{ης} μελέτης	32
Σχήμα 3.3. Συσχέτιση μήκους κουπιάς (SL) και ρυθμού (strokes.min ⁻¹) στους Παίιδες.....	σελ. 38
Σχήμα 3.4. Συσχέτιση ρυθμού (strokes·min ⁻¹) και παραγόμενης ισχύος (P _{str}) στις κορασίδες	σελ. 39
Σχήμα 3.5. Κωπηλατικός ρυθμός ανά 500m παιδων – κορασίδων.....	σελ. 41
Σχήμα 3.6. Διαφορές μήκους κουπιάς (SL) ανά 500m παιδων – κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές p<0.05	σελ. 42
Σχήμα 3.7. Διαφορές ανά 500m στη δύναμη ανά κουπιά (F _{str}) παιδων – κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές p<0.05	σελ. 42
Σχήμα 3.8. Διαφορές ανά 500m στη μέγιστη δύναμη (F _{peak}) παιδων κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές p<0.05	σελ. 43
Σχήμα 3.9. Διαφορές ανά 500m της παραγόμενης ισχύος (P _{str}) των παιδων κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές p<0.05	σελ. 43
Σχήμα 4.1. Πειραματικό Πρωτόκολλο 2 ^{ης} μελέτης.....	σελ. 55
Σχήμα 4.2. Γραφική αναπαράσταση της μέσης επίδοσης (sec) των 2Km	σελ. 60
Σχήμα 4.3. Κινητική οξυγόνου VO ₂ (ml·min ⁻¹) στα 2 km	σελ. 65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Σύμβολο ή Συντομογραφία	Επεξήγηση
SR	Κωπηλατικός ρυθμός
SL	Μήκος της κουπιάς
Hv	Ταχύτητα της λαβής
F_{str}	Δύναμη ανά κουπιά
F_{peak}	Μέγιστη δύναμη ανά κουπιά
P_{str}	Ισχύς ανά κουπιά
Time_{Fpeak}	Χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης
Time_{Drive}	Χρόνος φάσης τραβήγματος
F_{str}/weight	Δύναμη σε αναλογία με το σωματικό βάρος
t_{2km}	Χρόνος στην απόσταση 2km
Q1	0- 500m
Q2	500-1000m
Q3	1000-1500m
Q4	1500-2000m
BPS	Μέθοδος τακτικής αυτοεπιλογής
SPS	Μέθοδος τακτικής αργή 4%
EPS	Μέθοδος τακτικής σταθερή
V@AK	Ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι
VO_{2peak}	Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου
VE	Πνευμονικός αερισμός
VO₂	Κατανάλωση οξυγόνου
VCO₂	Όγκος διοξειδίου του άνθρακα
VE/VO₂	Αναπνευστικό ισοδύναμο για το οξυγόνο
VE/ VCO₂	Αναπνευστικό ισοδύναμο για διοξείδιο του άνθρακα
RER	Αναπνευστικό πηλίκο
HR_{peak}	Μέγιστη καρδιακή συχνότητα
HR_{mean}	Μέση καρδιακή συχνότητα
RPE	Υποκειμενική αντίληψη προσπάθειας

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κωπηλασία ιστορικά έχει τις ρίζες της στα βάθη των αιώνων και ξεκινά ως ανάγκη για μετακίνηση του ανθρώπου και των υπάρχόντων του δια μέσου της υδάτινης επιφάνειας για κοινωνικούς, εμπορικούς, πολιτισμικούς ή πολεμικούς λόγους. Ως αγωνιστική δραστηριότητα στη νεώτερη ιστορία εμφανίζεται στην Αγγλία το 1715 με τη θέσπιση αγώνων στο Λονδίνο από τον διάσημο ηθοποιό Ντόγγετ (Καλουψής, 1997). Η κωπηλασία περιλαμβανόταν στο πρόγραμμα των σύγχρονων Ολυμπιακών Αγώνων μετά την αναβίωσή τους από τον Πιέρ ντε Κουμπερτέν το 1896 στην Αθήνα (Maybery, 2002). Ωστόσο δεν πραγματοποιήθηκαν λόγω άσχημων καιρικών συνθηκών που επικράτησαν τότε στον Πειραιά. Στην Ελλάδα τα τελευταία έτη η κωπηλασία αναγνωρίζεται ως ένα από τα πιο επιτυχημένα αθλήματα, καθώς οι αθλητές της Εθνικής Ομάδας συμμετέχουν σε μεγάλες διοργανώσεις και σε όλες τις τελευταίες Ολυμπιάδες, γνωρίζοντας μεγάλες διακρίσεις.

Ο χρόνος που απαιτείται για να διανυθεί η αγωνιστική απόσταση των 2km στην κωπηλασία, είναι η απόλυτη μέτρηση που καθορίζει την απόδοση (Baudouin & Hawkins, 2004). Ο χρόνος που απαιτείται για να καλυφθεί η απόσταση αυτή ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του πληρώματος και τον τύπο της λέμβου κυμαίνεται από 5.19-6.43 min σε άνδρες κωπηλάτες. Οι γυναίκες κωπηλάτριες συγκρινόμενες με τους άνδρες χρειάζονται περίπου 10% περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσουν την ίδια απόσταση κωπηλατώντας στο νερό. Την απόσταση των 2 km στο κωπηλατοεργόμετρο οι γυναίκες τη διανύουν σε περισσότερο χρόνο κατά 16% σε σύγκριση με άνδρες συναθλητές τους (Yoshiga & Higuchi, 2003). Αυτό το χάσμα της αθλητικής επίδοσης, που παρατηρείται και σε άλλα αθλήματα, μειώνεται καθώς αυξάνεται ολοένα ο αριθμός των αγωνιζόμενων αθλητριών (Wilmore & Costill, 1999a). Ο κωπηλατικός ρυθμός ανάλογα με το αγώνισμα κυμαίνεται μεταξύ 32 με 40 strokes.min⁻¹ και απαιτούνται περίπου 210-230 κουπιές για να ολοκληρωθεί ο αγώνας σε άνδρες και γυναίκες κωπηλάτριες.

Η βασική κωπηλατική κίνηση απαιτεί την επαναλαμβανόμενη κατά το δυνατόν μέγιστη εφαρμογή δύναμης στη λαβή του κουπιού, με τρόπο ομαλό, όπου κάθε μεγάλη μυϊκή ομάδα συμμετέχει σε μια συγχρονισμένη κίνηση (Mazzone, 1988). Η κωπηλατική τεχνική εντάσσεται στα κυκλικά επονομαζόμενα αγωνίσματα. Το τράβηγμα είναι η κατ' εξοχήν φάση προώθησης της λέμβου και ξεκινά με την θέση αρπάγματος (είσοδος της κουτάλας του κουπιού στο νερό) όπου τα κάτω άκρα βρίσκονται σε κάμψη, ο κορμός γέρνει προς τους μηρούς και τα άνω άκρα είναι τεντωμένα προς τα εμπρός. Μετά ακολουθεί η φάση τραβήγματος όπου συντονισμένα εκτείνονται τα κάτω άκρα, ο κορμός κινείται από λίγο εμπρός προς τα πίσω από την κατακόρυφη θέση (περίπου -20° έως +20°) ενώ τα άνω άκρα από τεντωμένα που είναι στην αρχή, έλκουν τη λαβή του κουπιού μέχρι αυτό να έλθει λίγο κάτω από το στήθος. Τη φάση του τραβήγματος ακολουθεί η φάση του ξενερώματος (έξοδος της κουτάλας του κουπιού από το νερό) όπου τα κάτω άκρα έρχονται σε έκταση και τα άνω άκρα σε κάμψη. Τέλος, η επαναφορά είναι η φάση της επιστροφής από τη φάση του ξενερώματος στη θέση του αρπάγματος (Nolte, 2011).

Για την προσομοίωση της κωπηλατικής τεχνικής στην ξηρά χρησιμοποιούνται τα κωπηλατοεργόμετρα τα οποία συμβάλλουν θετικά στην αναπαραγωγή των βασικών εμβιομηχανικών και φυσιολογικών απαιτήσεων της κωπηλασίας (Hagerman & Korzeniowski, 1989). Οι προπονητές στα προπονητικά τους προγράμματα συγκαταλέγουν την άσκηση των αθλητών τους στην ξηρά στα κωπηλατοεργόμετρα σχεδόν καθημερινά (Holt et al., 2003, Ingham et al., 2002, Lamb 1989) και ιδιαίτερα το κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept 2 το οποίο είναι ένα αξιόπιστο όργανο για την παρακολούθηση της κωπηλατικής επίδοσης και για την έρευνα των παραγόντων που την επηρεάζουν (MacFarlane et al., 1997, Schabort et al., 1999, Nowicky et al., 2005). Υψηλή θετική συσχέτιση ($r=0.74$) έχει βρεθεί μεταξύ του χρόνου των 2km στο Concept2 και του χρόνου κωπηλάτησης της ίδιας απόστασης στο νερό (Soper & Hume, 2004, Ryan-Tanner et al., 1999). Επιπλέον, τα κωπηλατοεργόμετρα παρέχουν τη δυνατότητα στους αθλητές να προπονούνται σε κλειστό χώρο σε ελεγχόμενες καιρικές συνθήκες, ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες όπου οι συνθήκες προπόνησης στο νερό είναι αντίξοες. Η χρήση του κωπηλατοεργόμετρου τύπου Concept2 είναι τόσο διαδεδομένη μεταξύ των κωπηλατών καθώς και των απλών αθλουμένων όπου από το 1981 που πρωτοκατασκευάστηκε, διοργανώθηκε και το πρώτο Πρωτάθλημα «κλειστής κωπηλασίας» (δηλαδή σε αίθουσες γυμναστηρίου διοργανώνονται αγώνες κωπηλασίας σε κωπηλατοεργόμετρα). Η διοργάνωση τέτοιων αγώνων συνεχίζεται με μεγάλη επιτυχία μέχρι και σήμερα σε πολλές πόλεις του κόσμου όπως και στην Αθήνα.

Το άθλημα της κωπηλασίας είναι πολυδιάστατο καθώς υπάρχει αλληλεπίδραση πολλών παραγόντων. Στην αγωνιστική κωπηλασία για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου και της νίκης, οι σωματικοί, φυσιολογικοί και τεχνικοί παράγοντες είναι πολύ σημαντικοί. Όλοι οι παραπάνω παράγοντες πιθανόν να επηρεάζονται από το φύλο, την απόσταση κωπηλάτησης, το ρυθμό κωπηλάτησης και την τακτική. Η σωματική δομή μεταξύ των δύο φύλων είναι διαφορετική ενώ η απόσταση κωπηλάτησης μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του ρυθμού κωπηλάτησης και της ορθής τεχνικής. Επιπλέον, η τακτική που ακολουθεί ο κωπηλάτης ή το πλήρωμα μέσα στον αγώνα, μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην κατανομή των δυνάμεων και στη διατήρηση της ορθής τεχνικής για το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αρκετές έρευνες έχουν γίνει για να εξετάσουν τις διαφορές στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά της κωπηλάτησης μεταξύ των δύο φύλων, την απόσταση κωπηλάτησης ανά 500 m, των διαφόρων τακτικών και διαφορετικών ρυθμών σε αθλητές υψηλού επιπέδου και ηλικίας ανδρών και γυναικών.

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ο χρόνος στον εξομοιωμένο αγώνα των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο, είναι πιο αργός κατά 16% για τις γυναίκες έναντι των ανδρών (Yoshiga & Higuchi, 2003). Η διαφορά αυτή οφείλεται στις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των δύο φύλων τόσο στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά όσο και στην αερόβια ικανότητα. Ταυτόχρονα, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν και τα κινητικά χαρακτηριστικά. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να μελετηθούν τόσο

οι τυχόν διαφορές στα ανθρωπομετρικά όσο και στα κινητικά χαρακτηριστικά, καθώς και οι πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Ο κωπηλατικός ρυθμός έχει ιδιαίτερη σημασία στο άθλημα καθώς επηρεάζει την τεχνική και τη συμμετοχή των φυσιολογικών συστημάτων του κωπηλάτη. Ο υψηλός ή χαμηλός ρυθμός κωπηλάτησης, επηρεάζει τις κινητικές παραμέτρους, δηλ. τις εφαρμοζόμενες δυνάμεις, την παραγόμενη ισχύ, την αναλογία της φάσης τραβήγματος/επαναφοράς, το μήκος ή το τόξο της κουπιάς, και κατ'επέκταση την ταχύτητα της λέμβου. Επιπρόσθετα, ο υψηλός ή χαμηλός ρυθμός, επηρεάζει και την επιστράτευση των ενεργειακών μηχανισμών, αερόβιου ή αναερόβιου. Οι αθλητές συνηθίζουν να σταθεροποιούν ή να αλλάζουν το ρυθμό κωπηλάτησης τους κάθε 500m και 1000m. Για το λόγο αυτό, και για την καλύτερη ανάλυση των στοιχείων της αγωνιστικής απόστασης των 2 km, έχει σημασία να έχουμε δεδομένα της τεχνικής κάθε 500m και 1000m. Επιπλέον, είναι σημαντικό η τακτική που ακολουθεί ένας κωπηλάτης ή ένα πλήρωμα, αφού μπορεί να καθορίσει την κατάταξη του στον αγώνα. Έχει μεγάλη σημασία για τους προπονητές να γνωρίζουν τις φυσιολογικές και κινητικές απαιτήσεις των διαφορετικών αγωνιστικών τακτικών ώστε να μπορούν να επιλέξουν ή να σχεδιάσουν τη βέλτιστη (τακτική) για τους αθλητές τους και τα πληρώματά τους.

Επιπρόσθετα, δεν υπάρχουν επαρκή εργαστηριακά στοιχεία σχετικά με την τακτική που ακολουθούν οι κωπηλάτες αυτής της ηλικίας σε αγωνιστικές συνθήκες. Οτιδήποτε γνωρίζουμε για την τακτική των αγώνων αφορούν σε κωπηλάτες υψηλού επιπέδου. Λιγότερα στοιχεία διαθέτουμε για το πώς τα κινητικά χαρακτηριστικά νεαρών κωπηλατών συσχετίζονται με τον κωπηλατικό ρυθμό και πώς επηρεάζονται τα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά από την εφαρμογή διαφορετικών μεθόδων τακτικής.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι: 1) να καταγράψει και να συγκρίνει τα ανθρωπομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά νεαρών κωπηλατών και κωπηλατριών 2) να τα συγκρίνει ανά 500m 3) να εξετάσει την σχέση του ρυθμού κωπηλάτησης με τα κινητικά χαρακτηριστικά της κωπηλάτησης και 4) να εξετάσει την επίδραση της τακτικής του αγώνα στα φυσιολογικά και κινητικά χαρακτηριστικά της κωπηλάτησης. Συγκεκριμένα, η εργασία αυτή θα :

- συγκρίνει τα ανθρωπομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά νεαρών κωπηλατών και κωπηλατριών
- συγκρίνει τις διαφορές που παρατηρούνται σε κινητικό επίπεδο ανά 500m
- ελέγξει την σχέση των κινητικών χαρακτηριστικών με τον κωπηλατικό ρυθμό
- συγκρίνει τις διαφορές, σε επίπεδο φυσιολογίας και κινητικής, μεταξύ τριών διαφορετικών μεθόδων τακτικής του αγώνα
- συγκρίνει τις διαφορές σε επίπεδο φυσιολογίας και κινητικής στα δύο πρώτα 500m, μεταξύ τριών μεθόδων τακτικής του αγώνα
- συγκρίνει τις διαφορές σε επίπεδο φυσιολογίας και κινητικής στα πρώτα και δεύτερα 1000m, μεταξύ τριών μεθόδων τακτικής του αγώνα

1.3 Σημασία της έρευνας

Η έρευνα αυτή είναι σημαντική διότι έρχεται να καλύψει ένα επιστημονικό κενό, δεδομένου ότι υπάρχουν περιορισμένες εργασίες που να αναφέρονται στα κινητικά χαρακτηριστικά των δύο φύλων (άρρενες, θήλειες) τόσο νεαρής ηλικίας σε σχέση με τον κωπηλατικό ρυθμό. Γενικότερα η κωπηλατική τεχνική έχει άμεση σχέση με το ρυθμό κωπηλάτησης καθώς ο ρυθμός έχει βρεθεί να επηρεάζει επιμέρους στοιχεία της, όπως τις δυνάμεις που εφαρμόζονται στο σύστημα κωπηλάτης- λέμβος ή τους μοχλούς ή τα υπομόχλια. Ταυτόχρονα, οι αγωνιστικές τακτικές έχουν άμεση σχέση με τις φυσιολογικές απαιτήσεις. Επίσης, οι ελάχιστες εργασίες που υπάρχουν αναφέρονται κυρίως στις φυσιολογικές και κινητικές απαιτήσεις των διαφορετικών κωπηλατικών μεθόδων τακτικής μεγαλύτερης ηλικίας και εμπειρίας.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας μπορούν πρακτικά να βοηθήσουν τους προπονητές να σχεδιάσουν πιο αποτελεσματικά την προπόνηση των αθλητών τους, και ιδιαίτερα την προπόνηση που αφορά την τεχνική του αθλήματος. Πιο συγκεκριμένα θα μπορούν να σχεδιάσουν την προπόνηση τους προσαρμοσμένα στην ηλικία, αλλά και στο φύλο των αθλητών τους.

Επιπλέον, είναι σημαντική η πληροφόρηση που θα ληφθεί σχετικά με τις διαφορετικές τακτικές που ακολουθούνται σε αγωνιστικές συνθήκες και πώς αυτές επηρεάζουν την τελική επίδοση.

1.4 Σχεδιασμός της έρευνας

Η παρούσα ερευνητική εργασία περιλαμβάνει 2 επιμέρους μελέτες που αφορούν τα φυσιολογικά και κινητικά χαρακτηριστικά κωπηλατών/τριών της πρώτης αγωνιστικής κατηγορίας. Η 1^η πειραματική εργασία περιλαμβάνει την κινητική ανάλυση ανά 500m κατά την κωπηλατοεργομέτρηση 2km αρρένων και θηλέων. Στην 2^η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε παρεμβατικό πρωτόκολλο, με την πρώτη παρέμβαση να αφορά την ελεύθερα επιλεγόμενη κωπηλάτηση (BPS) και στη συνέχεια την εφαρμογή 2 διαφορετικών μεθόδων τακτικής (αργής SPS και σταθερής EPS) στα πρώτα 1000m στα ίδια άτομα με στόχο να διερευνηθούν παράμετροι κινητικοί καθώς και φυσιολογικοί.

1.5 Διευκρίνιση όρων

Παίδες: Αγωνιστική κατηγορία ηλικίας από 14-16 ετών.

Κορασίδες: Αγωνιστική κατηγορία ηλικίας από 14-16 ετών.

Κωπηλατοεργόμετρο: όργανο προσομοίωσης της κωπηλατικής κίνησης στη ξηρά.

Άρπαγμα: η φάση όπου ο κωπηλάτης είναι συσπειρωμένος εμπρός, τα χέρια τεντωμένα και ο κορμός γέρνει προς τους μηρούς (κάθετη είσοδος της κουτάλας του κουπιού στο νερό).

Τράβηγμα: η κύρια φάση προώθησης της λέμβου όπου τα κάτω άκρα εκτείνονται μεταφέροντας τα ισχία και τον κορμό προς τα πίσω ενώ ταυτόχρονα τα άνω άκρα έλκουν τη λαβή του κουπιού μέχρι αυτή να φτάσει κάτω από το στήθος του κωπηλάτη.

Ξενέρωμα: η φάση όπου τα κάτω άκρα είναι σε έκταση, τα άνω άκρα σε κάμψη και ο κορμός γέρνει λίγο προς τα πίσω (κάθετη έξοδος της κουτάλας του κουπιού από νερό και συστροφή αυτής στο οριζόντιο επίπεδο).

Επαναφορά: η φάση επιστροφής των μελών του σώματος από τη φάση ξενερώματος στη θέση αρπάγματος.

Κινητικά χαρακτηριστικά:

1. Stroke Rate: κωπηλατικός ρυθμός ($\text{strokes} \cdot \text{min}^{-1}$)
2. Handle Velocity: ταχύτητα της λαβής του κωπηλατοεργόμετρου ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
3. Force Per Stroke: μέσος όρος της δύναμης που εμφανίζεται σε κάθε κουπιά στη λαβή (Newton)
4. Force Peak: η μέγιστη δύναμη που εμφανίζεται στην κουπιά (Newton)
5. Fstr/weight: μέση δύναμη σε αναλογία με το σωματικό βάρος του κωπηλάτη (N/Kg)
6. Power Per Stroke: η μέση ισχύς σε κάθε ολόκληρο κύκλο κουπιάς (Watt).
7. Stroke Length: το μήκος της κουπιάς, δηλ. η απόσταση που διαγράφει η λαβή από το άρπαγμα μέχρι το ξενέρωμα (cm)
8. Normalized SL: αναλογία μήκους κουπιάς με το ανάστημα του αθλητή
9. Time to Peak Force_{Drive}: ο απαραίτητος χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης στη φάση τραβήγματος (ss:00), (δηλ. εκατοστά του δευτερολέπτου)
10. Time_{Drive} : χρόνος της φάσης τραβήγματος
11. Time Total: ο χρόνος που διαρκεί ολόκληρη η δοκιμασία (h:mm:ss:00)
12. 2km time : χρόνος στην απόσταση 2km
13. Q1: 0- 500m
14. Q2: 500-1000m
15. Q3: 1000-1500m
16. Q4:1500-2000m
17. BPS : μέθοδος τακτικής BPS (αυτοεπιλογής)
18. SPS : μέθοδος τακτικής SPS (αργή 4%)
19. EPS : μέθοδος τακτικής EPS (σταθερή)

Φυσιολογικά Χαρακτηριστικά:

1. $\text{VO}_{2\text{peak}}$:Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου ($\text{ml} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)
2. VE : πνευμονικός αερισμός ($\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$)
3. VO_2 : κατανάλωση οξυγόνου ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)
4. VCO_2 : όγκος διοξειδίου του άνθρακα ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)
5. VE/VO_2 : αναπνευστικό ισοδύναμο για το οξυγόνο
6. VE/VCO_2 : αναπνευστικό ισοδύναμο για διοξείδιο του άνθρακα
7. RER: αναπνευστικό πηλίκιο, αναλογία της αποβολής CO_2 προς την πρόσληψη O_2 ανά μονάδα χρόνου
8. V@AK : ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι (Km/h)
9. La_{peak} : Μέγιστη γαλακτική συγκέντρωση ($\text{mmol} \cdot \text{min}^{-1}$)
10. HR_{peak} : μέγιστη καρδιακή συχνότητα ($\text{beats} \cdot \text{min}^{-1}$)
11. HR_{mean} : μέση καρδιακή συχνότητα ($\text{beats} \cdot \text{min}^{-1}$)

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Το άθλημα της κωπηλασίας είναι πολυδιάστατο καθώς υπάρχει αλληλεπίδραση πολλών παραγόντων. Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την κωπηλατική επίδοση είναι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και ιδιαίτερα τα σωματικά μήκη και η σύσταση του σώματος (Slater et al., 2005). Πιο συγκεκριμένα, το ανάστημα ($r=-0.81$, $p<0.001$), το σωματικό βάρος ($r=-0.85$, $p<0.001$), και η άλιπη σωματική μάζα ($r=-0.91$, $p<0.001$) συσχετίζονται με την κωπηλατοεργομέτρηση των 2km (Yoshiga & Higuchi, 2003).

Οι κωπηλάτριες στους Ολυμπιακούς του Μόντρεαλ έδειξαν παρόμοια τάση στα φυσικά χαρακτηριστικά με αυτή των ανδρών (Hebbelink et al., 1980). Οι κωπηλάτες παρουσίαζαν μεγαλύτερες σκελετικές διαμέτρους, σωματικά μήκη και περιμέτρους στο άνω μέρος του σώματος σε σύγκριση με τις κωπηλάτριες, οι οποίες αθλήτριες συγκρινόμενες με γυναίκες μη κωπηλάτριες υπερτερούσαν στα σωματικά μήκη, διαμέτρους και περιμέτρους (Ross et al., 1982). Οι κωπηλάτες και κωπηλάτριες της ελαφράς κατηγορίας παρουσιάζουν περίμετρο και μήκος μηρού παρόμοιο με αυτό των κωπηλατών ολυμπιακού επιπέδου, προτείνοντας ότι η μυϊκή μάζα είναι σημαντική (De Rose et al., 1989).

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών έχουν μελετηθεί εκτενώς και ιδιαίτερα αυτά των κωπηλατών υψηλού αγωνιστικού επιπέδου της βαριάς κατηγορίας (Maestu & Jurimae, 2000). Από τις υπάρχουσες μελέτες γνωρίζουμε ότι είναι σημαντικό πλεονέκτημα για τους κωπηλάτες να έχουν μεγάλο σχετικά σωματικό ανάστημα (Secher, 1993, Shephard, 1998). Το σωματικό ανάστημα κωπηλατών υψηλού επιπέδου είναι άνω του 190cm και το σωματικό τους βάρος κυμαίνεται από 90-95Kg. Επιπλέον έχουν μακριά άνω και κάτω άκρα (Shephard, 1998). Ο Hahn σε μελέτη του (1990) αναφέρει ότι πιο επιτυχημένοι κωπηλάτες είναι οι ψηλοί, βαρείς και αυτοί που παρουσιάζουν χαμηλά νούμερα δερματοπτυχών. Σε άλλη εργασία από τον Hirata (1979) τονίστηκε ότι οι κωπηλάτες που κέρδισαν χρυσό μετάλλιο είναι μεγαλύτερου αναστήματος και σωματικού βάρους από το μέσο όρο εθνικού επιπέδου κωπηλατών. Ο ίδιος ερευνητής ανέφερε ότι αθλητές που κωπηλατούν σε δίκωπο, τετράκωπο, οκτάκωπο (δηλ. χρησιμοποιούν μεγάλα κουπιά) έχουν μεγαλύτερο ανάστημα και σωματικό βάρος από τους κωπηλάτες μικρών κουπιών όπως το σκιφ, διπλό σκιφ και τετραπλό σκιφ. Οι πολλά υποσχόμενοι κωπηλάτες έχουν από μικρή ηλικία μεγαλύτερο ανάστημα σε σύγκριση με το γενικό πληθυσμό και διατηρούν τη διαφορά αυτή και κατά τη διάρκεια της ενηλικίωσής τους (Malina, 1994).

Στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Κωπηλασίας Εφήβων 1997 συμμετείχαν 43 χώρες και μετρήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά 383 εφήβων (Bourgeois et al., 2000). Η ηλικία τους ήταν μεταξύ 15.1 έως 18.6 έτη με μέση ηλικία 17.8 έτη. Μετρήθηκαν το σωματικό βάρος, μήκη (ανάστημα, καθιστό ανάστημα, μήκος βραχίονα, πήχεως, άκρας χειρός, κνήμης, μηρού), 4 διάμετροι (εύρος ώμων, αμφιλαγόνια, αγκώνα, γόνατος), περιμέτρους (βραχίονα, μηρού και γαστροκνημίου) και 6 δερματοπτυχές (δικέφαλου και τρικέφαλου βραχίονα, υποωμοπλατιαίου, υπερλαγόνιου, μηριαία και κνημιαία). Οι κωπηλάτες είχαν μεγαλύτερο ανάστημα ($187.4\pm 5.8\text{cm}$) με μεγαλύτερα σωματικά μήκη, διαμέτρους

και περιμέτρους σε σύγκριση με αγόρια ίδιας χρονολογικής ηλικίας από τον γενικό πληθυσμό του Βελγίου. Επιπλέον οι έφηβοι κωπηλάτες είχαν το ίδιο ανάστημα αλλά μικρότερο σωματικό βάρος σε σύγκριση με ενήλικες κωπηλάτες της βαριάς κατηγορίας. Οι έφηβοι κωπηλάτες που κατόρθωσαν να προκριθούν στους τελικούς σε σύγκριση με τους εφήβους που δεν προκρίθηκαν στους τελικούς πλεονεκτούσαν σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ($p < 0.01$).

Ο ίδιος ερευνητής (Bourgois et al., 2001) μέτρησε 245 κωπηλάτριες που συμμετείχαν στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα κωπηλασίας Εφήβων το 1997. Η ηλικία τους ήταν 17.5 ± 0.8 έτη. Μετρήθηκαν το σωματικό βάρος, μήκη (ανάστημα, καθιστό ανάστημα, μήκος βραχίονα, πήχεως, άκρας χειρός, κνήμης, μηρού), 4 διαμέτροι (εύρος ώμων, αμφιλαγόνια, αγκώνα, γόνατος), περιμέτρους (βραχίονα, μηρού και γαστροκνήμιου) και 6 δερματοπτυχές (δικέφαλου βραχίονα, τρικέφαλου βραχίονα, υποωμοπλατιαίου, υπερλαγόνιου, μηριαία και κνημιαία). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι κωπηλάτριες έχουν μεγαλύτερο ανάστημα (174.5 ± 6.2 cm), σωματικό βάρος (69.5 ± 6.2 kg), και μεγαλύτερα σωματικά μήκη, διαμέτρους και περιμέτρους συγκρινόμενες με το γενικό πληθυσμό του Βελγίου. Επίσης, οι κωπηλάτριες της κατηγορίας σκιφ με τις κωπηλάτριες των μεγάλων κουπιών, καθώς και αυτές που προκρίθηκαν στους τελικούς με αυτές που δεν κατάφεραν να προκριθούν, διέφεραν ως προς τα σωματικά μήκη, τις περιμέτρους, διαμέτρους και το σωματικό βάρος ($p < 0.01$).

Σε έρευνα που εξετάστηκαν 575 κωπηλάτες ηλικίας από 11 έως 16 ετών μετρήθηκαν παράμετροι όπως το ανάστημα, το σωματικό βάρος και σωματικά μήκη που συμβάλλουν θετικά στη διαμόρφωση ικανοποιητικού τόξου κουπιάς. Επιπλέον υπολογίστηκε το ποσοστό του σωματικού λίπους και η άλιπη μάζα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κωπηλάτες υπερείχαν των παιδιών της αντίστοιχης ηλικίας γενικού πληθυσμού Ελληνοπαίδων σε όλες τις παραμέτρους. Επιπλέον παρατηρήθηκε αύξηση των σωματικών μηκών των κωπηλατών από την ηλικία 11 έως 15 ετών, με εξαίρεση τις ηλικίες 15-16 όπου δεν είχαν διαφορές. Με την αύξηση της ηλικίας παρατηρήθηκε αύξηση της άλιπης μάζας και μείωση του ποσοστού του σωματικού λίπους ως αποτέλεσμα της προπόνησης (Καλουψής και συν., 2004).

Σε άλλη εργασία βασισμένη στις μετρήσεις που έγιναν στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Κωπηλασίας Εφήβων 1997 υπολογίστηκαν οι σωματικές αναλογίες (Claessens et al., 2005). Με ερωτηματολόγια έγινε η συλλογή του τύπου της λέμβου που αγωνίστηκαν και της θέσης που έλαβαν στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα του 1997. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καλύτεροι κωπηλάτες έχουν μεγαλύτερο ανάστημα και σωματικά μήκη από τους κωπηλάτες που έλαβαν χαμηλότερη θέση στην κατάταξη. Οι διαφορές εκμηδενίζονταν όταν εκφράζονταν σε αναλογία με το ανάστημα. Επίσης οι κωπηλάτες που αγωνίζονταν σε λέμβους με μεγάλα κουπιά υπερείχαν στο ανάστημα και στα σωματικά μήκη των κωπηλατών που αγωνίζονταν σε λέμβους με μικρά κουπιά.

Η εργασία από τους Slater et al. (2005) εξέτασε τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά κωπηλατών και κωπηλατριών ελαφράς κατηγορίας που συμμετείχαν στο Πρωτάθλημα Κωπηλασίας της Αυστραλίας το 2003. Μετρήθηκαν το σωματικό βάρος, 8 δερματοπτυχές, 11 περίμετροι, 6 διαμέτροι και 12 σωματικά μήκη. Βρέθηκε ότι οι καλύτεροι κωπηλάτες της ελαφράς

κατηγορίας έχουν περισσότερη μυϊκή μάζα και χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους από τους λιγότερο πετυχημένους κωπηλάτες. Οι κωπηλάτες παραμένουν εξω-μεσομορφικοί ενώ οι κωπηλάτριες μεσο-εξωμορφικές. Το μικρότερο καθιστό ανάστημα αναλογικά με το ανάστημα και τα μακριά σωματικά μήκη παραμένουν χαρακτηριστικά των κωπηλατών της ελαφράς και της βαριάς κατηγορίας. Η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε ότι τα φυσικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών παρέμειναν σταθερά τις τελευταίες δύο δεκαετίες και αποτελούν βασικό συστατικό της αγωνιστικής επιτυχίας.

Οι δοκιμαζόμενες σε αυτή την εργασία των Battista et al. (2007) ήταν 90 γυναίκες ηλικίας από 18.1 έως 23.4 ετών που κωπηλατούσαν σε κολλεγιακό επίπεδο. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν το σωματικό βάρος, το ανάστημα, το καθιστό ανάστημα, το άνοιγμα των χεριών, περίμετροι και διάμετροι καθώς και οι δερματοπτυχές. Οι αρχάριες συγκρινόμενες με τις πιο έμπειρες κωπηλάτριες διέφεραν στατιστικά σημαντικά μόνο στο ανάστημα με τις κωπηλάτριες που είχαν 3 χρόνια κωπηλατική εμπειρία να υπερτερούν έναντι αυτών που είχαν από 0 έως 2 χρόνια ($p < 0.02$).

Σε εργασία που έγινε από τους Kaloupsis et al. (2008) μετρήθηκαν 509 κωπηλάτες ηλικίας από 11 μέχρι 16 ετών και κωπηλάτες εθνικού επιπέδου της ελαφράς και βαριάς κατηγορίας. Οι κωπηλάτες ηλικίας 15 και 16 ετών είχαν το ίδιο ανάστημα, σωματικό βάρος, μήκος άνω και κάτω άκρων με τους κωπηλάτες της ελαφράς κατηγορίας αλλά λιγότερη άλιπη σωματική μάζα. Το ποσοστό σωματικού λίπους μειωνόταν σταδιακά καθώς η ηλικία αυξάνοταν (από 22.9% σε 17.8%). Τα μικρότερα ποσοστά σωματικού λίπους παρουσιάστηκαν στην κατηγορία ελαφρών βαρών (9.6%) και στην βαριά (12.3%) κατηγορία. Επιπλέον, οι κωπηλάτες ηλικίας 11-16 ετών είχαν μεγαλύτερο ανάστημα, σωματικό βάρος και χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος από παιδιά γενικού πληθυσμού Ελληνοπαίδων ίδιας ηλικίας (Chiotis et al., 2002).

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας του Mikulic (2008) ήταν να αξιολογήσει 53 κωπηλάτες της Κροατίας. Οι κωπηλάτες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, η πρώτη ήταν ηλικίας 17.6 ± 0.4 έτη, η δεύτερη ηλικίας 22.16 ± 2.8 έτη, και η τρίτη 28.1 ± 3.0 έτη. Η τρίτη ομάδα είχε μεγαλύτερο ανάστημα (194.0 ± 2.7 cm) συγκρινόμενη με τη δεύτερη (188.6 ± 5.4 cm), καθώς και μεγαλύτερο σωματικό βάρος (97.2 ± 4.4 kg) και σωματικά μήκη. Η πρώτη ομάδα συγκρινόμενη με τη δεύτερη είχε μικρότερο σωματικό βάρος (86.1 ± 4.1 kg), μικρότερες περιμέτρους και χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους (12.9 ± 2.1 %).

Σε άλλη εργασία που διεξήχθη στην Αυστραλία με χρήση τρισδιάστατης ανάλυσης των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών μετρήθηκαν 666 κωπηλάτες (339 άνδρες και 327 γυναίκες). Κατόπιν τους συνέκριναν με το γενικό πληθυσμό. Οι κωπηλάτριες ελαφράς κατηγορίας είχαν αναλογικά μικρότερα ισχία, και σε απόλυτες τιμές μακρύτερα άνω και κάτω άκρα συγκρινόμενες με γυναίκες της ίδιας ηλικίας. Οι κωπηλάτριες της βαριάς κατηγορίας παρουσίασαν μεγάλες διαφορές στο ανάστημα, στο καθιστό ανάστημα και στο σωματικό βάρος και μέτριες διαφορές στα σωματικά μήκη και τις περιφέρειες συγκρινόμενες με τις γυναίκες του γενικού πληθυσμού. Οι κωπηλάτες ελαφράς κατηγορίας ήταν μικρότερου φυσικού μεγέθους και κατά αναλογία και σε απόλυτες τιμές από το γενικό ανδρικό πληθυσμό. Αντίστοιχα, οι κωπηλάτες της βαριάς κατηγορίας ήταν

σε απόλυτες τιμές μεγαλύτερου σωματικού μεγέθους από τους άνδρες του γενικού πληθυσμού (Schranz et al., 2010).

Επιπρόσθετα, σε άλλη εργασία από τους Arazzi et al. (2011) μετρήθηκαν 33 κωπηλάτες (19.06 ± 3.8 έτη) και 23 κωπηλάτριες (17.8 ± 4.9 έτη) εφηβικής ηλικίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο οι κωπηλάτες όσο και οι κωπηλάτριες έχουν παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά με κωπηλάτες άλλων χωρών που έχουν κερδίσει εθνικούς και διεθνείς αγώνες.

Σε άλλη πρόσφατη μελέτη του Forjasz (2011a) τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά 28 κωπηλατών (17.08 ± 0.51 έτη) και 26 κωπηλατριών (16.98 ± 0.70 έτη) που διερευνήθηκαν έδειξαν ότι οι κωπηλάτες χαρακτηρίζονται από μεγάλο σωματικό ανάστημα και βάρος με χαμηλό δείκτη μάζας σώματος. Ιδιαίτερα έχουν μακρύ κορμό, μακριά άνω και κάτω άκρα, μεγάλο εύρος ώμων, στενή λεκάνη και επίπεδο στήθος. Επίσης χαρακτηρίζονται από μεγάλο μυϊκό σύστημα στα άνω και κάτω άκρα. Παράλληλα οι κωπηλάτριες παρουσίασαν παρόμοια σωματική εικόνα με τους κωπηλάτες αλλά είχαν στενούς ώμους, μεσαίου μεγέθους λεκάνη και μεσαίου μεγέθους στήθος.

Στην ερευνητική εργασία της Forjasz (2011b) που έγινε σε έφηβους κωπηλάτες ηλικίας από 16 έως 18 ετών ($n=277$) της Πολωνίας οι οποίοι συμμετείχαν ενεργά στο άθλημα της κωπηλασίας από το 1995 έως το 2005 μετρήθηκαν 31 ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Τα κύρια ευρήματα της εργασίας αυτής ήταν ότι οι κωπηλάτες χαρακτηρίζονταν από μεγάλο ανάστημα και σωματικό βάρος αλλά ταυτόχρονα είχαν λεπτόμορφη εικόνα. Επίσης παρουσίασαν μακρύ κορμό, μεγάλες περιμέτρους, μακριά άνω και κάτω άκρα, στενή λεκάνη και ώμους μέτριου πλάτους καθώς επίσης και επίπεδο στήθος.

Αυτή η εργασία αφορά τη σύγκριση υψηλού επιπέδου εφήβων κωπηλατών ($n=231$) και κωπηλατριών ($n=167$) που συμμετείχαν στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Κωπηλασίας του Πεκίνου το 2007, οι οποίοι συγκρίθηκαν με τους κωπηλάτες που συμμετείχαν το 1997 στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Εφήβων στο Βέλγιο ως προς το ανάστημα και το σωματικό βάρος. Οι κωπηλάτες και κωπηλάτριες του Πρωταθλήματος του 2007 είχαν μεγαλύτερο ανάστημα από αυτούς του 1997. Το σωματικό τους βάρος δε διέφερε. Οι κωπηλάτες/τριες που συμμετείχαν στους τελικούς υπερέιχαν ως προς το ανάστημα και το σωματικό βάρος από αυτούς που δεν προκρίθηκαν στους τελικούς. Το ίδιο ίσχυε και για τους κωπηλάτες/τριες που αγωνίζονταν με μεγάλα κουπιά έναντι αυτών που συμμετείχαν στα αγωνίσματα με μικρά κουπιά (Rakovac et al., 2011).

Οι Lawton et al. (2012) μέτρησαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματικό βάρος, ανάστημα, και 5 δερματοπτυχές) σε 26 έφηβους κωπηλάτες (8 κορίτσια, 18 αγόρια) και σε 30 κωπηλάτες ηλικίας 23- 28 ετών της βαριάς κατηγορίας (12 γυναίκες, 18 άνδρες). Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν διαφορές μεταξύ των εφήβων και των ανδρών. Αντίθετα, οι γυναίκες παρουσίασαν μεγαλύτερο σωματικό βάρος από τις νεανίδες κωπηλάτριες.

2.1.1 Ο ρόλος των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στην κωπηλατική απόδοση

Η κατανόηση της σχέσης φυσικών χαρακτηριστικών και συγκεκριμένων αθλητικών δεικτών παίζει ρόλο στην επιλογή του αθλητικού ταλέντου και στο

σχεδιασμό της προπόνησης. Το ανάστημα, η σωματική σύσταση, η σκελετική δομή, τα σωματικά μήκη και γενικά τα φυσικά χαρακτηριστικά συμβάλλουν στην απόδοση και των ανδρών και των γυναικών αθλητών (Battista, 2004).

Σε παλαιότερη εργασία διατυπώθηκε ότι το σωματικό βάρος ήταν σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης της επίδοσης καθώς και η αναλογία σωματικού βάρους/αναστήματος (Bloomfield et al., 1973).

Σε εργασία από τον Secher (1983) φαίνεται ότι οι βαρείς κωπηλάτες υπερτερούν σε απόδοση έναντι των ελαφρότερων. Υπολογίστηκε ότι για κάθε 10 κιλά αύξησης του σωματικού βάρους παρατηρείται βελτίωση της απόδοσης κατά 1,1%. Αυτό αποδίδεται στη μεγαλύτερη μυϊκή μάζα που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής ισχύος, που υπερσταθμίζει τη μεγαλύτερη αντίσταση στο νερό από την αύξηση του σωματικού βάρους (Κλεισούρας, 1997).

Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι το σωματικό βάρος είναι σημαντικός παράγοντας στα 2km σε κωπηλατοεργόμετρο ($r=-0.41$) σε σχολικού υψηλού επιπέδου κωπηλάτες, αλλά το σωματικό βάρος, το άθροισμα 8 δερματοπτυχών και το ανάστημα συνδυασμένα αντιπροσώπευαν το 68% της διακύμανσης του χρόνου των 2km (Russell et al., 1998).

Επίσης το σωματικό βάρος περιλαμβάνει και την άλιπη μάζα και το σωματικό λίπος, και η απόλυτη άλιπη μάζα είναι σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης στην κωπηλατική επίδοση (Maestu et al., 2000).

2.2 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά κωπηλατών

2.2.1 Μυϊκά χαρακτηριστικά κωπηλατών

Στην κωπηλασία οι μυϊκές ίνες βραδείας συστολής (τύπος I) και οι μυϊκές ίνες ταχείας συστολής τύπου IIa (οξειδωγλυκολυτικές) είναι εξίσου σημαντικές. Καμπήρες μύες στα χέρια όπως οι δικέφαλοι περιέχουν κυρίως μυϊκές ίνες βραδείας συστολής (50-90%) και οξειδωγλυκολυτικές ταχείας συστολής σε ποσοστό 10-30%. Εκτείνοντες μύες όπως οι τρικέφαλοι ή οι τετρακέφαλοι αποτελούνται και από τους δύο τύπους μυών και η αναλογία τους εξαρτάται από τη γενετική προδιάθεση (συνήθως το ποσοστό είναι 50-50%). Σε κωπηλάτες υψηλού αγωνιστικού επιπέδου οι εκτείνοντες μύες αποτελούνται κυρίως από οξειδωγλυκολυτικές ίνες ταχείας συστολής και λόγω του μεγάλου αριθμού τριχοειδών αγγείων που παρατηρούνται, παράγουν αερόβια ενέργεια πιο εύκολα από άλλους αθλητές. Επιπλέον οι ταχείας συστολής ίνες οξειδωγλυκολυτικού τύπου έχουν την ικανότητα να παράγουν την ίδια ισχύ με αυτές των ιών βραδείας συστολής (Nolte, 2005).

Κωπηλάτες υψηλού επιπέδου, παράγουν το 75-80% της ισχύος με τα πόδια τους και το υπόλοιπο 20-25% με τα χέρια τους. Ο κορμός δρα σταθεροποιητικά ως κρίκος μεταξύ των κάτω άκρων που ασκούν δυνάμεις στα υποπόδια, και μέχρι την τελική μεταφορά όλων των δυνάμεων δια μέσου των άνω άκρων στη λαβή του κουπιού ή κουπιών. Για μια αποδοτική κουπιά απαιτείται συνδυασμός εφαρμογής υψηλής δύναμης και ιδανικού μήκους κουπιάς (Secher & Volianitis, 2009).

Σημαντική είναι η ταχυδύναμη της συστολής της μυϊκής ομάδας του τετρακέφαλου για την ισχυρή έκταση των κάτω άκρων κατά τη φάση του τραβήγματος (Hagerman, 1984). Ωστόσο, απαιτείται μεγάλη αντοχή στη δύναμη

καθώς η εφαρμογή της δύναμης πρέπει να διατηρηθεί για 200 περίπου κουπιές με ρυθμό κουπιάς 34-38κουπιές/λεπτό σε συνθήκες αγώνα. Ο Hagerman (1984) έχει αναφέρει ότι οι βασικοί μύες που συνεισφέρουν στην κωπηλατική κίνηση αποτελούνται από μυϊκές ίνες αργής συστολής. Κωπηλάτες υψηλού επιπέδου έχουν 70% ίνες αργής συστολής στον πλατύ μηριαίο και στο δελτοειδή σε σχέση με μη αθλητές που έχουν μόλις 50% ίνες αργής συστολής (Secher, 1983).

Σε νεότερες έρευνες έχει βρεθεί υψηλή συσχέτιση μεταξύ της εγκάρσιας τομής του εκτεινόντος μυός του γόνατος ($r = .80$) και της επίδοσης στα 2km στο κωπηλατοεργόμετρο (Yashiro et al., 2003). Σε άλλη μελέτη που εξέτασε διεθνείς κωπηλάτες της βαριάς κατηγορίας βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης στα 6 Km σε κωπηλατοεργόμετρο και της περιμέτρου του βραχίονα, στήθους και μηρού (Mikulic & Ruzic, 2008). Επιπλέον στην έρευνα αυτή, η άλιπη σωματική μάζα ήταν η πιο υψηλά συσχετιζόμενη με την επίδοση στα 6 Km.

2.2.2 Συμμετοχή των σχετικών μηχανισμών ενέργειας στην κωπηλασία

Στην αγωνιστική κωπηλασία ο αναερόβιος μηχανισμός παραγωγής ενέργειας απαντάται κυρίως στην εκκίνηση και στα πρώτα μέτρα, όπου η παραγόμενη ισχύς είναι υψηλή καθώς πρέπει να υπερνικηθεί η αδράνεια της λέμβου η οποία ξεκινά από μηδενική ταχύτητα μέχρι να αναπτύξει μια σταθερή ταχύτητα, και τη συναντάμε πάλι στα τελευταία 200m πριν τον τερματισμό. Για όλη την υπόλοιπη προσπάθεια απαιτείται η συμμετοχή του αερόβιου μηχανισμού ενέργειας. Η σχετική συμμετοχή του αερόβιου μηχανισμού εκτιμάται στο 75-80% και του αναερόβιου 20-25% στην αγωνιστική κωπηλασία. (Secher & Volianitis, 2009, Secher, 1983, Hagerman, 1984).

Σε πρόσφατη σχετικά μελέτη (De Campos Mello et al., 2009) βρέθηκε ότι κατά την κωπηλασία στο νερό η αερόβια συμμετοχή ήταν 87%, 6% η αναερόβια γλυκόλυση και 7% από ATP-PCr ενώ κατά την κωπηλατοεργομέτρηση το 84% από τον αερόβιο μηχανισμό, το 7% από την αναερόβια γλυκόλυση και 9% από ATP-CPr. Σε παλαιότερη μελέτη τα αποτελέσματα έδειξαν πως η αερόβια και η αναερόβια συμμετοχή ήταν 87.7% και 12.3% αντίστοιχα (Pripstein et al., 1999).

2.2.3 Πρόσληψη οξυγόνου

Η διάσπαση της CP και ATP και η γλυκόλυση καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών δαπανών μόνο για τα πρώτα 1.5-2 min. Ο κωπηλάτης στηρίζεται κυρίως στον αερόβιο μεταβολισμό. Η αερόβια ικανότητα των κωπηλατών σχετίζεται υψηλά με αυτή άλλων αθλητών αντοχής (Saltin & Estrand, 1967). Οι τιμές της πρόσληψης οξυγόνου των κωπηλατών συνήθως εκφράζονται σε απόλυτη τιμή καθώς στο άθλημα αυτό το σωματικό βάρος υποβαστάζεται από το κάθισμα της λέμβου και μετακινείται στον οριζόντιο άξονα (Hagerman, 1984). Οι τιμές μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου για τους άνδρες της βαριάς κατηγορίας κυμαίνονται από 6 – 6.5 l·min⁻¹ VO_{2max} (Secher & Volianitis, 2009). Για τους άνδρες της ελαφράς κατηγορίας οι τιμές 5.1 l·min⁻¹ VO_{2max}. Η αερόβια ικανότητα χρησιμεύει ως δείκτης για την πρόβλεψη της απόδοσης των αθλητών σε αγωνιστικές δοκιμασίες (Ingham et al., 2002, Cosgrove et al., 1999). Παρόλο που σε απόλυτες τιμές η αερόβια ικανότητα των κωπηλατών είναι πολύ υψηλή όταν

εκφραστεί σε ml/Kg/min είναι χαμηλότερη από αυτή άλλων αθλητών αντοχής, με εξαίρεση τους κωπηλάτες της ελαφράς κατηγορίας. Αυτό οφείλεται στις μεγάλες σωματικές διαστάσεις των κωπηλατών.

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) έχει αυξηθεί κατά $3.4 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ αν και ως μέση τιμή δεν έχει αυξηθεί τα τελευταία 20 χρόνια. Κατά την αγωνιστική περίοδο παρατηρείται αύξηση $5\text{-}15 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αυξάνεται με την ηλικία, με την κωπηλατική εμπειρία και την αύξηση των χιλιομέτρων που κωπηλατούν. Πλατό της VO_{2max} έχει παρατηρηθεί σε υψηλού επιπέδου κωπηλάτες (Secher & Volianitis, 2009).

2.2.4 Κινητική οξυγόνου

Στο ξεκίνημα της άσκησης ο ρυθμός της κινητικής του οξυγόνου αντικατοπτρίζει την προσαρμογή των συστημάτων μεταφοράς και κατανάλωσης στις απαιτήσεις της άσκησης (Creary et al., 1996, Jones & Poole, 2005). Η κινητική του οξυγόνου χαρακτηρίζεται από μια διαδικασία τριών φάσεων (Burnley & Jones, 2007). Η φάση I διαρκεί 15-25 sec όπου η πρόσληψη οξυγόνου αυξάνεται απότομα ως αποτέλεσμα της αύξησης της καρδιακής παροχής και της αιματικής ροής στους πνεύμονες στο ξεκίνημα της άσκησης (αρχική « καρδιοδυναμική φάση »). Η φάση II, χαρακτηρίζεται από επιπλέον αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου, καθώς η φλεβική επαναφορά συνεχίζει να αυξάνεται και περισσότερο οξυγόνο αποδεδεσμεύεται στους λειτουργούντες μύες. Σε ασκήσεις ήπιας έντασης, η φάση II μπορεί να περιγραφεί ως μια μονο-εκθετική καμπύλη. Η κινητική του οξυγόνου στην φάση III εξαρτάται από την ένταση της άσκησης. Όταν η ένταση της άσκησης είναι ήπια, η πρόσληψη του οξυγόνου φτάνει σε σταθερή τιμή. Όταν η ένταση της άσκησης είναι υψηλή, μια δεύτερη μονοεκθετική καμπύλη αναπτύσσεται μερικά λεπτά μετά το ξεκίνημα της άσκησης και ονομάζεται αργή συνιστώσα (slow component). Ανάλογα με την ένταση της άσκησης είτε καθυστερεί την επίτευξη πλατό στην πρόσληψη οξυγόνου είτε την οδηγεί σε μέγιστα επίπεδα.

Παράγοντες που επηρεάζουν την κινητική του οξυγόνου κατά την έναρξη της άσκησης είναι η φυσική κατάσταση και η ηλικία. Οι θεωρίες σχετικά με τον μηχανισμό της κινητικής του οξυγόνου είναι δύο. Η πρώτη υποστηρίζει ότι ο ρυθμός της αύξησης της πρόσληψης οξυγόνου κατά την έναρξη της άσκησης περιορίζεται από την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου στους λειτουργούντες μύες. Η δεύτερη, αντίθετα από την πρώτη, υποστηρίζει πως ο περιοριστικός παράγοντας στην αρχική αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου είναι η αδυναμία των μυών να καταναλώσουν το προσφερόμενο οξυγόνο (Xu & Rhodes, 1999, Jones & Poole, 2005).

2.2.5 Πνευμονικός αερισμός

Στην κωπηλασία η αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου συνοδεύεται από την αύξηση του πνευμονικού αερισμού (VE). Κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής κωπηλασίας έχουν παρατηρηθεί τιμές μεγαλύτερες των $200 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ και φτάνουν ως $250\text{-}270 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Ο πνευμονικός αερισμός σε εξάλεπτη μέγιστη κωπηλατική προσπάθεια, αυξάνεται εκθετικά μέχρι το τρίτο λεπτό, ο ρυθμός αύξησης μειώνεται λίγο αλλά συνεχίζει να αυξάνεται μέχρι το τέλος της προσπάθειας

(Secher & Volianitis, 2009). Έχουν κατά καιρούς εκφραστεί διάφορες υποθέσεις για μειωμένο πνευμονικό αερισμό λόγω της κυρτής θέσης του σώματος που πιθανόν εμποδίζει την κανονική συστολή του διαφράγματος αλλά οι υψηλές τιμές δεν υποστηρίζουν αυτές τις υποθέσεις (Yoshiga & Higuchi, 2003).

2.2.6 Αναερόβιο κατώφλι

Για τον καθορισμό της κατάλληλης έντασης στην προπόνηση μεγάλων αποστάσεων στην κωπηλασία, χρησιμοποιείται το αναερόβιο κατώφλι (AK) και αντιστοιχεί στην ένταση της άσκησης που μπορεί να διατηρηθεί για 30-60 λεπτά χωρίς περαιτέρω αύξηση του γαλακτικού στο αίμα. Η μέτρηση του γαλακτικού πρέπει για τους κωπηλάτες να γίνεται σε κωπηλατοεργόμετρο και να λαμβάνονται υπόψιν οι ατομικές ιδιαιτερότητες των αθλητών (Bourgois & Vrijens, 1998). Επίσης, AK αντιστοιχεί περίπου στο 80-85% της VO_{2max} σε καλά προπονημένους κωπηλάτες (Secher, 1993, Steinacker, 1993).

Οι συγκεντρώσεις γαλακτικού των κωπηλατών είναι υψηλές μετά την προσπάθεια συγκριτικά με άλλους αθλητές αντοχής (Åstrand & Shephard, 2000). Έχουν αναφερθεί τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού $15 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ σε εθνικού επιπέδου αγώνες και $17 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ σε πρωταθλήματα της FISA (Secher & Volianitis, 2009). Ένα ακραίο παράδειγμα ανοχής στη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα, ήταν η τιμή των $32 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ σε κωπηλάτη παγκόσμιου επιπέδου που βρέθηκε μετά από αγώνες σε κωπηλατοεργόμετρα (Nielsen, 1999).

2.2.7 Καρδιακή συχνότητα

Στο άθλημα της κωπηλασίας κατά την αγωνιστική προσπάθεια η καρδιακή συχνότητα φτάνει σε μέγιστα επίπεδα. Έχουν αναφερθεί τιμές της τάξης των 190-200 παλμών/λεπτό (Hagerman, 1984) και λίγο χαμηλότερες σε παγκοσμίου επιπέδου κωπηλάτες 185 ± 3 παλμοί/λεπτό (Secher, 1983). Η καρδιακή συχνότητα στο κωπηλατοεργόμετρο ήταν χαμηλότερη σε σχέση με το τρέξιμο, για όλες τις εντάσεις σε άνδρες και γυναίκες κωπηλάτες. Πιθανόν, λόγω της καθιστής θέσης των κωπηλατών και της συμμετοχής μεγαλύτερης μυϊκής μάζας διευκολύνεται η φλεβική επαναφορά με συνέπεια τη μείωση της καρδιακής συχνότητας (Yoshiga & Higuchi, 2003).

2.3 Κινητικά χαρακτηριστικά κωπηλατών

2.3.1 Ο Κωπηλατικός ρυθμός

Ο κωπηλατικός ρυθμός κατά τη διάρκεια ενός αγώνα κωπηλασίας 2km δεν παραμένει σταθερός, αλλάζει συνεχώς και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες (Dimakoroulou & Kaloupsis 2012, Hofmijster et al., 2007). Ο ρυθμός είναι ο αριθμός των κουπιών που πραγματοποιούνται μέσα σε ένα λεπτό. Κάθε πλήρωμα έχει τον δικό του 'ιδανικό' ρυθμό απόδοσης (Soper & Hume 2004). Ο Kleshnev (2001) πραγματοποίησε ανάλυση του κωπηλατικού ρυθμού στους Ολυμπιακούς Αγώνες του Σύνδεϊ το 2000 και παρόμοια ανάλυση για τους Ολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας το 2004. Οι μετρήσεις αφορούσαν τους κωπηλάτες που κατέκτησαν μετάλλιο. Στους αγώνες του 2000 ο μέσος ρυθμός ήταν $38.07 \text{ (strokes}\cdot\text{min}^{-1})$ ενώ στους Ολυμπιακούς του 2004 ήταν 38.19. Από το 2000 έως το 2004 ο ρυθμός αυξήθηκε για τις λέμβους με μικρά κουπιά (σκιφ, διπλά σκιφ,

εκτός από το διπλό σκιφ των γυναικών και από τα μεγάλα κουπιά στις δίκωπες χωρίς πηδαλιούχο. Οι νικητές στα μεγάλα κουπιά (τετράκωπες, οκτάκωπες, όπως και στα τετραπλά σκιφ) μείωσαν λίγο το ρυθμό τα τελευταία χρόνια. Οι χρυσοί ολυμπιονίκες έχουν μεγαλύτερη διακύμανση του ρυθμού (5.1%) σε σύγκριση με τους κωπηλάτες που κέρδισαν ασημένιο (4.7%) ή χάλκινο (4.0%) μετάλλιο. Αυτό δείχνει πως οι νικητές έχουν υψηλό ρυθμό στην εκκίνηση και στον τερματισμό ενώ κατά το τέμπο του αγώνα χρησιμοποιούν χαμηλότερο ρυθμό. Κατά μέσο όρο, οι χρυσοί κωπηλάτες είχαν κατά μια κουπιά το λεπτό χαμηλότερη (37.3 strokes.min⁻¹) από τους ασημένιους (38.3 strokes.min⁻¹) και τους χάλκινους (38.2 strokes.min⁻¹) (Nolte, 2011).

Επιπλέον, η ταχύτητα της λέμβου συσχετίζεται θετικά υψηλά με το ρυθμό κουπιάς ανά λεπτό ($r=0.71$). Αυτό απλά σημαίνει ότι οι γρηγορότερες λέμβοι έχουν και υψηλό ρυθμό (strokes.min⁻¹). Κατά τη διάρκεια ενός αγώνα 2km συνήθως στην εκκίνηση και στον τερματισμό χρησιμοποιούν υψηλό ρυθμό κουπιών ενώ στο μέσο της αγωνιστικής απόστασης έχουν μεγαλύτερο μήκος κουπιάς και χαμηλότερο ρυθμό. Έγινε ανάλυση ανάλογα με τις εθνικότητες των κωπηλατών και φάνηκε ότι οι Γερμανοί και οι Άγγλοι δίνουν έμφαση στο μεγαλύτερο μήκος κουπιάς και επιλέγουν χαμηλότερο ρυθμό κουπιών ανά λεπτό. Οι Ρουμάνοι, οι Γάλλοι και οι Αμερικάνοι έχουν υψηλότερο ρυθμό κουπιών ανά λεπτό και μικρότερο μήκος κουπιάς. Οι Αυστραλοί και οι Ιταλοί διατηρούν ισορροπία μεταξύ ρυθμού κουπιών ανά λεπτό και μήκους κουπιάς (Kleshnev, 2001).

Ο ρυθμός κουπιών ανά λεπτό (strokes.min⁻¹), η δύναμη που εφαρμόζεται ανά κουπιά, η παραγόμενη ισχύς, το μήκος της κουπιάς που ορίζεται από το τόξο που διαγράφει η κουτάλα από την είσοδό της στο νερό (άρπαγμα) μέχρι την έξοδό της (ξενέρωμα), είναι σημαντικοί παράγοντες κατά την εκτέλεση της κωπηλατικής τεχνικής οι οποίοι επηρεάζουν την ταχύτητα της λέμβου και κατ' επέκταση τον τελικό χρόνο που επιτυγχάνουν στα 2km. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα σε έναν αγώνα όπως η φυσική κατάσταση του αθλητή, η εμπειρία, η προπονητική προετοιμασία, η τακτική και η στρατηγική, η ψυχολογία, ο κυματισμός, η ένταση και η κατεύθυνση του ανέμου κ.ά.

Στην ανασκόπηση αυτή θα διερευνήσουμε πώς τα κινητικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται από τις αλλαγές του ρυθμού κουπιών ανά λεπτό (strokes.min⁻¹).

Ο Kleshnev (1996) ζήτησε από 27 κωπηλάτες υψηλού επιπέδου ηλικίας (23.0±3.8 ετών, αναστήματος 1.94±0.07cm, και σωματικού βάρους 92.7±8.9 kg) να κωπηλατήσουν σε κωπηλατοεργόμετρο (IGL-1 προσομοιωτής) για ένα λεπτό με ρυθμό προπόνησης, ένα λεπτό σε ρυθμό αγώνα και ένα λεπτό σε υπομέγιστο ρυθμό. Ο μέσος ρυθμός για κάθε κομμάτι ήταν αντίστοιχα 26.0±3.2, 32.0±2.4, 36.5±2.7 (strokes.min⁻¹). Η δύναμη στη λαβή αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού ($r=0.62$, $p<0.001$). Η παραγόμενη ισχύς επίσης αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού κουπιών ανά λεπτό ($r=0.84$, $p<0.01$). Υψηλή συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της ταχύτητας της λαβής και της αύξησης των κουπιών ανά λεπτό ($r=0.78$, $p<0.001$). Το μεγαλύτερο μήκος της κουπιάς βρέθηκε μεταξύ 30-35 strokes.min⁻¹.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Mc Gregor et al. (2004) σε 10 κωπηλάτες κολεγιακού επιπέδου (22.1±2.8 έτη, 184.3±6.0cm, 77.7±9.2kg) τους ζήτησε να κωπηλατήσουν σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept2) με ρυθμό: 17-

20, 24-28 και 28-36 strokes.min⁻¹ για τέσσερα λεπτά για κάθε ρυθμό με διάλειμμα 5 λεπτών μεταξύ των δοκιμασιών. Δε βρέθηκαν σημαντικές αλλαγές στη μέγιστη δύναμη με την αύξηση του ρυθμού (strokes.min⁻¹) παρόλο που διαφάνηκε μια τάση μείωσης σε υψηλότερο ρυθμό κουπιών. Το μήκος της κουπιάς (η απόσταση που κινήθηκε η λαβή) παρέμεινε σχετικά σταθερή (από 149.4- 147.3cm). Αντίθετα η ισχύς αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά με την αύξηση των κουπιών/λεπτό (p<0.001). Επίσης παρατηρήθηκε με την αύξηση του κωπηλατικού ρυθμού (strokes.min⁻¹), μικρότερη πρόσθια περιστροφή της πυέλου στη φάση αρπάγματος, μείωση της περιστροφής οσφυϊκής μοίρας γεγονός που υποδηλώνει ότι οι κωπηλάτες χρησιμοποιούν μεγαλύτερη θωρακική κάμψη και προτεταμένη κίνηση στους ώμους για να διατηρήσουν το μήκος της κουπιάς. Επιπλέον, στη φάση του ξενερώματος πολύ κωπηλάτες αδυνατούν να πετύχουν έκταση του ποδιού.

Η ακόλουθη έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 12 αρχάριων κωπηλατών από το κολλέγιο Imperial ηλικίας 21.7±1.8 έτη, αναστήματος 1.79±0.05 (m) και σωματικού βάρους 74.4±7.0 (kg). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε κωπηλατοεργόμετρα τύπου Concept2 και στο WaterRower (UK Ltd, London, United Kingdom). Οι ρυθμοί που κωπηλάτησαν για 300 m ήταν 18-20 και 28-30 strokes.min⁻¹. Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών καταγράφηκαν η μέγιστη δύναμη, η ισχύς, το παραγόμενο έργο και το μήκος της κουπιάς (απόσταση που κινήθηκε η λαβή). Οι κωπηλάτες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω μεταβλητών στα δύο διαφορετικά εργόμετρα. Υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (p<0.001) στους διαφορετικούς κωπηλατικούς ρυθμούς στη μέγιστη δύναμη και στην ισχύ. Το μήκος της κουπιάς παρέμεινε σταθερό και στο ρυθμό των 18-20 και των 28-30 strokes.min⁻¹ (139±10cm) (Steer et al., 2006).

Οι Hofmijster et al. (2007) μέτρησαν 9 έμπειρους κωπηλάτες του σκιφ (6 άνδρες και 3 γυναίκες, κωπηλατικής εμπειρίας 5.8±3.6 έτη) σε 20, 24, 28, 32 και 36 κουπιές ανά λεπτό (strokes.min⁻¹). Η σειρά των ρυθμών ήταν τυχαία και κάτω από τις ίδιες καιρικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ισχύς που παρήγαγε ο κωπηλάτης αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού. Στον ρυθμό των 20 strokes.min⁻¹ το τόξο που διαγράφει η κουπιά είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από αυτό που διαγράφει στους άλλους ρυθμούς. Το τόξο της κουπιάς παρουσίασε μια ελαφρά μείωση με την αύξηση του ρυθμού κουπιάς χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική (20 strokes.min⁻¹: 105.4±5.83⁰, 36 strokes.min⁻¹: 100.1±5.46⁰).

Οι Dimakouroulou et al. (2007) μέτρησαν 8 έφηβους κωπηλάτες με αγωνιστική εμπειρία 5 ετών, ηλικίας 17.0±0.5 έτη, αναστήματος 180.8±3.1cm και σωματικού βάρους 76.5±3.3kg σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2 για να μελετήσουν τις διακυμάνσεις του μήκους της κουπιάς. Πραγματοποίησαν στο κωπηλατοεργόμετρο 100% προσπάθεια για 30 δευτερόλεπτα και καταγράφηκαν ο ρυθμός και η παραγόμενη ισχύς. Στην συνέχεια τους ζητήθηκε να κωπηλατήσουν στο 60, 65, 70, 75, 80, 90% της μέγιστης ισχύος για τουλάχιστον 10 σταθερές κουπιές. Το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν 2 λεπτά. Το μήκος της κουπιάς δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών εντάσεων παρόλο που παρουσίασε μια ελαφρά αυξητική τάση με

τη μείωση της έντασης (και μείωση του ρυθμού κωπηλάτησης). Συμπερασματικά, η εργασία έδειξε ότι τα σωματικά μήκη επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της κουπιάς και ότι οι κωπηλάτες προτιμούν να κωπηλατούν με υψηλό ρυθμό ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) και να μειώνουν το μήκος της κουπιάς με την αύξηση της ισχύος.

Το 2007 (Mc Gregor et al.) μέτρησαν 12 κωπηλάτες υψηλού επιπέδου της εθνικής ομάδας της Βρετανίας σε 2 φάσεις. Οι δύο μετρήσεις απείχαν 2 έτη. Η έρευνα δεν είχε ομάδα ελέγχου. Στην τελική φάση στις μετρήσεις συμμετείχαν μόνο 7 από τους 12 κωπηλάτες (ηλικίας 25.6 ± 4.3 ετών, αναστήματος 183 ± 0.06 cm και σωματικού βάρους 75.1 ± 4.6 kg). Οι κωπηλάτες πραγματοποίησαν μια δοκιμασία αυξανόμενης έντασης και τους ζητήθηκε σε κάθε ένα από τα 5 βήματα της δοκιμασίας να διατηρήσουν αντίστοιχα τους παρακάτω ρυθμούς: 18, 20, 22, 24, 26 $\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$. Για κάθε στάδιο της δοκιμασίας καταγράφηκαν η μέγιστη δύναμη, το έργο που παρήχθη, η ισχύς και το μήκος της κουπιάς (η οριζόντια κίνηση της λαβής). Κατά τις 2 φάσεις των μετρήσεων η μέγιστη δύναμη, η ισχύς και το παραγόμενο έργο αυξήθηκαν στατιστικά σημαντικά ($p < 0.001$). Το μήκος της κουπιάς δεν παρουσίαζε μεγάλη σταθερότητα στην 1^η φάση ενώ 2 χρόνια μετά ήταν πιο σταθερό. Το μήκος της κουπιάς παρουσίασε μια αύξηση στατιστικά σημαντική ($p < 0.05$) με την αύξηση του ρυθμού ανά λεπτό. Όσον αφορά τα κινηματικά χαρακτηριστικά, βρέθηκε ότι μεγαλύτερη περιστροφή της πυέλου που συνδέεται με την κίνηση της οσφυϊκής μοίρας, παρατηρήθηκε μεταγενέστερα και δείχνει ότι η τεχνική αλλάζει με το πέρασμα του χρόνου.

Ένα διαφορετικό πρωτόκολλο εφαρμόστηκε από τους Mackenzie et al. (2008) σε 6 κωπηλάτες υψηλού επιπέδου που αγωνίζονταν σε πληρώματα με μεγάλα κουπιά. Τους ζητήθηκε να κωπηλατήσουν για μια συνεχόμενη ώρα στο ρυθμό που επιθυμούσαν. Για τους περισσότερους αθλητές οι κουπιές ανά λεπτό κυμαίνονταν μεταξύ 18-20 $\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$. Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση δύναμη παρόλο που παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση. Αντίθετα με τη δύναμη, η ισχύς παρουσίασε μια ελαφρά αύξηση που πιθανότατα να οφείλεται στις λεπτές αλλαγές στην τεχνική και στη βελτιωμένη κίνηση της οσφυοπυελικής μοίρας που είναι σημαντική στην κωπηλατική τεχνική και επίδοση (Mc Gregor et al., 2007). Το μήκος της κουπιάς παρέμεινε σταθερό μεταξύ 164-166 cm. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην περιστροφή της πυέλου, στην περιστροφή της οσφυϊκής μοίρας, ούτε στην έκταση/κάμψη του μηρού. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει αλλαγή στην τεχνική όταν κωπηλατούν σε χαμηλή ένταση και για πολλή ώρα στο εργομέτρο.

Στην τελευταία μελέτη που αφορά τον κωπηλατικό ρυθμό και πώς αυτός επηρεάζει την κωπηλατική επίδοση συμμετείχαν 17 γυναίκες κωπηλάτριες καλού αγωνιστικού επιπέδου (ένα χρόνο τουλάχιστον εμπειρία σε εθνικό επίπεδο, 15 ώρες προπόνηση/εβδομάδα) ηλικίας 22.5 ± 6.6 ετών και σωματικού βάρους 73.1 ± 6.6 kg. Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2. Οι αθλήτριες πραγματοποίησαν δοκιμασία 2km με σκοπό να κάνουν τον καλύτερο δυνατό χρόνο. Με βάση τη μέση ισχύ από την δοκιμασία των 2000m τους ζητήθηκε άλλη ημέρα να κωπηλατήσουν στο 70% της ισχύος για 3 τρίλεπτα. Οι κουπιές ανά λεπτό για την κάθε προσπάθεια ήταν 28, 34 και 40 ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) αντίστοιχα. Η ισχύς αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού. Αντίθετα το μήκος της

κουπιάς μειώθηκε στατιστικά σημαντικά με την αύξηση του ρυθμού ($p < 0.001$). Οι αθλήτριες προσάρμοζαν την τεχνική τους στους υψηλούς ρυθμούς με το να μειώνουν το μήκος της κουπιάς και αυξάνοντας την αναλογία κουπιάς με επαναφορά (Hofmijster et al., 2009).

Σε μελέτη των Pollock et al. (2012) συμμετείχαν 9 κωπηλάτριες υψηλού επιπέδου (ηλικία 25.8 ± 2.6 ετών, αναστήμα 179.2 ± 2.1 cm, σωματικό βάρος 75.8 ± 5.5 kg) με σκοπό να διερευνηθεί η σχέση των κινηματικών αλλαγών και μυϊκής δραστηριότητας (ηλεκτρομυογραφία). Οι αθλήτριες πραγματοποίησαν σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept2) δοκιμασία 2 km σε αγωνιστική ένταση. Τα κινηματικά δεδομένα και η ηλεκτρομυογραφία αναλύθηκαν στα 250m και στα 1500m. Ο χρόνος στα 2km ήταν 420 ± 11 sec, ο ρυθμός, ο χρόνος τραβήγματος και το μήκος κουπιάς δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα 250m και 1500m. Αντίθετα, η μέση ισχύς, η μέγιστη ταχύτητα στη λαβή ήταν υψηλότερη στα 250m σε σύγκριση με τα 1500m ($p < 0.05$). Στη φάση αρπάγματος, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην κάμψη του γόνατος, μεταξύ 250 και 1500m. Επίσης, δεν υπήρχε διαφορά στην έναρξη της έκτασης του κορμού. Η έναρξη τραβήγματος ήταν πιο αργή στα 1500 (περίπου 2.5%). Η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα της έκτασης του γόνατος ήταν σημαντικά λιγότερη στα 1500 μέτρα από τα 250 μέτρα ($p < 0.03$) με εξαίρεση μια κωπηλάτρια. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι ο κορμός δρα σαν λιγότερο άκαμπτος μοχλός επί του οποίου να μεταφέρονται οι δυνάμεις από τα κάτω άκρα στα άνω άκρα και τελικά στη λαβή του κουπιού.

Στην εργασία των Buckeridge et al. (2012) συμμετείχαν 22 κωπηλάτες, εκ των οποίων οι 6 ήταν αρχάριοι (ηλικίας 20.8 ± 3.1 ετών, αναστήματος 186.0 ± 7.6 cm, σωματικού βάρους 84.4 ± 6.4 kg, κωπηλατική εμπειρία < 0.5 ετών), οι 8 σωματειακού επιπέδου (ηλικίας 21.3 ± 1.5 ετών, αναστήματος 184.4 ± 6.8 cm, σωματικού βάρους 84.4 ± 6.4 kg, κωπηλατική εμπειρία < 1 έτους) και οι 8 υψηλού επιπέδου (ηλικίας 24.6 ± 4.5 ετών, αναστήματος 189.9 ± 8.5 cm, σωματικού βάρους 87.9 ± 8.5 kg, κωπηλατική εμπειρία < 3 έτους). Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν προσπάθεια σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2, τεσσάρων σταδίων με διάλειμμα 5 λεπτών ανάμεσα σε κάθε προσπάθεια. Στο πρώτο στάδιο έπρεπε να κωπηλατήσουν 4 λεπτά με $18 \text{ strokes} \cdot \text{min}^{-1}$, στο δεύτερο 4 λεπτά με $20 \text{ strokes} \cdot \text{min}^{-1}$, στο τρίτο να κάνουν 500m στον καλύτερο δυνατό χρόνο τους και στο τελευταίο να κάνουν 30 κουπιές σε μέγιστο ρυθμό και ισχύ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη δύναμη στη λαβή και η ισχύς ήταν μεγαλύτερες στους κωπηλάτες υψηλού επιπέδου σε σύγκριση με τις άλλες δυο ομάδες ($p < 0.01$). Το μήκος της κουπιάς ήταν ίδιο ανάμεσα στις τρεις ομάδες ($p = 0.64$).

Η εργασία του Cerne et al. (2013) επικεντρώνεται στις κινητικές διαφορές μεταξύ μη κωπηλατών, κωπηλατών υψηλού επιπέδου και παιδών, με τις αλλαγές του ρυθμού. Οι ρυθμοί που επιλέχθηκαν ήταν 20, 26 και $34 \text{ strokes} \cdot \text{min}^{-1}$. Οι βασικές κινητικές παράμετροι που ελέχθηκαν κατά πόσο επηρεάζονται με τις αλλαγές του ρυθμού, ήταν το μήκος της κουπιάς, η διάρκεια και η αναλογία φάσης τραβήγματος και επαναφοράς, οι εφαρμοζόμενες δυνάμεις στη λαβή και στα υποπόδια και η παραγόμενη ισχύς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μήκος της κουπιάς στους κωπηλάτες υψηλού επιπέδου είναι σταθερό και δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές του ρυθμού σε αντίθεση με τους παίδες και τους μη

κωπηλάτες, που επηρεάζεται με τις αλλαγές του ρυθμού. Η αναλογία στη φάση τραβήγματος/ επαναφοράς, οι εφαρμοζόμενες δυνάμεις, η παραγόμενη ισχύς αλλάζουν με τις αλλαγές στους ρυθμούς στους υψηλού επιπέδου αθλητές και στους παίδες. Οι μη κωπηλάτες φάνηκε να αλλάζουν το μήκος της κουπιάς τους και να διατηρούν σταθερή την αναλογία τραβήγματος/επαναφοράς, με τις αλλαγές στο ρυθμό (strokes.min⁻¹).

2.3.2 Κινητικές διαφορές μεταξύ ανδρών - γυναικών

Σε μία από τις ελάχιστες έρευνες που αφορούν διαφορές στα κινητικά χαρακτηριστικά μεταξύ γυναικών και ανδρών κωπηλατών, είναι αυτή των Ng et al. (2008) όπου 6 άνδρες και 6 γυναίκες ηλικίας 14-17 ετών κωπηλάτησαν σε Concept2 για 20 λεπτά με ρυθμό 22 strokes.min⁻¹ σε μια προσπάθεια μεγαλύτερη του 17 της κλίμακας Borg. Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλων ως προς το ρυθμό (strokes.min⁻¹) και στο μήκος της κουπιάς.

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν 10 άνδρες και 13 γυναίκες κωπηλάτες εθνικού επιπέδου με ηλικία 24.2±2.8 και 27.2±4.0 έτη, αντίστοιχα. Το ερευνητικό πρωτόκολλο περιλάμβανε τρεις κωπηλατικές δοκιμασίες σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2 που η καθεμία εκτελούνταν για 300m με διαφορετική ένταση. Οι κωπηλατικοί ρυθμοί κατά τις τρεις δοκιμασίες των 300m ήταν ίδιες και για τα δύο φύλα. Όπως αναμενόταν λόγω της διαφοράς στο σωματικό βάρος και στο ανάστημα, η καμπύλη της δύναμης διέφερε μεταξύ των ανδρών και γυναικών. Επίσης δεν υπήρξε διαφορά ως προς το μήκος της κουπιάς, το οποίο παρέμενε σταθερό παρά τις διαφορετικές εντάσεις. Η παραγόμενη ισχύς και το έργο αυξάνονταν με την αύξηση της έντασης, με τους άνδρες να υπερτερούν (p<0.001). Οι γυναίκες εμφάνισαν μεγαλύτερο μέγεθος μηριαίας κάμψης στη φάση αρπάγματος σε σχέση με τους άνδρες. Στη φάση ξενερώματος η μηριαία έκταση ήταν λιγότερη στις κωπηλάτριες (p<0.001). Οι κωπηλάτριες εμφάνισαν μεγαλύτερη πρόσθια πυελική περιστροφή στη φάση αρπάγματος σε σύγκριση με τους κωπηλάτες (p<0.05). Συμπερασματικά, υπάρχουν λεπτές διαφορές των κινηματικών χαρακτηριστικών μεταξύ των δύο φύλων (Mc Gregor et al., 2008).

Άλλη μια εργασία από τους Attenborough et al. (2012) εξετάζει τις διαφορές μεταξύ κωπηλατών και κωπηλατριών. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κωπηλατήσουν σε εργόμετρο Concept2 για 60 δευτερόλεπτα στους εξής ρυθμούς: 18, 24, 30, 36 strokes.min⁻¹ και σε αγωνιστικό ρυθμό (ρυθμό αγώνα όχι τον πιο γρήγορο που μπορούν). Η συνολική εξωτερική ενέργεια που δαπανάται σε κάθε κουπιά είναι μεγαλύτερη στους άνδρες από τις γυναίκες. Σε υψηλότερους ρυθμούς οι γυναίκες παράγουν μεγαλύτερη εξωτερική ενέργεια στη λαβή παρά στα υποπόδια, ενώ οι άνδρες παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη εφαρμογή δύναμης στη λαβή σε μέτριους ρυθμούς. Επιπλέον, οι κωπηλάτριες μείωσαν την εφαρμογή της δύναμης στις υψηλότερες ταχύτητες (8.9% μείωση) και πέτυχαν μικρή αύξηση του μήκους της κουπιάς (1.5%).

Τέλος, σε πρόσφατη εργασία από τους Ng et al. (2013) που μελέτησε 20 υγιείς άνδρες και γυναίκες κωπηλάτες σε κωπηλατοεργόμετρο. Βρέθηκε ότι οι κωπηλάτες έχουν μεγαλύτερη πυελική οπίσθια κλίση και μεγαλύτερη κάμψη στη θωρακική μοίρα από τις κωπηλάτριες (p<0.05). Οι κωπηλάτες παρουσίασαν μικρότερη φάση τραβήγματος από τις κωπηλάτριες (p<0.001).

2.3.3 Η Πρόβλεψη στην κωπηλατική επίδοση

Τα μοντέλα πρόβλεψης της αθλητικής επίδοσης αναπτύχθηκαν αρχικά για τα αθλήματα της ποδηλασίας δρόμου (Krebs et al., 1986), ποδηλασίας πίστας (Craig et al., 1993) και τους δρόμους αποστάσεων (Morgan et al., 1989) χρησιμοποιώντας ανθρωπομετρικές και μεταβολικές παραμέτρους, όπως τη σωματική μάζα, το άθροισμα των δερματοπτυχών, την πρόσληψη οξυγόνου (VO_2), την αναερόβια ικανότητα και το κατώφλι γαλακτικού οξέος.

Στο άθλημα της κωπηλασίας έχουν αναπτυχθεί μοντέλα πρόβλεψης για την κωπηλασία στην ξηρά σε κωπηλατοεργόμετρα ενώ σε μικρότερη έκταση, μοντέλα για την κωπηλασία στο νερό. Συγκεκριμένα για την κωπηλασία με τη χρήση κωπηλατοεργόμετρου, οι Russell et al. (1998) υπέθεσαν ότι ο συνδυασμός ανθρωπομετρικών, μεταβολικών και παραμέτρων δύναμης θα προέβλεπε καλύτερα το χρόνο σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept2) στα 2 km παρά αν ανέπτυξε ένα μοντέλο χωριστά από κάθε παράμετρο. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 19 αγόρια ηλικίας από 16 έως 23 ετών (18 ± 2). Μετρήθηκαν ανθρωπομετρικές παράμετροι, η μέγιστη ροπή έκτασης και κάμψης του ποδιού (τετρακεφάλου, δικεφάλου μηριαίου) με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου, η πρόσληψη οξυγόνου, η μέση ισχύς και ο χρόνος σε κωπηλατοεργομέτρηση 2km. Τα αποτελέσματα της πολλαπλής παλινδρόμησης έδειξαν ότι οι ανθρωπομετρικές μεταβλητές προβλέπουν καλύτερα ($R=0.82$) την επίδοση, με αμέσως καλύτερο μοντέλο αυτό που περιλαμβάνει τη σωματική μάζα, τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και τις δερματοπτυχές ($R=0.80$). Συμπερασματικά, η αρχική υπόθεση δεν υποστηρίχθηκε.

Σε άλλη έρευνα από τους Cosgrove et al. (1999) έγινε η προσπάθεια να αναπτυχθεί ένα μοντέλο που να προβλέπει την ταχύτητα στο εργόμετρο κατά την αγωνιστική απόσταση των 2 km στηριγμένο σε παραμέτρους της φυσιολογίας. Για το λόγο αυτό υπολογίστηκε το ποσοστό σωματικού λίπους (%), η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}), μετρήθηκε η συγκέντρωση γαλακτικού στο 1^ο, 3^ο, 5^ο min μετά την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και ο χρόνος στα 2km κωπηλατοεργομέτρησης. Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και η άλιπη σωματική μάζα (kg) είναι οι καλύτεροι παράγοντες που προβλέπουν την επίδοση στην κωπηλασία σε εργόμετρο και ότι οι κωπηλάτες θα πρέπει να αφιερώνουν χρόνο στην προπονήσή τους για τη βελτίωση αυτών των παραγόντων.

Σε εργασία που διεξήγαν οι Jurimae et al. (2000) συμμετείχαν 10 έμπειροι κωπηλάτες ηλικίας 18.9 ± 1.7 ετών. Σκοπός της εργασίας ήταν να προβλεφθεί ο χρόνος στο κωπηλατοεργόμετρο από ανθρωπομετρικές και φυσιολογικές μεταβλητές. Με τη χρήση την πολλαπλής παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο συνδυασμός ανθρωπομετρικών και φυσιολογικών μεταβλητών προβλέπουν το χρόνο επίδοσης κατά 89% ($R=0.89$).

Σε άλλη εργασία (Huang et al., 2007) συμπεριέλαβαν παραμέτρους που αφορούσαν τόσο τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά όσο και της δύναμης με την ισχύ. Πιο αναλυτικά, 10 κωπηλάτες και 7 κωπηλάτριες δοκιμάστηκαν σε κωπηλατοεργομέτρηση 2 km, στο κάθετο άλμα, στις πιέσεις ποδιών, στην ανεστραμμένη κωπηλατική και στις εκτάσεις πίσω (ραχιαίοι). Η στατιστική

ανάλυση έδειξε ότι το ανάστημα και οι πιέσεις ποδιών είναι οι πιο δυνατοί παράγοντες πρόβλεψης του χρόνου στα 2 km ($R=0.82$).

Οι μέχρι τώρα έρευνες αφορούν κυρίως εργασίες με κωπηλάτες που έχουν μακροχρόνια κωπηλατική εμπειρία και μεγαλύτερη ηλικία. Στην παρακάτω εργασία (Mikulic & Ruzic, 2008) μέσω 12 ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και 6 φυσιολογικών παραμέτρων, προσπάθησαν να προβλέψουν τον χρόνο στα 1000m κωπηλατοεργομέτρησης σε κωπηλάτες ηλικίας 12-13.09 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κωπηλάτες που είχαν μεγαλύτερο σωματικό μέγεθος και υψηλή αερόβια ικανότητα είχαν πλεονέκτημα στην αγωνιστική απόσταση των 1000m. Οι ανθρωπομετρικοί και φυσιολογικοί παράγοντες προέβλεψαν την επίδοση σε ποσοστό 85%.

Εργασία της προηγούμενης χρονιάς των Schranz et al. (2012) μελέτησε τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά 257 κωπηλατριών ηλικίας 16.3 ± 1.4 ετών και 243 κωπηλατών ηλικίας 16.6 ± 1.5 ετών που συμμετείχαν στο Αυστραλιανό Πρωτάθλημα του 2007 και 2008. Χρησιμοποίησαν την παραδοσιακή μέθοδο με το πρωτόκολλο μέτρησης ISAK, τη δυσδιάστατη και την τρισδιάστατη μέθοδο μέτρησης των φυσικών χαρακτηριστικών. Επίσης με τη χρήση ερωτηματολογίων κατέγραψαν τον καλύτερο χρόνο των αθλητών στα 2 km σε εργόμετρο. Υπήρχε συσχέτιση $r=0.73$ ($p<0.001$) του χρόνου στο κωπηλατοεργόμετρο που ανέφεραν οι κωπηλάτριες και συσχέτιση $r=0.70$ ($p<0.0001$) του χρόνου των κωπηλατών με το χρόνο που έφεραν στο νερό (χρόνος στα πρωταθλήματα). Το μοντέλο πρόβλεψης που χρησιμοποίησε τα στοιχεία της δυσδιάστατης ανάλυσης εξηγούσε για τις κωπηλάτριες το 72.3% της διακύμανσης του χρόνου στα 2km στο κωπηλατοεργόμετρο με το σωματικό όγκο, τη σωματική επιφάνεια, τη μάζα, το ανάστημα και το μήκος του κάτω άκρου να είναι τα πιο σημαντικά. Αντίστοιχα στους κωπηλάτες ο σωματικός όγκος, η επιφάνεια σώματος, το ανάστημα, το μήκος του κάτω άκρου και η μάζα να εξηγούν το 76.1% της διακύμανσης του χρόνου στην κωπηλατοεργομέτρηση των 2 km. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα και τα δυο φύλα μοιράζονται τους ίδιους σωματικούς παράγοντες πρόβλεψης και η δυσδιάστατη και τρισδιάστατη μέθοδος μέτρησης των φυσικών χαρακτηριστικών υπερτερούν της παραδοσιακής.

Η μοναδική εργασία που αξιοποιεί κινηματικά χαρακτηριστικά για την πρόβλεψη της επίδοσης στα 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο είναι αυτή των Simoes et al. (2007). Μέτρησαν 10 κωπηλάτες ηλικίας 19.9 ± 1.0 ετών σε κωπηλατοεργόμετρο Concept2 στην απόσταση των 2 km. Μετρήθηκε η δύναμη στη λαβή, η ταχύτητα και η μέση ισχύς σε κάθε κουπιά. Με βιντεοσκόπηση και με τη χρήση φωτεινών ανακλαστήρων, αναλύθηκε η γωνιακή ταχύτητα του γόνατος, του ισχίου και του αγκώνος στη φάση του αρπάγματος. Η γωνιακή ταχύτητα του γόνατος αυξήθηκε αλλά όχι στατιστικά σημαντικά κατά τη διάρκεια των 2km ενώ η γωνιακή ταχύτητα του ισχίου και του αγκώνα στη φάση του αρπάγματος δε μεταβλήθηκαν. Από τα κινηματικά και κινητικά χαρακτηριστικά και με την μέθοδο της πολλαπλής παλινδρόμησης προσπάθησαν να προβλέψουν το χρόνο στα 2 km. Φαίνεται ότι τα κινηματικά χαρακτηριστικά παίζουν σημαντικό ρόλο αλλά τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης δεν μπορούν να γενικευτούν καθώς η ανάλυση περιλάμβανε μόνο τη φάση τραβήγματος και

όχι και τη φάση του ξενερώματος, με αποτέλεσμα να μην έχει αναλυθεί ολόκληρη η κουπιά.

2.4 Θεωρίες τακτικής Κωπηλασίας

2.4.1 Γενικά

Σε πολλά ατομικά αθλήματα όπως η κολύμβηση, η ποδηλασία, η κωπηλασία και το τρέξιμο που είναι κλειστού τύπου, ο στόχος είναι να καλυφθεί μια συγκεκριμένη απόσταση σε όσο το δυνατόν πιο σύντομο χρόνο. Οι αθλητές ενσυνείδητα ή ασυνείδητα πρέπει να ρυθμίσουν το παραγόμενο έργο ή τη δαπανώμενη ενέργεια με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιήσουν την απόδοσή τους. Ως τακτική ορίζεται ακριβώς αυτή η κατανομή του συνολικού έργου ή της δαπανώμενης ενέργειας κατά τη διάρκεια μιας σωματικής δραστηριότητας (Abbiss & Laursen, 2008).

Πριν το 1993, ο ρόλος της τακτικής δεν είχε συστηματικά εκτιμηθεί ως μέσο για τη βελτίωση της απόδοσης. Η πρώτη συστηματική μελέτη που αφορούσε δρομείς έγινε από τον Robinson et al. (1958). Ο Foster et al. (1993), σε εργασία του με ποδηλάτες μέσης απόστασης, βρήκε ότι διαφορετικές τακτικές (αργή, γρήγορη ή σταθερή τακτική στην έναρξη του αγωνίσματος) επηρεάζουν τη συνολική απόδοση.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τακτική αναφέρεται κυρίως στο χρόνο ή στην ταχύτητα και όχι στο πραγματικό μηχανικό έργο ή στην παραγόμενη ισχύ (Abbiss & Laursen, 2008). Επιπλέον, η τακτική επηρεάζεται από φυσιολογικές, γνωστικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους. Όλες αυτές οι παράμετροι καθορίζουν τον τρόπο διακυβέρνησης της τακτικής από τον αθλητή. Ο Ulmer (1996) βρήκε ότι πιθανόν ο εγκέφαλος να χρησιμοποιεί μια προληπτική διαδικασία, για να καθορίσει την τακτική που θα ακολουθήσει, βασισμένη σε προηγούμενη εμπειρία, από παρόμοια σωματική δραστηριότητα. Αυτό το προϋπάρχον σχέδιο ίσως έχει προσαρμοστεί κατά τη διάρκεια της άσκησης σύμφωνα με τις πληροφορίες που λαμβάνει από τους μύες που βρίσκονται σε μυϊκό κάματο (Swart et al., 2009).

Έχουν περιγραφεί έξι διαφορετικές μέθοδοι τακτικής (Abbiss & Laursen, 2008) οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο της άσκησης και τις διαφορετικές συνθήκες και είναι οι εξής: 1) Η αρνητική (negative) παρουσιάζεται κυρίως σε αθλήματα μέσης απόστασης όπου παρουσιάζεται αύξηση της ταχύτητας ή της παραγόμενης ισχύος προς το τέλος της προσπάθειας με τη βοήθεια των αποθεμάτων του αναερόβιου μηχανισμού (Foster et al., 2004) και της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων (Tucker et al., 2004). 2) Στη θετική τακτική (positive) η ταχύτητα μειώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια του αγωνίσματος (διάρκειας 1.5-2 min). Έχει παρατηρηθεί ότι η υιοθέτηση αυτής της τακτικής οδηγεί σε αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου, μεγαλύτερη συσσώρευση των προϊόντων του μεταβολισμού της κόπωσης και σε αύξηση του δείκτη της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (Abbiss & Laursen, 2008). 3) Έχει παρατηρηθεί και η τακτική όλα-μέσα (all-out) κυρίως σε αγωνίσματα μικρής διάρκειας ($\leq 30-60$ sec) όπως τα 100m στο στίβο. 4) Οι Abbiss & Laursen (2008) περιγράφουν και τη σταθερή ή ομοιόμορφη τακτική (even) που συνήθως υιοθετείται σε αγωνίσματα μεγαλύτερης διάρκειας (>2 min). 5) Η τακτική όπου οι

αθλητές συνηθίζουν προοδευτικά να μειώνουν ταχύτητα και να αυξάνουν όσο πλησιάζουν στο τέλος της προσπάθειας, αναφέρεται ως παραβολική (parabolic, U) ή ως αντίστροφο J. Η τακτική αυτή έχει παρατηρηθεί στο άθλημα της κωπηλασίας (2km) και στα 20 km ποδηλασίας. 6) Οι αθλητές που ακολουθούν ποικίλη τακτική (varied pacing) επηρεάζονται από εξωτερικούς παράγοντες όπως γεωγραφικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες.

2.4.2 Ερευνητικά υποδείγματα στην τακτική

Στη μελέτη των τακτικών έχουν χρησιμοποιηθεί τριών τύπων ερευνητικά υποδείγματα (Lynch, 2012). Η παρατήρηση της αυτοεπιλογής μιας τακτικής είτε σε συνθήκες αγώνα είτε σε εργαστηριακό περιβάλλον. Με αυτό τον τύπο, έχουμε πληροφορίες κυρίως για τακτικές σε αγωνιστικές συνθήκες (Brown et al. 2010, Garland 2005, Muehlbauer et al., 2010, Secher 1983). Θετικό στοιχείο είναι ότι με αυτό τον τρόπο μπορεί κανείς να συμπεριλάβει μεγάλο αριθμό συμμετοχόντων. Μειονέκτημα αποτελεί το ότι δεν μπορεί κάποιος να μελετήσει φυσιολογικές παραμέτρους και το ότι η ακολουθούμενη τακτική επηρεάζεται από το πλήρωμα, τις περιβαλλοντικές συνθήκες (κατεύθυνση αέρα, κυματισμός, θερμοκρασία, υγρασία αέρα κτλ.) και τον καθαυτό ανταγωνισμό.

Οι ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες είναι άλλος ένας τρόπος μελέτης των τακτικών που ακολουθούνται από τους αθλητές. Με αυτό τον τρόπο είναι πιο εύκολο να ελεγχούν οι φυσιολογικές παράμετροι, η επίδοση και να εφαρμοστούν τακτικές διαφορετικές από αυτή της αυτοεπιλογής. Μέχρι τώρα, έχουν εφαρμοστεί τακτικές για προσπάθειες από 30 sec μέχρι 5 min (Foster 1994, Hettinga et al., 2006).

Τρίτος τρόπος μελέτης είναι η χρήση μαθηματικών μοντέλων. Τα μοντέλα αυτά προσομοιώνουν συνθήκες άσκησης, ενσωματώνουν μεταβλητές και σταθερές τόσο της παραγόμενης ισχύος όσο και της διασποράς της ισχύος. Με βάση τις προβλέψεις από τα μαθηματικά μοντέλα γίνεται σύγκριση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν σε πραγματικές συνθήκες. Το πλεονέκτημα αυτού του τρόπου μελέτης είναι ότι δεν χρειάζονται αθλητές για να εξεταστούν. Το μειονέκτημα είναι ότι συχνά στερούνται εγκυρότητας καθώς δεν μπορούν να έχουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες μιας πραγματικής αγωνιστικής προσπάθειας.

Γενικά, οι μελέτες σχετικά με τις μεθόδους τακτικής επικεντρώνονται στην παρατήρηση και υπάρχουν περιορισμένα εργαστηριακά ευρήματα και ελάχιστες μελέτες με μαθηματικά μοντέλα. Μονάχα στο άθλημα της ποδηλασίας υπάρχουν συμπεράσματα και από τα τρία είδη μελέτης (De Koning et al., 1999).

2.4.3 Οι μέθοδοι τακτικής κατά την αγωνιστική κωπηλασία στο νερό

Ο Secher (1983) πρώτος περιέγραψε την τακτική του αντίστροφου J από την ανάλυση των τελικών (1^η μέχρι 6^η θέση) των ανδρών του Παγκόσμιου Πρωταθλήματος του 1974.

Η πρώτη νεότερη καταγραφή της τακτικής στο άθλημα της κωπηλασίας έγινε από τον Kleshnev (2001). Είχε προηγηθεί μια εργασία πάνω στο θέμα 34 χρόνια νωρίτερα (Klavara, 1980). Ο Kleshnev (2001) ανέλυσε τις τακτικές που ακολούθησαν οι κωπηλάτες των Ολυμπιακών Αγώνων του Σύνδνεϋ με βάση το αγώνισμα (διπλά, δίκωπες, τετράκωπες κτλ), τον αγώνα (σειρά, ημιτελικοί,

τελικοί) και τις χώρες που συμμετείχαν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι συνολικά η τακτική που ακολουθούσαν στους τελικούς ήταν αυξημένη ταχύτητα τα πρώτα 500m, τα δεύτερα και τρίτα 500m πιο αργά και τα τελευταία 500m πιο γρήγορα. Οι κωπηλάτες που κέρδισαν μετάλλιο ήταν 0.6% πιο αργοί τα πρώτα 500m και στο ίδιο ποσοστό πιο γρήγοροι τα τελευταία 500m. Οι Γερμανοί και οι Αμερικάνοι ήταν πιο γρήγοροι τα πρώτα 500m και πιο αργοί στα τελευταία 500m, οι Ιταλοί ήταν πιο αργοί στα πρώτα 500m αλλά πιο γρήγοροι στο δεύτερο πεντακοσάρι, οι Βρετανοί ήταν πιο αργοί στα δεύτερα 500m και τέλος οι Αυστραλοί πιο αργοί στο τρίτο πεντακοσάρι.

Ο Garland (2005) ανέφερε την τακτική του αντίστροφου J βασισμένος στην παρατήρηση 1612 λέμβων στους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2000 και των Παγκοσμίων Πρωταθλημάτων του 2001 και 2002. Τα πρώτα 500m ήταν τα πιο γρήγορα (5.1 sec πιο γρήγορα από τα επόμενα), επιβράδυναν τα επόμενα 1000m και αύξησαν ταχύτητα τα τελευταία 500m. Δε βρήκε διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών. Τόσο η εργασία του Secher (1983) όσο και του Garland (2005) παρουσιάζουν περιορισμούς καθώς ο πρώτος συμπεριέλαβε στο δείγμα του μόνο τους κωπηλάτες που συμμετείχαν στον τελικό και ο δεύτερος απέκλεισε κάποιες λέμβους, συγκεκριμένα αυτές που έμειναν τελευταίες ή και πολύ πίσω από τις άλλες λέμβους.

Η εργασία του Muehlbauer et al. (2010) που είχε δεδομένα από τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2008 στο Πεκίνο, επιβεβαίωσε τα προηγούμενα αποτελέσματα των Secher (1983) και Garland (2005). Στην εργασία του συμπεριέλαβε όλα τα αγωνίσματα (σκιφ, διπλά, τετραπλά, δίκωπες, τετράκωπες και οκτάκωπο με πηδαλιούχο) ανδρών και γυναικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε όλα τα αγωνίσματα ακολούθησαν την τακτική του αντίστροφου J. Διαφορές βρέθηκαν μεταξύ ανδρών και γυναικών, με τις γυναίκες να ακολουθούν μια πιο σταθερή τακτική στα πρώτα 1500m και τα αυξάνουν ταχύτητα στα τελευταία 500m.

Σε άλλη εργασία από τον Brown et al. (2010) διερευνήθηκε αν το αγωνιστικό επίπεδο επηρεάζει την τακτική. Συγκεκριμένα, δεδομένα από 507 λέμβους συμπεριλήφθηκαν και οι κωπηλάτες χωρίστηκαν σε υψηλού αγωνιστικού επιπέδου (Παγκόσμιους & Ολυμπιακούς Αγώνες), σε εθνικού επιπέδου με θέσεις 1-5 και 7-11 (συμμετοχή στο Γαλλικό Πρωτάθλημα) και σε κωπηλάτες που είχαν θέσεις στο Γαλλικό Πρωτάθλημα από 13-17 και 19-23. Γενικά, βρέθηκε ότι η παραβολική τακτική ή το αντίστροφο J εμφανίζεται σε όλους τους κωπηλάτες με κάποιες διαφορές στους υψηλού αγωνιστικού επιπέδου αθλητές με μια τάση σε πιο σταθερή (even) τακτική και στις άλλες δύο κατηγορίες αθλητών να ακολουθούν την θετική (positive) τακτική.

Μεταγενέστερη έρευνα από τους Muehlbauer & Melges (2011) συμπεριέλαβε στην ανάλυση της τακτικής κωπηλάτες της βαριάς κατηγορίας ανδρών και γυναικών, όλων των Παγκοσμίων Πρωταθλημάτων από το 2001-2009 και της αγωνιστικής κατηγορίας του σκιφ (1X), διπλού (2X) και τετραπλού σκιφ (4X), της δικώπου άνευ πηδαλιούχου (2-) και τετράκωπου άνευ (4-) και οκτάκωπου στην προκριματικές σειρές και στους τελικούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις προκριματικές σειρές θετική τακτική (positive slope) ακολουθούνταν, σε αντίθεση με τους τελικούς που η τακτική εμφάνιζε την παραβολή (parabolic-

shape). Τα πληρώματα παρουσίαζαν αύξηση της ταχύτητας στα τελευταία 500m συγκρινόμενα με το τρίτο πεντακοσάρι. Φαίνεται ότι οι αθλητές παρακολουθούν και ρυθμίζουν τη δαπανώμενη ενέργειά τους καθ'όλη τη διάρκεια του αγώνα.

Ανάλυση των μεθόδων τακτικής που ακολούθησαν οι κωπηλάτες στους τελικούς των Ολυμπιακών Αγώνων του Λονδίνου το 2012, έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των κωπηλατών χρυσού μεταλλίου, με αυτούς που κέρδισαν ασημένιο και αυτούς που βρέθηκαν μέχρι και την 5^η θέση. Η τακτική που ακολουθούν είναι +2.5%, -1.0%, -1.3%, 0.0% (ποσοστά από τη μέση ταχύτητα του αγώνα/ 500m) (Kleshnev, 2012).

Σε ακόμη μια εργασία από τους Renfree et al., (2012) σε 4 έμπειρους κωπηλάτες που πραγματοποίησαν προσπάθεια 2 και 5 χιλιομέτρων μέγιστης προσπάθειας, βρήκαν ότι η παραγόμενη ισχύς ήταν υψηλή (25%), στο μέσο της απόστασης μειωνόταν (50%) και στο τέλος της προσπάθειας αυξανόταν (25%). Αυτό το μοτίβο ήταν παρόμοιο και στα 2 και στα 5 km και καταδεικνύει ότι οι κωπηλάτες ρυθμίζουν την προσπάθειά τους ώστε να διατηρηθεί η φυσιολογική ομοιόσταση του οργανισμού.

2.4.4 Οι μέθοδοι τακτικής σε κωπηλατοεργόμετρο

Σύμφωνα με την έρευνα του Garland (2005) δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ της κωπηλασίας στο κωπηλατοεργόμετρο και στο νερό. Μελέτησε τους χρόνους 170 κωπηλατών που συμμετείχαν στο Πρωτάθλημα Κλειστής Κωπηλασίας της Μ. Βρετανίας και βρήκε ότι η τακτική του αντίστροφου J ακολουθούνταν από τους αθλητές. Και οι Garland (2005) και Brown et al., (2010) παρατήρησαν ότι προσπαθούν να διατηρήσουν μια πιο σταθερή τακτική στο κωπηλατοεργόμετρο. Μια εξήγηση για αυτή την αγωνιστική συμπεριφορά ίσως έχει να κάνει από το γεγονός ότι δεν συναγωνίζονται άλλους κωπηλάτες αλλά τους δικούς τους προσωπικούς χρόνους και αγωνιστικούς στόχους. Την τακτική της παραβολής και ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ κωπηλασίας στο νερό και κωπηλατοεργόμετρου κατέληξαν και οι Kennedy & Bell (2003).

Σε πρόσφατη μελέτη από τον Gee et al., (2013) εξετάστηκαν 14 έμπειροι αγωνιστικά κωπηλάτες ηλικίας 22.8 (± 5.1) έτη, αναστήματος 1.86m (± 0.05), σωματικής μάζας 85.6kg (± 8.5) και με κωπηλατική εμπειρία 7.1(± 5.1) έτη. Τους ζητήθηκε να πραγματοποιήσουν τρεις προσπάθειες των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2 (Model C). Η μια προσπάθεια από την άλλη απείχαν από 3 μέχρι 7 ημέρες. Μετρήθηκε η πρόσληψη οξυγόνου, η καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των προσπαθειών. Μέτρηση του γαλακτικού έγινε αμέσως μετά το τέλος της προσπάθειας στο 1^ο, 3^ο, 5^ο και 7^ο min. Επίσης σημειώθηκε η υποκειμενική αντίληψη προσπάθειας (RPE 6-20 scale). Στην πρώτη δοκιμασία οι κωπηλάτες ακολούθησαν τη θετική τακτική (positive) με συνεχή μείωση της παραγόμενης ισχύος. Στη δεύτερη και τρίτη δοκιμασία οι κωπηλάτες προσάρμοσαν την τακτική τους, ακολουθώντας την τακτική του αντίστροφου J. Δεν υπήρξαν διαφορές στους τελικούς χρόνους μεταξύ των τριών δοκιμασιών ούτε μεταξύ των φυσιολογικών παραμέτρων. Οι κωπηλάτες αυτού του επιπέδου παρουσιάζουν σταθερότητα μεταξύ των δοκιμασιών.

2.5 Φυσιολογική βάση ρύθμισης των μεθόδων τακτικής

Υπάρχει μια διχογνωμία σχετικά με το αν ο βασικός μηχανισμός που ρυθμίζει την τακτική είναι η περιφερική κόπωση ή η κεντρική κυβερνητική θεωρία. Οι Fitts (1994), Shephard (2009) και Noakes (2011) είναι αυτοί που διεξοδικά ασχολούνται με το θέμα της ρύθμισης των μεθόδων τακτικής.

Η μυϊκή κόπωση περιγράφει την εργογενή εξασθένηση φυσιολογικών διεργασιών που μειώνουν τη μυϊκή δύναμη. Διακρίνεται σε κεντρική και περιφερική κόπωση. Η κεντρική κόπωση προκαλεί μείωση στην επιστράτευση των κινητικών μονάδων με υψηλό επίπεδο διεγερσιμότητας και μείωση στη συχνότητα πυροδότησης των ενεργών κινητικών μονάδων. Αυτά οφείλονται στην μειωμένη ικανότητα του νωτιαίου μυελού ή κινητικού φλοιού να διατηρήσει τα νευρικά ερεθίσματα στο μέγιστο ή απαιτούμενο επίπεδο. Η περιφερική κόπωση (στο επίπεδο του σκελετικού μυός) μπορεί να συμβεί λόγω διαταραχών στη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (H^+), καλίου (K^+) και ασβεστίου (Ca^{2+}), οι οποίες επηρεάζουν τη διεγερσιμότητα της κυτταροπλασματικής μεμβράνης, τους μηχανισμούς της μυϊκής σύσπασης και τον ενεργειακό μεταβολισμό. Επιπλέον οι ελεύθερες ρίζες οξυγόνου και αζώτου που παράγονται κατά την άσκηση και η αδυναμία ανασύνθεσης ATP, μπορούν να προκαλέσουν περιφερική μυϊκή κόπωση (Τσούκος και συν., 2013).

Η κεντρική κυβερνητική θεωρία είναι η επιστήμη που μελετά τους μηχανισμούς επικοινωνίας και ελέγχου των ζωντανών οργανισμών στηριζόμενη στο νευρικό σύστημα και εξετάζει τις αντιδράσεις που παρουσιάζει ο οργανισμός όταν επηρεάζεται από ορισμένες εξωτερικές συνθήκες (Ζέρβας, 1994). Συγκεκριμένα, η κεντρική κυβερνητική θεωρία υποστηρίζει ότι για να ολοκληρωθεί ένα συγκεκριμένο έργο ή προσπάθεια στον πιο σύντομο δυνατό χρόνο, το ενσωματωμένο κινητικό πρόγραμμα, λαμβάνει υπόψη του, τις ικανότητες παραγωγής ισχύος του αθλητή, την προηγούμενη εμπειρία σε παρόμοια προσπάθεια και την ανατροφοδότηση από τους κεντρικούς και περιφερικούς υποδοχείς (Joseph et al., 2008). Η κεντρική κυβερνητική είναι σχεδιασμένη ώστε να προλαμβάνει τυχόν καταστροφική διαταραχή της ομοιόστασης (Noakes et al., 2004).

Ακόμη ένα σημαντικό σημείο της θεωρίας αυτής, εκτιμάται ότι είναι η αναφορά στο τελείωμα ή χρόνο που ολοκληρώνεται η προσπάθεια. Το ονομάζουν προληπτική διαδικασία ή εσωτερική συμφωνία, και είναι σημαντική στη ρύθμιση της τακτικής. Όσο πιο εξοικειωμένος είναι ο αθλητής με την προσπάθεια που καλείται να ολοκληρώσει (μνήμη από προηγούμενη παρόμοια εμπειρία), όσο γνωρίζει το χρόνο περίπου που απαιτείται να περατώσει τη δοκιμασία, η θεωρία της κυβερνητικής υποστηρίζει ότι ο αθλητής από την έναρξη της προσπάθειας αποφασίζει και καθορίζει την απαιτούμενη παραγόμενη ισχύ ή δύναμη και τον αντιλαμβανόμενο μόχθο (St.Clait Gibson et al., 2006). Η κεντρική κυβερνητική θεωρία προσφέρει και εξήγηση στις διαφορές που υπάρχουν στην τακτική μεταξύ υψηλού και λιγότερο υψηλού επιπέδου αθλητές.

2.6 Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Rating of Perceived Exertion) ή κλίμακα αντιλαμβανόμενης προσπάθειας

Η υποκειμενική εκτίμηση της προσπάθειας σαν έλεγχος της έντασης στην άσκηση αναπτύχθηκε από τον Σουηδό ψυχολόγο Gunnar Borg (Borg, 1982).

Υπάρχει πλήθος μελετών στην περιοχή του αθλητισμού που αφορούν την κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (RPE) ή της αντιλαμβανόμενης προσπάθειας καθώς στην αθλητική απόδοση απαιτείται η πολύπλοκη αλληλεπίδραση αισθητήριων, γνωστικών και μεταβολικών διαδικασιών. Συγκεκριμένα, η αντιλαμβανόμενη προσπάθεια συμπεριλαμβάνει την συλλογική ενσωμάτωση στοιχείων (μέσω ανάδρασης από το κεντρικό νευρικό σύστημα) από το καρδιοαναπνευστικό, μεταβολικό και θερμορυθμιστικό σύστημα ώστε ο ασκούμενος να εκτιμά πόσο δύσκολη ή εύκολη είναι η σωματική δραστηριότητα που πράττει ανά κάθε χρονική στιγμή. Επιπλέον η κλίμακα αντιλαμβανόμενης προσπάθειας ρυθμίζεται από ψυχολογικούς παράγοντες (γνωστικούς, μνήμης, προηγούμενη εμπειρία, κατανόηση της εργασίας) και παράγοντες της κατάστασης (γνώση πότε τελειώνει η άσκηση, της διάρκειας, χρονικά χαρακτηριστικά της άσκησης). Ο Borg παρατήρησε ότι η εκτίμηση της προσπάθειας αλλάζει σημαντικά με την αύξηση της ηλικίας. Δημιούργησε μια κλίμακα που αποτελείται από 15 κατηγορίες από το 6 έως το 20 με βάση την αύξηση του καρδιακού ρυθμού, την πρόσληψη οξυγόνου, την παραγωγή γαλακτικού, την αύξηση του ρυθμού της αναπνοής. Η χρήση της κλίμακας της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας ή αλλιώς της αντιλαμβανόμενης προσπάθειας δεν απαιτεί εξοπλισμό, δίνει αρκετά στοιχεία για την ένταση της άσκησης και μπορεί να εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια της άσκησης χωρίς να διακοπεί αυτή και αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προσπάθειας (Eston, 2012).

Η κωπηλασία είναι ένα άθλημα υψηλής ενεργειακής πρόκλησης για ολόκληρο το ανθρώπινο σώμα καθώς εμπλέκονται σχεδόν όλες οι μυϊκές ομάδες. Είναι ένα αερόβιο άθλημα όπου απαιτείται η συμβολή και του αναερόβιου συστήματος παραγωγής ενέργειας, και οι κωπηλάτες ξεχωρίζουν για τα υψηλά ανθρωπομετρικά τους χαρακτηριστικά και τη μυϊκή τους δύναμη. Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι τα κινητικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών, επηρεάζονται από τις αλλαγές του ρυθμού ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) αλλά λιγότερη πληροφόρηση έχουμε σχετικά με μικρότερες αγωνιστικές ηλικίες και τη σχέση του με τα κινητικά χαρακτηριστικά σε προσομοιωμένες αγωνιστικές συνθήκες (2 km). Επιπλέον οι εργασίες που αφορούν τις τακτικές που ακολουθούνται στους κωπηλατικούς αγώνες είναι κυριώς μελέτες παρατήρησης και λιγότερο εργασίες με εργαστηριακά δεδομένα. Η παρούσα εργασία έρχεται να καλύψει το κενό αυτό, με σκοπό να διερευνήσει διαφορετικές τακτικές και ποια από αυτές έχει τις λιγότερες φυσιολογικές και κινητικές απαιτήσεις.

III. ΠΡΩΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι αλλαγές των κινητικών χαρακτηριστικών κωπηλατών και κωπηλατριών ανά 500m και η σχέση τους με τον κωπηλατικό ρυθμό

3.1 Περίληψη

Ο κωπηλατικός ρυθμός και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των κινητικών χαρακτηριστικών και κατ' επέκταση στην κωπηλατική τεχνική. Εντούτοις, υπάρχει ένα ερευνητικό κενό όσον αφορά τη σχέση των κινητικών χαρακτηριστικών κωπηλατών μικρής ηλικίας με τον ρυθμό σε αγωνιστικές συνθήκες και στο πώς διαμορφώνονται ανά 500m στη διάρκεια των 2km. Το δείγμα μας αποτέλεσαν 36 αγόρια (15.09 ± 0.7 έτη) και 12 κορίτσια (14.9 ± 0.5 έτη) αγωνιστικού επιπέδου. Τους ζητήθηκε να κωπηλατήσουν σε εργόμετρο τύπου Concept2 την αγωνιστική απόσταση των 2km με σκοπό να πραγματοποιήσουν τον καλύτερο δυνατό χρόνο τους. Τα κινητικά χαρακτηριστικά μετρούνταν σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας. Οι μετρούμενες μεταβλητές ήταν το μήκος της κουπιάς (SL), η δύναμη ανά κουπιά (F_{str}), η μέγιστη δύναμη (F_{peak}), η παραγόμενη ισχύς (P_{str}), ο χρόνος επίτευξης της μέγιστης δύναμης ($Time_{F_{peak}}$). Η στατιστική ανάλυση έγινε με ανάλυση διασποράς (Anova) για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και Pearson's correlation product. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μήκος της κουπιάς (SL) στα αγόρια μειώνεται με την αύξηση του ρυθμού ($r=-0.6$, $p=0.001$). Το SL συσχετίζεται με το ανάστημα ($p<0.05$) και το μήκος των άνω και κάτω άκρων στα δύο φύλα (<0.05). Αντίθετα, στα κορίτσια το SL δε συσχετίζεται με το ρυθμό. Αλλαγές παρουσιάστηκαν σε όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά ανά 500m και για τα δύο φύλα τα οποία διαφέρουν σε όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά με τα αγόρια να υπερτερούν έναντι των κοριτσιών. Παρατηρήθηκε ότι τα δύο φύλα, κωπηλάτησαν τα 2km με τη μέθοδο τακτικής της παραβολής.

3.2 Εισαγωγή

Τα φυσικά χαρακτηριστικά όπως το σωματικό μέγεθος, η σύσταση του σώματος και οι σωματικές αναλογίες είναι σημαντικοί παράγοντες της αθλητικής επίδοσης (Malina, 1995, Shephard, 1998). Τόσο οι άνδρες όσο και οι γυναίκες κωπηλάτες έχουν μεγαλύτερο ανάστημα, μεγαλύτερο σωματικό βάρος, μικρότερο πάχος δερματοπτυχών, μακρύτερα άκρα, μεγαλύτερες περιμέτρους και χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους συγκρινόμενοι με το μέσο όρο του γενικού πληθυσμού (Bourgois et al., 2000, Bourgois et al., 2001). Τα μακριά άκρα (άνω και κάτω) που χρησιμοποιούνται ως μοχλοί του σώματος, δίνουν πλεονέκτημα στους κωπηλάτες καθώς συμβάλλουν αποτελεσματικά στο μεγαλύτερο μήκος κουπιάς (Bloomfield et al., 1973, Claessens et al., 2002). Επίσης, το υψηλό σωματικό ανάστημα σε συνδυασμό με τα μακριά άνω άκρα παρέχουν στον κωπηλάτη τη δυνατότητα για μεγαλύτερο μήκος κουπιάς που συνεπάγεται και μεγαλύτερη μετατόπιση της λέμβου με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας εφόσον υπάρχει η απαιτούμενη εφαρμογή της δύναμης στη λαβή του κουπιού (Hahn, 1990). Η σπουδαιότητα του ρόλου των σωματικών μηκών επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα μιας άλλης εργασίας, όπου βρέθηκε ότι το μήκος του βραχίονα ($R^2=0.98$), του μηρού ($R^2=0.98$) και του καθιστού

αναστήματος ($R^2=0.98$) σχετίζονται σημαντικά με τα χαρακτηριστικά της κουπιάς (ρυθμό, μήκος κουπιάς) σε διαφορετικές κωπηλατικές εντάσεις (Dimakoroulou et al., 2007). Σχετικές έρευνες που αφορούν τις διαφορές στα σωματομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά νεαρών κωπηλατών και κωπηλατριών είναι περιορισμένες.

Ένα βασικό στοιχείο της κωπηλατικής τεχνικής είναι ο κωπηλατικός ρυθμός ο οποίος ανάλογα το αγώνισμα κυμαίνεται από 32 με 40 κουπιές/ λεπτό σε άνδρες και γυναίκες κωπηλάτριες. Στην εκκίνηση και στα τελευταία μέτρα παρατηρούνται οι υψηλότεροι κωπηλατικοί ρυθμοί που μπορούν να ξεπεράσουν και τις 40 κουπιές/λεπτό ανάλογα με τον τύπο της λέμβου. Η βιβλιογραφία σχετικά με τον κωπηλατικό ρυθμό είναι αρκετά εκτεταμένη και επικεντρώνεται κυρίως στο πώς ο ρυθμός επηρεάζει σημαντικά στοιχεία της τεχνικής, όπως την εφαρμοζόμενη δύναμη, την παραγόμενη ισχύ και το μήκος της κουπιάς.

Συγκεκριμένα, γνωρίζουμε από τη βιβλιογραφία ότι στους αρχάριους ή μετρίου επιπέδου κωπηλάτες, παρατηρείται συχνά μείωση της εφαρμοζόμενης δύναμης, της παραγόμενης ισχύος και του μήκους της κουπιάς με τις αλλαγές του κωπηλατικού ρυθμού. Η αύξηση του ρυθμού προκαλεί μείωση της δύναμης και της ισχύος, και συχνά μειώνεται το μήκος της κουπιάς (Steer et al., 2006, Mc Gregor et al., 2005). Σε κωπηλάτες υψηλού επιπέδου, στην κωπηλασία στο νερό παρατηρήθηκε με την αύξηση του ρυθμού, αύξηση της ισχύος και μικρή τάση μείωσης του τόξου της κουπιάς (Hofmijster et al., 2007). Σε εργασία που δημοσιεύτηκε πρόσφατα (Cerne et al., 2013) βρέθηκε ότι οι κωπηλάτες υψηλού αγωνιστικού επιπέδου έχουν σταθερή κωπηλατική τεχνική δηλ. η δύναμη τραβήγματος, το μήκος της κουπιάς, η αναλογία της φάσης τραβήγματος και επαναφοράς διατηρείται σταθερή ανεξάρτητα από την αύξηση ή μείωση του ρυθμού. Αντίθετα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά σε κωπηλάτες με μικρότερη κωπηλατική και προπονητική εμπειρία με την αύξηση του ρυθμού παρουσιάζουν και αλλαγές, κυρίως μείωση όλων των παραπάνω κινητικών χαρακτηριστικών. Οι πλειοψηφία των δημοσιευμένων εργασιών αφορά πρωτόκολλα που ελέγχουν τις προαναφερθείσες παραμέτρους σε συγκεκριμένους ρυθμούς όπως π.χ 20, 22, 24, 26, 28,30, 32, 36 και σπάνια σε συνθήκες αγωνιστικές των 2km. Επιπλέον, έχουν επικεντρωθεί στις διαφορές κωπηλατών διαφορετικού αγωνιστικού επιπέδου και λιγότερο στις τυχόν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα. Επιπρόσθετα, έχει διερευνηθεί αρκετά η σχέση του κωπηλατικού ρυθμού με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών. Όσον αφορά τη διακύμανση του ρυθμού κατά τη διάρκεια της προσπάθειας, οι αθλητές συνηθίζουν να σταθεροποιούν ή να αλλάζουν το ρυθμό κωπηλάτησής τους ή τη δαπανώμενη ενέργειά τους κάθε 500m. Για το λόγο αυτό, και για την καλύτερη ανάλυση των στοιχείων της αγωνιστικής απόστασης των 2km, η πλειοψηφία των δημοσιευμένων εργασιών, παρουσιάζουν δεδομένα κάθε 500m (Muehlbauer et al., 2010, Garland 2005, Kleshnev 2001).

Σκοπός της μελέτης ήταν: 1) η σύγκριση των ανθρωπομετρικών και κινητικών χαρακτηριστικών νεαρών κωπηλατών και κωπηλατριών 2) η σύγκριση των κινητικών χαρακτηριστικών ανά 500m στην αγωνιστική απόσταση των 2km. Επιπλέον, η εξέταση της σχέσης των κινητικών χαρακτηριστικών με τον

κωπηλατικό ρυθμό και με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά καθώς και η πρόβλεψη της επίδοσης.

3.2.1 Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων

3.2.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται για την 1^η πειραματική εργασία είναι:

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων οι οποίες να αξιολογούνται στατιστικά σημαντικές ως προς τα σωματικά μήκη και τη σωματική σύσταση;

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ παιδών και κορασίδων ως προς τα κινητικά χαρακτηριστικά (παραγόμενη ισχύ, εφαρμοζόμενη δύναμη στη λαβή, μήκος της κουπιάς, ρυθμός, χρόνος τραβήγματος);

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ παιδών και κορασίδων ως προς τα κινητικά χαρακτηριστικά ανά 500m κωπηλάτησης;

Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των κινητικών χαρακτηριστικών (μήκος κουπιάς, εφαρμοζόμενη δύναμη, παραγόμενη ισχύς, χρόνος τραβήγματος) των κωπηλατών με το ρυθμό κωπηλάτησης;

Μπορούν τα ανθρωπομετρικά και τα κινητικά χαρακτηριστικά να προβλέψουν την επίδοση των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο;

3.2.3 Ερευνητικές υποθέσεις

Οι υποθέσεις που διατυπώνονται είναι:

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ανθρωπομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά μεταξύ παιδών και κορασίδων.

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα κινητικά χαρακτηριστικά ανά 500m μεταξύ παιδών και κορασίδων.

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του ρυθμού και των κινητικών χαρακτηριστικών.

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των ανθρωπομετρικών και κινητικών χαρακτηριστικών.

3.2.4 Μεταβλητές

3.2.4.1 Ανεξάρτητες

1. Αγόρια – Κορίτσια (Παίδες - Κορασίδες)
2. Διαφορετικές κωπηλατικές αποστάσεις ανά 500m (Q1: 0-500m, Q2: 500-1000m, Q3: 1000-1500m, Q4: 1500- 2km)

3.2.4.2 Εξαρτημένες

Ως εξαρτημένες μεταβλητές θεωρούμε:

Ένα σύνολο ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών. Συγκεκριμένα σωματικά μήκη (ανάστημα, μήκος βραχίονα, πήχη, άκρας χειρός, μήκος μηρού, κνήμης, καθιστό ανάστημα, μήκος κορμού), 4 δερματοπτυχές (δικεφαλική και τρικεφαλική βραχίονα, υποωμοπλατιαία, υπερλαγόνια), ο υπολογισμός της εκατοστιαίας αναλογίας του υποδόριου σωματικού λίπους, της άλιπης σωματικής μάζας, το βάρος του λιπώδους ιστού και το δείκτη μάζας σώματος (BMI).

Ένα σύνολο επιλεγμένων κινητικών παραμέτρων της επίδοσης όπως ο ρυθμός, το μήκος της κουπιάς, η παραγόμενη μέση ισχύ, η παραγόμενη ισχύ σε κάθε κουπιά, η μέση εφαρμοζόμενη δύναμη στη λαβή σε κάθε κουπιά, η μέγιστη δύναμη στη λαβή, ο χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης, καθώς επίσης ο χρόνος τραβήγματος και ο χρόνος επαναφοράς της κουπιάς.

3.2.5 Οριοθετήσεις- Περιορισμοί

Για τη συγκεκριμένη έρευνα των δοκιμαζομένων τέθηκαν οι παρακάτω οριοθετήσεις και περιορισμοί:

A) Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το ίδιο χρονικό διάστημα, στον ίδιο χώρο και για τα δύο φύλα, κατά την προαγωνιστική περίοδο.

B) Η αγωνιστική εμπειρία ήταν τουλάχιστον 2-3 έτη.

Γ) Οι συμμετέχοντες ήταν καθ' όλα υγιείς, χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα.

3.3 Μέθοδος

3.3.1 Δείγμα

Στη παρούσα ερευνητική εργασία το δείγμα αποτέλεσαν 36 κωπηλάτες και 12 κωπηλάτριες της κατηγορίας Παιδών ηλικίας 14-16 ετών. Η επιλογή των αθλητών έγινε μετά από ενημέρωση σε εν ενεργεία κωπηλάτες συλλογικού επιπέδου της κατηγορίας παιδών. Στους αθλητές μοιράστηκε έντυπο υλικό με πληροφορίες που αφορούν τη διαδικασία των μετρήσεων. Η επιλογή των αθλητών έγινε βάσει των κανονισμών της Ελληνικής Κωπηλατικής Ομοσπονδίας που ορίζει τις κατηγορίες. Οι συμμετέχοντες επιστρατεύτηκαν από τους Κωπηλατικούς Συλλόγους των Ιωαννίνων και των Ομίλων του κέντρου. Οι δοκιμαζόμενοι και οι προπονητές τους ενημερώθηκαν γραπτώς και προφορικώς για τους σκοπούς της έρευνας, το σύνολο των ερευνητικών διαδικασιών που θα λάμβαναν μέρος, τους τυχόν κινδύνους που μπορεί να προέκυπταν, καθώς και το δικαίωμα τους να αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούσαν. Πριν την έναρξη των μετρήσεων υπέγραψαν δήλωση συγκατάθεσης οι αθλητές και οι προπονητές (παράρτημα 7.1). Η μελέτη είχε την έγκριση του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τους ζητήθηκε να απέχουν από έντονες φυσικές δραστηριότητες το τελευταίο εικοσιτετράωρο πριν από κάθε δοκιμασία, ενώ έπρεπε να έχουν λάβει το τελευταίο γεύμα τους τουλάχιστον τρεις ώρες πριν τη μέτρηση.

Όλοι οι συμμετέχοντες ακολούθησαν κοινό πρόγραμμα προπόνησης κωπηλασίας σύμφωνα με τη καθοδήγηση της Ελληνικής Κωπηλατικής Ομοσπονδίας Φίλαθλων Ναυτικών Σωματείων.

3.3.2 Χρόνος και τόπος διεξαγωγής των μετρήσεων

Οι μετρήσεις και για τις δύο ομάδες (κωπηλατών και κωπηλατριών) της εργασίας έγιναν στο τέλος της προαγωνιστικής περιόδου όπου υπάρχει εξοικείωση με το κωπηλατοεργόμετρο και οι προπονήσεις στη λέμβο λόγω καιρικών συνθηκών ακόμη είναι μειωμένες. Όλες οι μετρήσεις (σωματομετρήσεις και η κωπηλατοεργομέτρηση) πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του γυμναστηρίου στις εγκαταστάσεις του κωπηλατικού σωματείου που ανήκουν οι αθλητές/τριες. Προϋπόθεση συμμετοχής των δοκιμαζομένων ήταν η αθλητική και αγωνιστική

εμπειρία τουλάχιστον 2-3 ετών πριν ακόμη επέλθει παγίωση κάποιου κωπηλατικού στυλ.

3.3.3 Πρωτόκολλο

A. Σωματομετρήσεις

Στο κλειστό γυμναστήριο του κάθε σωματείου πραγματοποιήθηκαν όλες οι ανθρωπομετρήσεις (ανάστημα, σωματικό βάρος, 9 μήκη, 4 δερματοπτυχές). Ο υπολογισμός του δείκτη μάζας σώματος, του ποσοστού του σωματικού λίπους, της άλιπης μάζας και του βάρους του λίπους, υπολογίστηκαν στη συνέχεια, εφαρμόζοντας τα δεδομένα στις ανάλογες εξισώσεις. Οι σωματομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν την πρωινή προπόνηση. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να μην έχουν καταναλώσει φαγητό ή ποτό τουλάχιστον 3 ώρες πριν από τη μέτρηση. Οι συμμετέχοντες προσήλθαν φορώντας ελάχιστη αθλητική περιβολή (κωπηλατικό κορμάκι ή κολάν). Όλες οι σωματομετρήσεις έγιναν από 2 φορές στη δεξιά πλευρά του σώματος από τον ίδιο έμπειρο ερευνητή και ελήφθη υπόψιν ο μέσος όρος.

B. Κωπηλατοεργομέτρηση

Γυμναστήριο

Για κάθε κωπηλάτη ξεχωριστά πραγματοποιήθηκε προσομοιωμένος αγώνας κωπηλασίας 2 km, σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept2, Model D, Morrisville, Vermont, USA, φωτογραφία 1) ώστε να καταγραφεί ο χρόνος της δοκιμασίας (Σχήμα 3.1).

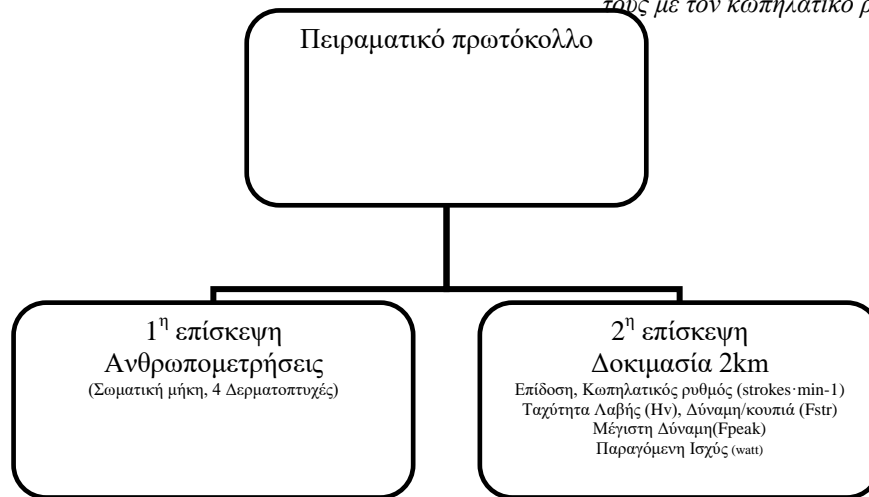
Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας των 2 km ελήφθησαν μέσω του Webi Sport's Fitro Rower (Wien, Austria) σε πραγματικό χρόνο παράμετροι που αφορούν τα κινητικά χαρακτηριστικά (ρυθμό, strokes με και άνευ πηδαλιούχο min^{-1}), χρόνους τραβήγματος, ταχύτητα λαβής (Hv), μήκος κουπιάς (SL), δύναμη/κουπιά (F_{str}), μέγιστη δύναμη (F_{peak}), ισχύς (P_{str}).

Την προηγούμενη ημέρα των μετρήσεων και στο χώρο διεξαγωγής έγινε η απαιτούμενη προετοιμασία του χώρου και η απαραίτητη βαθμονόμηση (καλιμπράρισμα) των οργάνων



Σχήμα 3.1. Κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2

Οι αλλαγές των κινητικών χαρακτηριστικών κωπηλατών και κωπηλατριών ανά 500m και η σχέση τους με τον κωπηλατικό ρυθμό



Σχήμα 3.2. Πειραματικό Πρωτόκολλο 1ης μελέτης

3.3.4 Όργανα

3.3.4.1 Σωματομετρήσεις

Η μέτρηση του αναστήματος έγινε με σταθερό αναστημόμετρο Sega se v 91 (England). Το ανάστημα μετρήθηκε στο πλησιέστερο 0.5 εκατοστό (cm).

Η μέτρηση του σωματικού βάρους έγινε με τον ηλεκτρονικό ζυγό (S sega alpha model 770, England) μέγιστου σωματικού βάρους 130 kg και ελάχιστου 2Kg, με ακρίβεια 0.1 χιλιόγραμμα.

Η μέτρηση του μήκους των μελών έγινε με ελαστική μετροταινία με ακρίβεια 0.1 χιλιοστού και βάσει του πρωτόκολλου από International Society for Advancement for Kinanthropometry (ISAK) (Marfell-Jones et al., 2006).

Για την εκτίμηση του ποσοστού του σωματικού λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης του πάχους των λιποδερματικών πτυχών οι οποίες ανεγέρθησαν σε ορισμένες περιοχές του δεξιού ημιμορίου του σώματος. Η μέτρηση έγινε με μεταλλικό δερματοπτυχόμετρο τύπου (Harpenden, RH15 9LB, England).

3.3.4.2 Κωπηλατοεργόμετρο

Για τη δοκιμασία της κωπηλατοεργομέτρησης των 2 km χρησιμοποιήθηκε το κωπηλατοεργόμετρο Concept2. Το κωπηλατοεργόμετρο (Concept2, Model D, Morrisville, Vermont, USA) είναι ένα όργανο (προσομοιωτής) το οποίο επιτρέπει στον ασκούμενο να εκτελεί την κωπηλατική τεχνική στην ξηρά (Hahn et al., 2000). Είναι ένα όργανο το οποίο έχει ευρεία διάδοση σε όλες τις χώρες του κόσμου οι οποίες καλλιεργούν το άθλημα της κωπηλασίας και συσχετίζεται υψηλά με την τεχνική της κωπηλασίας στο νερό (Lamb, 1989). Στην Ελλάδα υπάρχουν πάνω από 1.000 τέτοια όργανα σε Ναυτικά Σωματεία, Γυμναστήρια ακόμη και σε σπίτια αθλουμένων. Το όργανο αυτό χρησιμοποιείται από τους κωπηλάτες τόσο κατά την προαγωνιστική περίοδο όσο και κατά την αγωνιστική το οποίο συμβάλλει θετικά στη βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης και της τεχνικής τους. Το συγκεκριμένο κωπηλατοεργόμετρο παρουσιάζει πλεονεκτήματα στη μέτρηση παραμέτρων της κωπηλατικής τεχνικής (Steer et al., 2006, Nowicky et al., 2005).

Το όργανο αυτό αποτελείται από ένα τύμπανο και μια επιμήκη ράγα. Εντός του τυμπάνου υπάρχει μια φτερωτή με προπετάσματα. Στο κέντρο της φτερωτής υπάρχει ένας άξονας τον οποίο περιβάλλει ένα οδοντωτό γρανάζι. Από το γρανάζι αυτό περνά μια αλυσίδα (τύπου ποδηλάτου) η οποία καταλήγει στη λαβή του κωπηλάτη που τη χρησιμοποιεί. Καθώς ο κωπηλάτης έλκει τη λαβή περιστρέφεται η φτερωτή δια μέσου του γραναζιού οπότε ο αέρας προβάλλει αντίσταση κυρίως από τα προπετάσματα. Ανάλογα με τη δύναμη και την ταχύτητα που τραβά ο κωπηλάτης τη λαβή αναγκάζει τη φτερωτή του να περιστρέφεται. Επίσης ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής της φτερωτής σε ένα μόνιτορ (μικρή οθόνη) καταγράφονται οι εξής ενδείξεις: α) ο αριθμός των κουπιών που πραγματοποιήθηκαν β) ο ρυθμός των κουπιών ανά λεπτό, γ) η παραγόμενη ισχύς σε Watts, δ) η απόσταση σε μέτρα που διανύθηκε, ε) ο χρόνος (συνολικός) και προβλέψιμος για τα επόμενα 500m ανάλογα με τον τρόπο που κωπηλατεί ο αθλητής εκείνη τη στιγμή, στ) οι θερμίδες, ζ) οι καρδιακοί σφυγμοί εφόσον υπάρχει πομπός με τη μορφή επιστήθιας ζώνης κ.α. Επίσης υπάρχει δυνατότητα δια μέσου ειδικού προγράμματος το οποίο ονομάζεται (e-row) να μεταφέρονται τα δεδομένα των μετρήσεων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για πληρέστερη ενημέρωση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για κάθε δοκιμαζόμενο. Στη μία πλευρά του τυμπάνου υπάρχει διαβάθμιση δυσκολίας για την προσαρμογή της αντίστασης (από το1 έως το10) ανάλογα με τη δυνατότητα του δοκιμαζόμενου.

Επίσης το όργανο αποτελείται από μία επιμήκη ράγα πάνω στην οποία υπάρχει ένα καρέλο (καρεκλάκι με ροδάκια το οποίο κινείται με ευκολία) στο οποίο κάθετα ο κωπηλάτης. Τα δάκτυλα των πελμάτων του κωπηλάτη προσδένονται με έναν ιμάντα στα υποπόδια του οργάνου τα οποία είναι στερεωμένα εκατέρωθεν της επιμήκου ράγας. Ανάλογα με την κάμψη και έκταση των κάτω άκρων του κωπηλάτη σε συνδυασμό με την έλξη και απώθηση της λαβής δίδεται περιστροφή στη φτερωτή, οπότε διαμέσου ενός φωτοκύτταρου με μαγνήτη μεταφέρονται τα δεδομένα των μετρήσεων στο μόνιτορ του οργάνου.

3.3.4.3 Weba Sport's Fitro Rower

Το Weba Sport's Fitro Rower (Wien, Austria) είναι ένα όργανο το οποίο έχει κατασκευαστεί για να τοποθετείται στο κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2 (Model D) έτσι ώστε να δίδονται περισσότερα επιστημονικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για παραπέρα ανάλυση των αποτελεσμάτων και δυνατοτήτων των κωπηλατών (Rajković et al., 2011). Προσαρμόζεται πολύ εύκολα έτσι ώστε η αλυσίδα του εργομέτρου να περνά από ένα ακόμη πλαστικό γρανάζι με μηδαμινή αντίσταση (του weba) προκειμένου να παρέχεται η δυνατότητα πληρέστερων επιστημονικών δεδομένων. Η θέση και το μήκος της κίνησης της λαβής καταγράφεται από οπτική συσκευή ζεύξης με ακρίβεια 0.1 cm. Ένας ηλεκτρονικός αισθητήρας δύναμης τοποθετημένος στο γρανάζι όπου περνά η αλυσίδα του εργομέτρου μετρά τη δύναμη από 0 N έως 5000 N, με 10-bit μετατροπή. Στον ηλεκτρονικό αισθητήρα η δύναμη μετατρέπεται σε ηλεκτρονικό σήμα ώστε να καταγράφεται στο λογισμικό (SOFTWARE EXPERT 1.2).

Για να ελεγχθεί η εγκυρότητα και αξιοπιστία του οργάνου έγινε μέτρηση των ιδίων ατόμων (n=10) στην απόσταση των 500m δύο φορές, με διαφορά μιας

ημέρας από την μια μέτρηση στην άλλη. Ο συντελεστής μεταβλητότητας που αφορά τη δύναμη για την πρώτη μέτρηση βρέθηκε $cv=0.087$ και για τη δεύτερη μέτρηση το $cv=0.01$ άρα υπάρχει ομοιογένεια. Ο βαθμός συσχέτισης κατά Spearman βρέθηκε να είναι $r= 0.9$, $p=0.001$. Επιπλέον, ο μη παραμετρικός έλεγχος για συσχετισμένες τιμές (Wilcoxon) έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταβλητών ($z= - 1.17$, $p = 0.24$).

3.3.5 Διαδικασία μετρήσεων

Δόθηκαν σαφείς και γραπτές οδηγίες σε κάθε αθλητή για τη συμμετοχή τους στις μετρήσεις. Οι αθλητές είχαν το δικαίωμα να αποχωρήσουν των μετρήσεων οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούσαν ή αισθάνονταν άσχημα κυρίως κατά την κωπηλατοεργομέτρηση.

3.3.5.1 Σωματομετρήσεις

Πρώτα έγιναν οι σωματομετρήσεις (Παράρτημα 7.3) των αθλητών: το ανάστημα (cm), το μήκος του κορμού (cm), το μήκος του άνω άκρου (ακρώμιο- μέσο δάκτυλο, cm), το μήκος του βραχίονα (ακρώμιο- κερκιδικός, cm), το μήκος του πήχη (κερκιδικός- πισοειδές, cm), το μήκος της άκρας χειρός (πισοειδές- μέσο δάκτυλο, cm), το μήκος του κάτω άκρου (τροχαντήρας- δάπεδο, cm), το μήκος του μηρού (τροχαντήρα - έξω μηριαίο κόνδυλο, cm), το μήκος της κνήμης (έξω μηριαίος κόνδυλος - μέσο σφυρού, cm) και τέλος το ύψος του άκρου ποδός (μέσο σφυρού - δάπεδο, cm). Επιπλέον μετρήθηκε το σωματικό βάρος (kg).

3.3.5.2 Λιπομέτρηση

Για τη μέτρηση των δερματοπτυχών οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν σε όρθια θέση με τα χέρια χαλαρά στο πλάι. Η κάθε πτυχή μετρήθηκε δύο φορές και λαμβάνονταν υπόψη ο μέσος όρος των μετρήσεων, εφόσον η διαφορά ήταν μικρότερη από 0.2mm.

Μετρήθηκαν οι εξής δερματοπτυχές:

1. Η δερματοπτυχή του δικέφαλου μετριέται στο μέσο της περιοχής του δικέφαλου βραχιόνιου μυός παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του άνω άκρου του εξεταζόμενου και με την παλάμη στραμμένη προς τα έξω.

2. Η τρικεφαλική πτυχή μετριέται στο μέσο της απόστασης του ακρώμιου με το ωλέκραιο της ωλένης.

3. Η υποωμοπλατιαία πτυχή μετριέται στο σημείο που βρίσκεται λοξά, χαμηλά και κάτω από το τόξο που σχηματίζει η ωμοπλάτη, με διαγώνια κατεύθυνση περίπου 45^0 από το οριζόντιο επίπεδο.

4. Η υπερλαγόνια πτυχή βρίσκεται σε γωνία 45^0 από τη λαγόνια ακρολοφία προς τα έσω και σε απόσταση 7 cm από τον ομφαλό.

Ο υπολογισμός της εκατοστιαίας σύστασης σώματος λίπους, της άλιπης μάζας σώματος και του βάρους του λιπώδους ιστού έγινε με την εξίσωση των Durnin and Womersley (1974):

Για τους αρρένες: Σωματική πυκνότητα (Y) = $1.1533 - 0.0643 (x)$, όπου x = άθροισμα των τεσσάρων δερματοπτυχών (δικεφαλική, τρικεφαλική, υπερλαγόνια, υποωμοπλατιαία πτυχή).

Για τα κορίτσια: Σωματική πυκνότητα (Y) = 1.1369- 0.0598 (x), όπου x = άθροισμα των τεσσάρων δερματοπτυχών (δικεφαλική, τρικεφαλική, υπερλαγόνια, υποωμοπλατιαία πτυχή).

Λίπος % = [(4.95 / πυκνότητα του σώματος) – 4.5] x 100 (Siri, 1956).

Βάρος σωματικού λίπους = Σωματ.βάρος x εκατοστ.αναλ.σωματ.λίπους / 100.

Άλιπη σωματική μάζα= ΣΒ – βάρος σωματικού λίπους, σε Kg.

3.3.5.3 Δείκτης μάζας σώματος

Επιπλέον ο προσδιορισμός του Δείκτη Μάζας Σώματος έγινε με τον υπολογισμό μεταξύ του σωματικού βάρους και του αναστήματος με τη χρήση της εξίσωσης BMI= BW(Kg) / Ht² (m) (McArdle et al., 2000).

3.6 Κινητικές μετρήσεις

3.6.1 Κωπηλατοεργομέτρηση

Προηγήθηκε της κάθε δοκιμασίας των 2km στο κωπηλατοεργόμετρο, προθέρμανση 15min η οποία περιλάμβανε τρέξιμο και επιλεγμένες διατακτικές ασκήσεις. Κατόπιν 5 min εξάσκηση στο κωπηλατοεργόμετρο σε ρυθμό που επέλεξε ο κωπηλάτης/τρια.

Για κάθε κωπηλάτη ξεχωριστά πραγματοποιήθηκε προσομοιωμένος αγώνας κωπηλασίας 2km, σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept2, Model D, Morrisville, Vermont, USA). Κατά την κωπηλατοεργομέτρηση ζητήθηκε από τους αθλητές να διανύσουν την απόσταση των 2 km στον καλύτερο δυνατό προσωπικό τους χρόνο. Ο κωπηλάτης κατά τη δοκιμασία μπορούσε μέσω του μόνιτορ του κωπηλατοεργόμετρου να βλέπει την απόσταση που διένυσε (μειωνόταν από τα 2 km προς το 0) και το χρόνο που έκανε κάθε 500m. Το κωπηλατοεργόμετρο τοποθετήθηκε πάνω σε ειδικό αντιολισθητικό τάπητα ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του κατά τη δοκιμασία διότι οι δυνάμεις που ασκούνται από τους αθλητές προκαλούν συχνά την μετατόπισή του. Επιπλέον η ακινητοποίησή του ενισχύθηκε και με βάρη από το γυμναστήριο τα οποία τοποθετήθηκαν στις εμπρός και πίσω βάσεις του κωπηλατοεργόμετρου. Πριν από κάθε αγώνα ρυθμίζονταν η αντίσταση (Drag Factor) του κωπηλατοεργόμετρου για να διασφαλιστεί η ακρίβεια της μέτρησης. Η αντίσταση (Drag Factor) στο κωπηλατοεργόμετρο ορίστηκε για τις κωπηλάτριες στο 125 και για τους κωπηλάτες στο 135. Η επιλογή της αντίστασης γίνεται βάσει των οδηγιών της Amateur Rowing Association (O’Neil & Skelton, 2001) που ακολουθούνται και κατά την προπόνηση αλλά και για τη διασφάλιση της ακρίβειας των μετρήσεων. Την εκκίνηση της δοκιμασίας την έδινε σε κάθε αθλητή ο προπονητής με το σύνθημα, ‘λάβετε θέση’ και ‘εμπρός’. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας επιτρεπόταν η λεκτική ενθάρρυνση από τον προπονητή του αποκλειστικά. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας και από το μόνιτορ του κωπηλατοεργόμετρου σημειώθηκε ο χρόνος που χρειάστηκε ο κάθε κωπηλάτης για να διανύσει κάθε 500άρι (Παράρτημα 7.5).

3.6.2 Κινητικές μετρήσεις

Παράλληλα τοποθετήθηκε στο κωπηλατοεργόμετρο από την προηγούμενη ημέρα το ειδικό επιστημονικό όργανο Weba Sport’s Fitro Rower (Austria) ώστε

σε πραγματικό χρόνο να λαμβάνονται οι προς μελέτη παράμετροι. Για να διασφαλιστεί η ακρίβεια των μετρήσεων κάθε πέντε δοκιμαζόμενους πραγματοποιούνταν καλιμπράρισμα του Weba ως προς την παράμετρο του μήκους της κουπιάς (κίνηση λαβής σε cm). Το καλιμπράρισμα για την καταγραφή της δυναμομέτρησης προηγήθηκε όλων των μετρήσεων.

Πλήθος δυναμομετρικών παραμέτρων και διαμέσου ενός ειδικού προγράμματος (SOFTWARE EXPERT 1.2) μεταφέρονταν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για την παραπέρα αξιολόγηση των ικανοτήτων του δοκιμαζόμενου (Group of Authors, 2003). Η εξαγωγή των δεδομένων γινόταν σε φύλλα Excel της Microsoft. Ο χρόνος καταγράφονταν αυτόματα με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου από το Weba Sport's Fitro Rower με τις εξής παραμέτρους: 1) ο χρόνος τραβήγματος (διάστημα από άρπαγμα μέχρι ξενέρωμα), 2) ο ρυθμός (strokes.min⁻¹) ο αριθμός των κουπιών που αντιστοιχεί σε ένα λεπτό, 4) το μήκος της κουπιάς (cm), 5) η ταχύτητα της λαβής (m.s⁻¹), 6) η δύναμη ανά κουπιά (F_{str}), 7) η μέγιστη δύναμη (F_{Peak}) στο τράβηγμα (N), 8) ο χρόνος κατά τη διάρκεια του τραβήγματος που καταγράφηκε η μέγιστη δύναμη (TimeF_{peakDrive}), 9) η παραγόμενη ισχύς (P_{str.}) μίας ολόκληρης κουπιάς (Watt), 10) ο ολικός χρόνος της δοκιμασίας και 11) ο συνολικός αριθμός των κουπιών που απαιτήθηκαν από το δοκιμαζόμενο κατά την προσπάθεια της κωπηλατοεργομέτρησης για την ολοκλήρωση της προσπάθειας.

3.7 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 20. Η περιγραφή των δεδομένων έγινε με τη μέση τιμή (mean) και την τυπική απόκλιση (\pm Sd). Πριν από οποιαδήποτε ανάλυση, ελέγχθηκε η κανονικότητα των μεταβλητών μέσω του ελέγχου των Kolmogorov-Smirnov. Θεωρήθηκε ότι οι μεταβλητές ακολουθούν την κανονική κατανομή, εάν το p-value των ελέγχων είναι μεγαλύτερο από το 0.05.

Για τον έλεγχο τυχόν διαφορών των ανθρωπομετρικών και κινητικών παραμέτρων μεταξύ των αρρένων και θηλέων χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Two-Independent Samples tests (U Mann-Whitney). Τα αποτελέσματα θεωρήθηκαν στατιστικά σημαντικά, αν p-value < 0.05.

Συσχετίσεις στις απόλυτες τιμές μεταξύ των ανθρωπομετρικών και κινητικών χαρακτηριστικών έγιναν χρησιμοποιώντας το συντελεστή συσχέτισης (r) του Pearson.

Για τον έλεγχο τυχόν διαφορών των κινητικών παραμέτρων κωπηλάτησης παιδών κορασίδων ανά 500m χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Anova διπλής κατεύθυνσης για εξαρτημένα δείγματα επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Two-way Anova Repeated Measurements). Το Tukey test εφαρμόστηκε για να ορίσει τις μετά από αυτή τη μέθοδο συγκεκριμένες διαφορές.

Επιπλέον, προκειμένου να ελεγχθεί ποιος ή ποιοι παράγοντες συμβάλλουν στην πρόβλεψη του χρόνου στα 2km και του μήκους της κουπιάς έγινε αρχικά η αξιολόγηση της έντασης και της κατεύθυνσης της πιθανής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών, χρησιμοποιώντας το συντελεστή συσχέτισης (r) του Pearson.

Λόγω της υψηλής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, εφαρμόστηκε η ανάλυση παραγόντων (Factor Analysis) με τη μέθοδο Varimax rotation,

Οι παράγοντες που προέκυψαν από τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές σε μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression models).

3.8 Αποτελέσματα

3.8.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα κύρια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην 1^η ερευνητική εργασία παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Από τα αποτελέσματα διακρίνουμε ότι οι κορασίδες είχαν μικρότερα επιμέρους χαρακτηριστικά των άνω και κάτω άκρων, με εξαίρεση το καθιστό ανάστημα και το μήκος κορμού όπου προσεγγίζουν αυτά των παιδών. Σημαντικές διαφορές είχαν ως προς τη σωματική σύσταση παρόλο που ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) είναι ίδιος. Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ παιδών και κορασίδων παρατηρούνται σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, εκτός από την ηλικία ($p=0.45$), το καθιστό ανάστημα ($p=0.36$), το μήκος κορμού ($p=0.5$), το BMI ($p=0.67$).

Πίνακας 3.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων (*mean ± Sd*) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$.

Παράμετροι	Παίδες N=36	Κορασίδες N=12	P
Ηλικία (έτη)	15.09±0.7	14.9±0.5	NS
Ανάστημα (cm)	178.4±5.6	169.2±6.4	0.009
Καθιστό Ανάστ.(cm)	88.4±6.2	87.5±3.9	NS
Μήκος κορμού(cm)	58.3±5.9	58.7±3.7	NS
Μ.άνω άκρου (cm)	79.2±3.1	74.6±3.8	0.001
Μ.βραχίονα (cm)	32.3±2.6	30.2±2.2	0.018
Μ.αντιβραχ. (cm)	26.8±1.6	25.1±1.7	0.003
Μ.άκρας Χειρας (cm)	20.5±1.1	19.4±1.1	0.003
Μ.κάτω άκρου (cm)	90.7±4.2	85.6±3.8	0.001
Μ.Μηρού (cm)	41.8±2.5	40.1±1.7	0.024
Μ.κνήμης (cm)	42.7±3.1	39.5±2.2	0.002
Ύψος αστρ./έδαφος(cm)	6.5±0.8	5.9±0.8	0.040
BMI ($\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	21.6±2.1	21.7±1.1	NS
Μάζα Σώματος(Kg)	68.9±7.5	62.3±6.8	0.009
Άλιπη σωμα.μάζα(Kg)	59.8±5.3	47.7±6.3	0.001
Λιπώδης μάζα (Kg)	8.7±3.5	13.3±3.6	0.001
Ποσοστό Λίπους (%)	12.4±4.1	21.9±4.8	0.001

3.8.2 Επίδοση και κινητικά χαρακτηριστικά

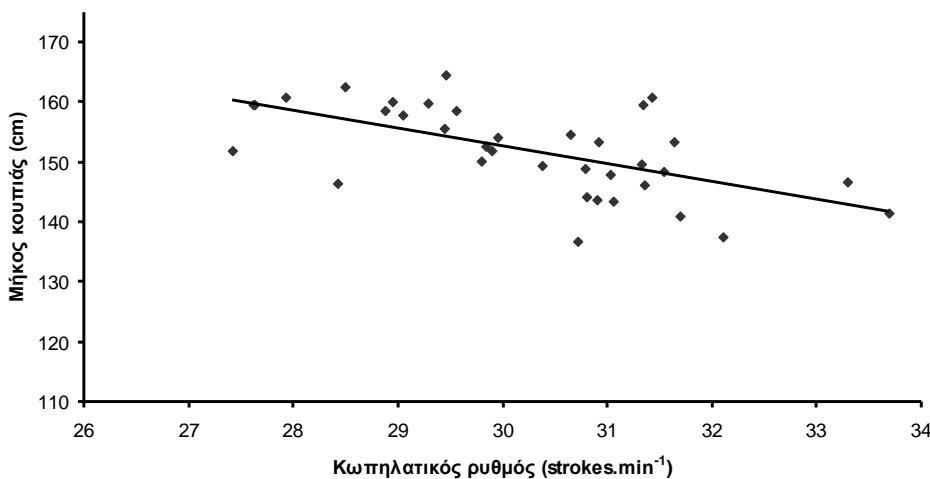
Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται η επίδοση καθώς και τα κινητικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων στην προσπάθεια των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο. Οι δοκιμαζόμενοι της κατηγορίας παιδών παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη επίδοση στα 2 km καθώς και σε όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά εκτός του χρόνου επίτευξης της μέγιστης δύναμης (F_{peak}) στη φάση του τραβήγματος και στη διάρκεια της φάσης του τραβήγματος.

Πίνακας 3.2 Επίδοση και κινητικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων (mean ± Sd) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p < 0.05$.

Παράμετροι	Παίδες N=36	Κορασίδες N=12	P
Χρόνος στα 2 km(min:sec:ms)	7:14:43	7:56:4	0.001
Χρόνος στα 2 km (sec)	434.4±12.7	476.4±16.3	0.001
Σύνολο κουπιών στα 2 km	216.5±10.3	226.3±12.3	0.026
Ρυθμός (strokes.min ⁻¹)	30.2±1.5	28.7±1.3	0.004
Μήκος κουπιάς (SL,cm)	152.0±7.4	145.4±7.5	0.014
Normalized SL/Height	0.85±0.04	0.86±0.03	NS
Ταχύτητα Λαβής (H _v ,m.s ⁻¹)	1.66±0.5	1.54±0.5	0.001
Δύναμη/κουπιά (F _{str})	391.6±37.9	328.6±31.7	0.001
Μέγ.δύναμη (F _{peak})	708.4±88.6	602.3±77.6	0.001
Ισχύς/κουπιά (P _{str})	277.3±30.9	209.7±23.4	0.001
Χρ.Μεγ.δύναμης(Time _{Fpeak})	0.32±0.5	0.32±0.4	NS
Χρόνος τραβ. (Time _{Drive})	0.88±0.07	0.91±0.06	NS
Αναλογία Δυν./Σ.Μ.(F _{str} /weight)	5.77±0.68	5.23±0.7	0.003

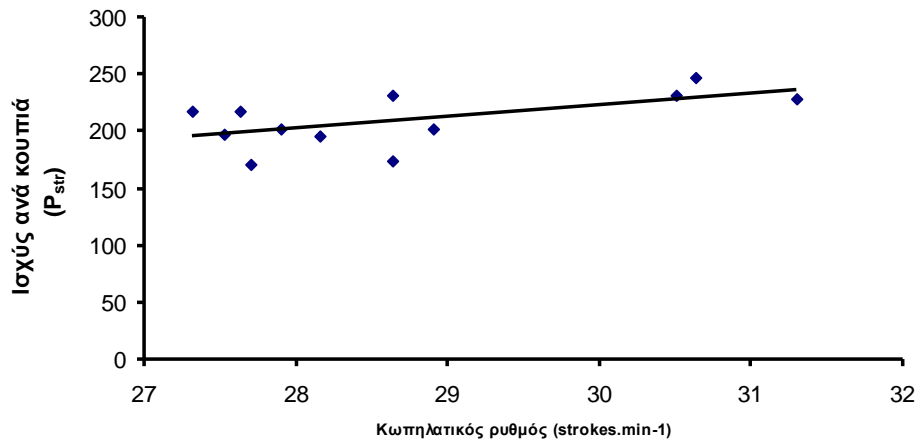
3.8.3 Συσχετίσεις χαρακτηριστικών

Στην ομάδα των παιδών παρατηρήθηκε ότι το μήκος της κουπιάς (SL) παρουσιάζει θετική συσχέτιση με το αναστήμα ($r=0.42$, $p<0.010$), με το μήκος των άνω ($r=0.38$, $p<0.020$) και κάτω άκρων ($r=0.55$, $p<0.001$). Βρέθηκε επίσης σημαντική σχέση μεταξύ της σωματικής μάζας και της P_{str} ($r=0.42$, $p<0.010$) Όσον αφορά τα κινητικά χαρακτηριστικά, ο ρυθμός (SR) συσχετίζεται αρνητικά με το SL ($r= -0.6$, $p=0.001$, Σχήμα 3.3). Σημαντική θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του μήκους της κουπιάς (SL) και του χρόνου στη φάση του τραβήγματος ($r=0.4$, $p=0.03$).



Σχήμα 3.3 Συσχέτιση μήκους κουπιάς (SL) και ρυθμού (strokes.min⁻¹) στους παίδες

Στην ομάδα των κορασίδων παρατηρήθηκε θετική σημαντική συσχέτιση μεταξύ του μήκους κουπιάς (SL) και του αναστήματος ($r=0.6$, $p=0.03$), του μήκους των άνω ($r=0.87$, $p<0.001$) και κάτω άκρων ($r=0.78$, $p<0.003$). Επιπλέον ο ρυθμός (strokes.min⁻¹) συσχετίστηκε θετικά με την P_{str} ($r=0.6$, $p=0.04$, Σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4 Συσχέτιση ρυθμού (strokes.min⁻¹) και παραγόμενης ισχύος (P_{str}) στις κορασίδες

3.8.4 Πρόβλεψη της επίδοσης

3.8.4.1 Μονομεταβλητή ανάλυση

Για να ελέγξουμε από ποια χαρακτηριστικά εξαρτάται άμεσα η επίδοση των αθλητών, προσαρμόσαμε μοντέλα απλής παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή την επίδοση (χρόνο) στην απόσταση 2 km (t2km) και ως ανεξάρτητη μεταβλητή επιλεγμένα κινητικά χαρακτηριστικά και άλλες παραμέτρους.

Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζονται μόνο τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα της απλής παλινδρόμησης με μέθοδο Enter για την ομάδα των παιδών. Παρατηρούμε ότι η επίδοση των παιδών επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το σωματικό βάρος, το BMI, την άλιπη σωματική μάζα, το μήκος του άνω άκρου, το μήκος του κάτω άκρου, το μήκος του μηρού, την ταχύτητα τραβήγματος της λαβής (H_v), τη δύναμη/κουπιά (F_{str}), τη μέγιστη δύναμη (F_{peak}) και την ισχύ/κουπιά (P_{str}).

Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης παιδών

Ανεξάρτητη	a (constant)	B	R ²	P Anova
Σωματικό βάρος	489.7	-0.80	0.226	0.003
BMI	477.8	-2.01	0.108	0.050
Άλιπη σωμ.μάζα	493.6	-0.98	0.169	0.013
Μ.άνω άκρου	551.4	-1.47	0.132	0.029
Μ.κάτω άκρου	534.8	-1.11	0.132	0.029
Μ.μηρού cm	539.4	-2.51	0.236	0.003
H _v (m.s ⁻¹)	722.2	-172.8	0.447	0.001
F _{str} (N)	512.4	-0.19	0.352	0.001
F _{peak} (N)	479.2	-0.06	0.194	0.007
P _{str} (Watt)	511.7	-0.27	0.458	0.001

H_v=ταχύτητα λαβής, F_{str} = δύναμη/κουπιά, F_{peak} = μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str} = ισχύς/κουπιά

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται μόνο τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα της απλής παλινδρόμησης με μέθοδο Enter για την ομάδα των κορασίδων.

Πίνακας 3.4 Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης κορασίδων

Ανεξάρτητη	a (constant)	B	R ²	P Anova
SL (cm)	664.7	-1.29	0.35	0.04
H _v (m.s ⁻¹)	877.5	-260.1	0.80	0.001
P _{str} (Watt)	561.2	-0.404	0.34	0.047

SL= μήκος κουπιάς, H_v=ταχύτητα λαβής, P_{str}= ισχύς/κουπιά

3.8.4.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση

Επειδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται μεταξύ τους (πίνακας Παράρτημα 7.6), δε μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε όλες μαζί ώστε να προκύψει ένα πολλαπλό μοντέλο παλινδρόμησης. Το μέτρο KMO ισούται με 0.68 (το οποίο κρίνεται οριακά ικανοποιητικό) και τον έλεγχο του Bartlett ($\chi^2(45)=347.79$; $=0.001$) οπότε μπορούμε να προχωρήσουμε σε διερευνητική παραγοντική ανάλυση.

Η εφαρμογή της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης οδήγησε σε 3 στατιστικά σημαντικούς παράγοντες, οι οποίοι ερμηνεύουν το 82,22% της συνολικής διακύμανσης της επίδοσης. Οι φορτίσεις των μεταβλητών που συμμετέχουν σε κάθε παράγοντα μετά την περιστροφή με τη μέθοδο Varimax παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.5.

Ο πρώτος παράγοντας είναι υπεύθυνος για το 28.88% της διακύμανσης, και περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά Force_{PerStroke}, Force_{Peak}, Power_{PerStroke} και Handle_{Velocity}. Ο παράγοντας αυτός μπορεί να ονομαστεί **Δυναμικά χαρακτηριστικά κουπιάς**.

Στον δεύτερο παράγοντα, οποίος ερμηνεύει το 26.83%, συμπεριλαμβάνονται τα χαρακτηριστικά μήκους κάτω άκρων, μήκους άνω άκρων και μήκος μηρού. Τον παράγοντα αυτόν μπορούμε να τον ονομάσουμε **Μήκη άνω & κάτω άκρων**.

Τέλος, ο τρίτος παράγοντας ερμηνεύει το 26.51% της συνολικής διακύμανσης. Ο παράγοντας αυτός συμπεριλαμβάνει τα χαρακτηριστικά BMI, μάζα σώματος και άλιπη σωματική μάζα. Ως εκ τούτου, μπορούμε να ονομάσουμε τον παράγοντα αυτό **Σωματικής σύστασης χαρακτηριστικά**.

Πίνακας 3.5 Φορτίσεις των μεταβλητών στους παράγοντες

Ανεξάρτητη	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	Παράγοντας 3
F _{str}	0.914		
F _{peak}	0.901		
P _{str}	0.882		
H _v	0.403		
LowerExtremities		0.965	
ThighLength		0.874	
UpperExtremities		0.766	
BMI			0.923
BodyWeight			0.917
LeanBodyFat			0.792

H_v=ταχύτητα λαβής, F_{str} = δύναμη/κουπιά, F_{peak} = μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str} = ισχύς/κουπιά
 lower extremities=κάτω άκρα, thigh length=μήκος μηρού, upper extremities=άνω άκρα, BMI= δείκτης μάζας σώματος,
 body weight= σωματικό βάρος, lean body fat=άλιπη σωματική μάζα

Επειδή οι παράγοντες που προκύπτουν από την παραγοντική ανάλυση είναι ασυσχέτιστοι μεταξύ τους, μπορούμε να τους χρησιμοποιήσουμε ως ανεξάρτητες μεταβλητές κάθε ένα παράγοντα ξεχωριστά ή σε συνδυασμούς, σε μια βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση (stepwise multiple regression) προκειμένου να προβλέψουμε την $Time_{2km}$. Η εξίσωση πρόβλεψης της $Time_{2km}$ που προέκυψε είναι η εξής:

$$Time_{2km} = 562.115 + (-0.238) * \text{Δυναμικά χαρακτηριστικά κουπιάς} + (-1.475) * \text{Σωματικά μήκη}$$

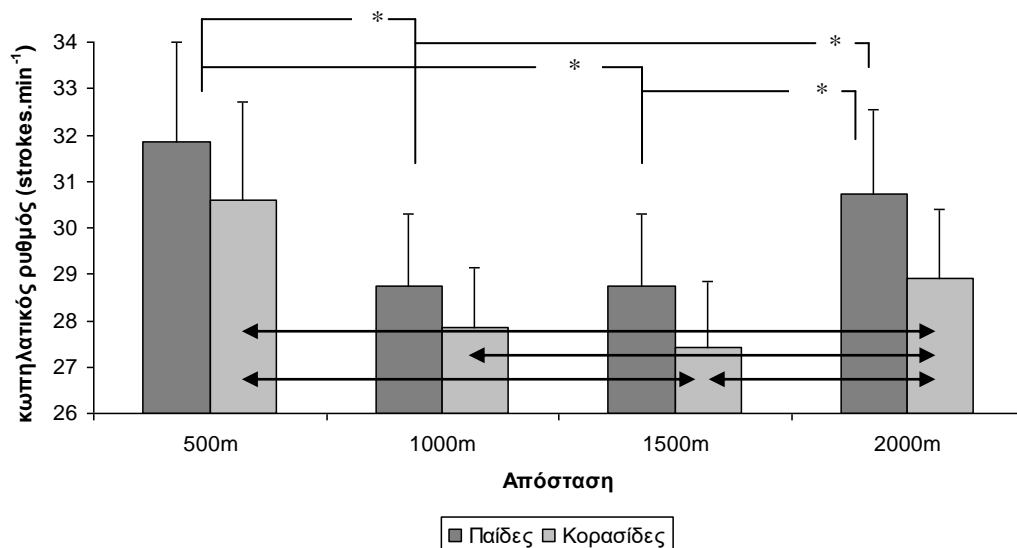
Τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς ήταν υπεύθυνα για το 67% της διακύμανσης του $Time_{2km}$ και όταν προστέθηκαν οι σωματικές διαστάσεις η διακύμανση έφτασε το 0.73%.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την ομάδα των κορασίδων αλλά λόγω της χαμηλής τιμής του μέτρου KMO (βρέθηκε ίσο με 0.52) οπότε δεν προχωρήσαμε σε διερευνητική παραγοντική ανάλυση.

3.8.5 Κινητικά χαρακτηριστικά παιδων και κορασίδων ανά 500m

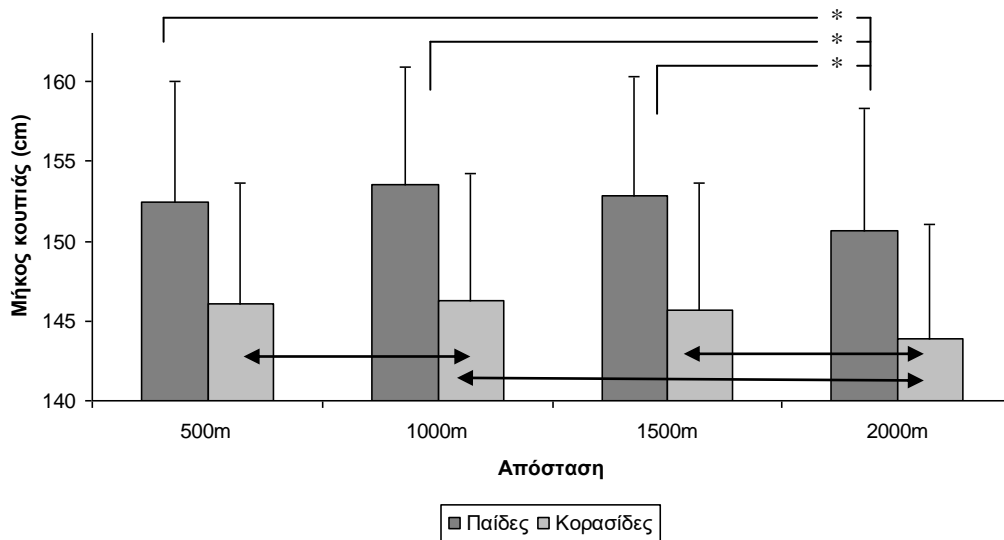
Στη συνέχεια, εξετάσαμε τις διαφορές μεταξύ παιδων κορασίδων και τη διαφοροποίηση των κινητικών χαρακτηριστικών τους ανά 500m. Οι παίδες είχαν υψηλότερο κωπηλατικό ρυθμό από τις κορασίδες σε όλα τα 500m με εξαίρεση τα δεύτερα 500m (Q2) με $df=1,44$, $F=6.9103$, $p=0.01$.

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 3.5, ο κωπηλατικός ρυθμός διαφοροποιείται στατιστικά σημαντικά ανά 500m και στα δεύτερα και τρίτα 500 m είναι χαμηλότερος από τα πρώτα και τα τέταρτα 500 m στους παίδες και τις κορασίδες.



Σχήμα 3.5 Κωπηλατικός ρυθμός ανά 500m παιδων – κορασίδων
* διαφορές παιδων ανά 500m, ←→ διαφορές κορασίδων ανά 500m

Επίσης προέκυψε ότι υπάρχουν διαφορές στο μήκος της κουπιάς (SL) σε όλα τα 500m μεταξύ παιδων και κορασίδων ($df=1,46$, $F=7.804$, $p<0.007$). Αναλυτικότερα, οι διαφορές ανά 500m για κάθε ομάδα παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα 3.6.

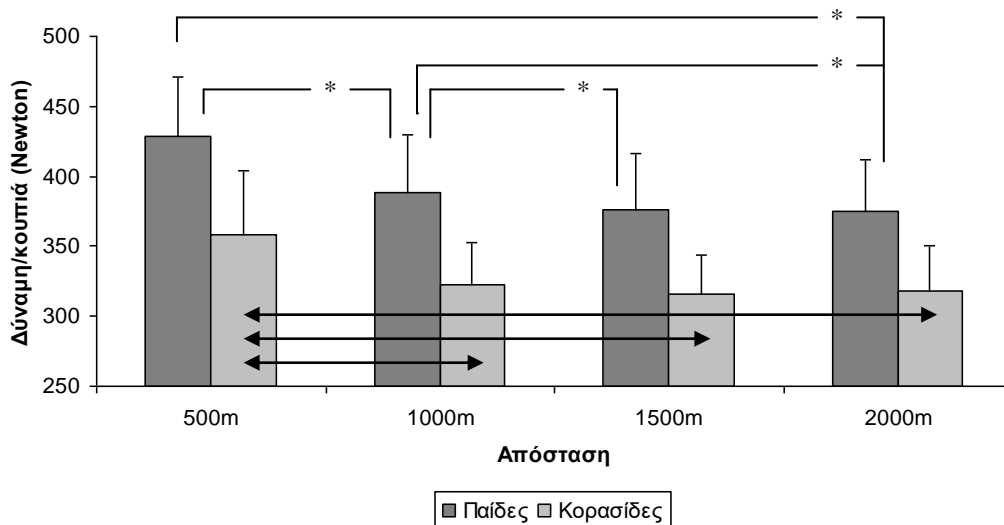


Σχήμα 3.6 Διαφορές μήκους κουπιάς (SL) ανά 500m παιδων- κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p < 0.05$

* διαφορές παιδων ανά 500m, \longleftrightarrow διαφορές κορασίδων ανά 500m

Η ταχύτητα της λαβής (H_v) ανά 500m, παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ παιδων κορασίδων ($df=1,46$, $F=51.345$, $p < 0.001$). Στους παίδες, διέφεραν τα Q1-Q2 ($p=0.001$), τα Q2 με τα Q3 ($p=0.001$) και τα Q3 με τα Q4 ($p=0.001$). Στις κορασίδες διέφεραν τα Q1-Q2 ($p < 0.002$), τα Q2-Q3 ($p < 0.036$) και τα Q3-Q4 ($p < 0.013$).

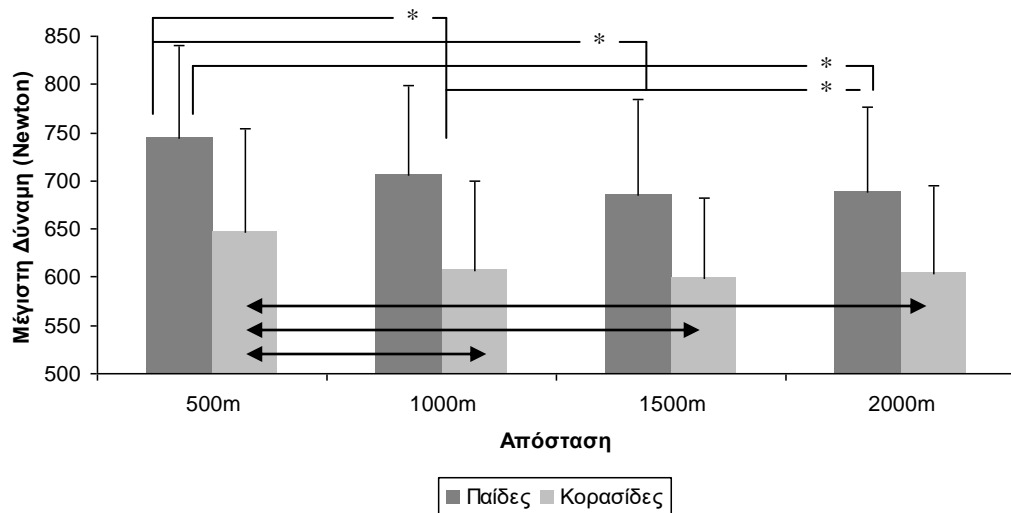
Διαφορές στη δύναμη ανά κουπιά (F_{str}) ($df=1,46$, $F=27.038$, $p < 0.001$) μεταξύ παιδων κορασίδων βρέθηκαν σε όλα τα 500m καθώς και μεταξύ των τεσσάρων 500 m της συνολικής απόστασης των 2 km. Στο Σχήμα 3.7 παρουσιάζονται οι διαφορές για κάθε ομάδα.



Σχήμα 3.7 Διαφορές ανά 500m στη δύναμη ανά κουπιά (F_{str}) παιδων- κορασίδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p < 0.05$

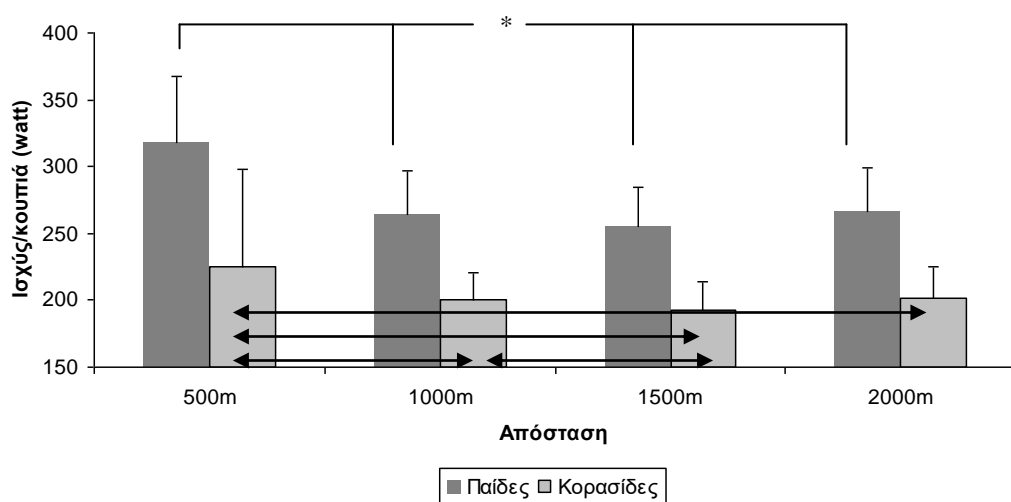
* διαφορές παιδων ανά 500m, \longleftrightarrow διαφορές κορασίδων ανά 500m

Στη μέγιστη δύναμη (F_{peak}) βρέθηκαν σημαντικές διαφορές με τους παίδες να υπερτερούν σε όλες τις αποστάσεις ($df=1,46$, $F=9.375$, $p<0.003$) καθώς και μεταξύ των τεσσάρων 500 m της συνολικής απόστασης των 2 km. Οι διαφορές ανά 500m για κάθε ομάδα ξεχωριστά παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.8.



Σχήμα 3.8 Διαφορές ανά 500m στη μέγιστη δύναμη (F_{peak}) παιδων- κορασιδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$
* διαφορές παιδων ανά 500m. ← → διαφορές κορασιδων ανά 500m

Επίσης, προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στην παραγόμενη ισχύ (P_{str}) ανά 500m μεταξύ παιδων κορασιδων ($df=1,46$, $F=47.68$, $p<0.001$) καθώς και μεταξύ των τεσσάρων 500 m της συνολικής απόστασης των 2 km. Οι διαφορές ανά 500m ξεχωριστά για τις δύο ομάδες παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.9.



Σχήμα 3.9 Διαφορές ανά 500m της παραγόμενης ισχύος (P_{str}) των παιδων- κορασιδων και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$
* διαφορές παιδων ανά 500m. ← → διαφορές κορασιδων ανά 500m

3.9. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία σχεδιάστηκε για να εξετάσει τη σχέση των κινητικών χαρακτηριστικών με τις αλλαγές στο ρυθμό ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) κωπηλάτησης κατά τη διάρκεια κωπηλασίας 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο. Για το σκοπό αυτό, κωπηλάτες και κωπηλάτριες, της κατηγορίας των παιδών και κορασίδων, υποβλήθηκαν σε δοκιμασία κωπηλοτοεργομέτρησης 2km, σε αγωνιστικές συνθήκες με στόχο την επίτευξη του καλύτερου δυνατού προσωπικού τους χρόνου. Παράλληλα συζητήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών/τριών, η διαμόρφωση των κινητικών χαρακτηριστικών ανά 500m και οι διαφορές μεταξύ παιδών-κορασίδων και η τυχόν σχέση των ανθρωπομετρικών και κινητικών χαρακτηριστικών με την επίδοση.

3.9.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με την κωπηλατική απόδοση (Russell et al., 1998, Battista, 2004). Οι κωπηλάτες και οι κωπηλάτριες συγκρινόμενες με τον γενικό πληθυσμό υπερτερούν σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (Bourgeois et al., 2000, Bourgeois et al., 2001, Καλουπής και συν., 2004).

Το ανάστημα των παιδών της παρούσας εργασίας είναι σχεδόν ταυτόσημο με αυτό που έχει βρεθεί σε παλαιότερη εργασία από τους Kaloupsis et al., (2008) όπου μέτρησαν κωπηλάτες (n=509) ηλικίας από 11 μέχρι 16 ετών κατανεμημένους σε ξεχωριστές ηλικιακές κατηγορίες. Επιπλέον, τα επιμέρους σωματικά μήκη βρέθηκαν να συμφωνούν με την ίδια εργασία καθώς και τα ποσοστά του σωματικού λίπους και της άλιπης σωματικής μάζας.

Στην παρούσα εργασία, τα αποτελέσματα που αφορούν το σωματικό ανάστημα, τη μάζα σώματος και τα σωματικά μήκη, συμφωνούν με αυτά προγενέστερων εργασιών (Καλουπής και συν., 2004). Διαφορετικές τιμές βρέθηκαν στο ποσοστό σωματικού λίπους, με τους παίδες της παρούσας εργασίας να παρουσιάζουν μικρότερο ποσοστό (Durnin & Womersley, 1974) σε σύγκριση με τους συνομήλικους της παραπάνω εργασίας. Πιθανόν, η διαφορά αυτή να οφείλεται στη διαφορετική εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ποσοστού σωματικού λίπους (Durnin & Rahaman, 1967). Το ποσοστό σωματικού λίπους των παιδών που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα συμφωνεί με τα αποτελέσματα της έρευνας του Acka & Muniriglu (2008) που αφορά αθλητές καγιάκ μεγαλύτερης ηλικίας (21.54 ± 2.16 έτη) σε σύγκριση με τους κωπηλάτες μας.

Παλαιότερες (Bourgeois et al., 2000) καθώς και νεότερες εργασίες (Mikulic, 2008, Forjasz, 2011a, Forjasz, 2011b) αναφέρουν ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που αφορούν κωπηλάτες μεγαλύτερης ηλικίας από τους κωπηλάτες της παρούσας έρευνας. Σε όλες τις εργασίες, οι κωπηλάτες χαρακτηρίζονται από υψηλό ανάστημα, μακριά άνω και κάτω άκρα, μεγάλο εύρος ώμων και χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους. Σε αθλητές καγιάκ (Acka & Muniriglu, 2008) μεγαλύτερης ηλικίας (21.54 ± 2.16 έτη) με τους κωπηλάτες της παρούσας εργασίας έχει βρεθεί το ίδιο ανάστημα αλλά μεγαλύτερο μήκος στο καθιστό ανάστημα. Φαίνεται ότι οι αθλητές καγιάκ έχουν μακρύτερο καθιστό

ανάστημα, ενώ οι κωπηλάτες μακρύτερο μήκος κάτω άκρων. Αντίθετα, συγκρινόμενοι οι κωπηλάτες της μελέτης μας, με αθλητές της πετοσφαίρισης, μεγαλύτερης ηλικίας (18-19 ετών) φαίνεται να υστερούν ως προς το σωματικό ανάστημα και τη μάζα σώματος (Lidor & Ziv, 2010). Ομοίως, οι δοκιμαζόμενοι της έρευνας μας, υστερούν ως προς το σωματικό ανάστημα και τη μάζα σώματος συγκρινόμενοι με αθλητές ηλικίας 17-18 ετών της υδατοσφαίρισης (Konđric et al., 2012). Συνάμα, σε πρόσφατη εργασία από τον Ingebrigtsen et al. (2013) που μέτρησαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αθλητών της χειροσφαίρισης ηλικίας κάτω από 16 και κάτω από 18 έτη, βρήκαν στα αγόρια σωματικό ανάστημα (183.5-185 cm) και σωματική μάζα (76-78kg) μεγαλύτερα από τους κωπηλάτες της παρούσας εργασίας και στα κορίτσια σωματικό ανάστημα και σωματική μάζα, παρόμοια με τις κωπηλάτριες μας.

Η βιβλιογραφία για τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατριών παρέχει επαρκή στοιχεία ώστε να γνωρίζουμε ότι οι κωπηλάτριες συγκρινόμενες με τον γενικό πληθυσμό υπερτερούν στο σωματικό ανάστημα, στη σωματική μάζα και έχουν μεγαλύτερα σωματικά μήκη, διαμέτρους και περιμέτρους (Bourgois et al., 2001). Σε έρευνα αυτής της χρονιάς (Radu et al., 2015), που μελέτησε τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά 20 αθλητριών της χειροσφαίρισης, 16 της πετοσφαίρισης και 21 γυναικών που δεν συμμετέχουν σε κάποιο άθλημα, όλες ηλικίας 16-17 ετών, βρέθηκε οι αθλήτριες έναντι των μη αθλητριών να υπερτερούν σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και φαίνεται πως οι προπονητές προεπιλέγουν τις αθλήτριες με κριτήριο τις απαιτήσεις του κάθε αθλήματος.

Συγκεκριμένα, κωπηλάτριες μεγαλύτερης ηλικίας από τις κορασίδες της παρούσας εργασίας παρουσιάζουν ελαφρώς μεγαλύτερο σωματικό ανάστημα, σωματική μάζα, καθιστό ανάστημα και σωματικά μήκη. Δεν υπάρχουν δημοσιευμένες εργασίες που να παρέχουν δεδομένα για της ίδιας ηλικίας κωπηλάτριες όπως του δείγματός μας, όμως τα αποτελέσματα μαρτυρούν την ίδια τάση στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά με αυτά μεγαλύτερης ηλικίας και υψηλότερου επιπέδου κωπηλάτριες (Battista et al., 2007, Forjasz, 2011a, Lawton et al., 2012).

Επιπλέον, οι κωπηλάτριες της μελέτης μας παρουσίασαν ίδιο σωματικό ανάστημα, όμοιο ποσοστό σωματικού λίπους αλλά μικρότερη σωματική μάζα με αθλήτριες μεγαλύτερης ηλικίας (23 ± 5 έτη) του καγιάκ (Bishop, 2000). Φαίνεται πιθανόν ότι οι γυναίκες αθλήτριες να έχουν υψηλό ανάστημα από μικρή ηλικία δεδομένου ότι έχουν περάσει 15 χρόνια από την εργασία του Bishop (2000) και ότι οι γυναίκες αθλήτριες λόγω της προπόνησης να παρουσιάζουν ποσοστά σωματικού λίπους που προσεγγίζουν αυτά αθλητριών μεγαλύτερης προπονητικής και χρονολογικής ηλικίας. Επιπρόσθετα, οι κωπηλάτριες μας, συγκρινόμενες με αθλήτριες της πετοσφαίρισης ηλικίας 16 ετών (Lidor & Ziv, 2010) υστερούν τόσο στο σωματικό ανάστημα και στη σωματική μάζα. Σε σχετικά πρόσφατη έρευνα (Varamenti & Platanou, 2008) σε αθλήτριες της υδατοσφαίρισης ηλικίας 17 ± 1.2 έτη, βρέθηκαν να έχουν ίδιο σωματικό ανάστημα και σωματική μάζα με της αθλήτριες του δείγματός μας. Αντίθετα, οι δοκιμαζόμενες μας βρέθηκε να έχουν ελαφρώς χαμηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους αλλά αυτή η μικρή διαφορά

μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική μέθοδο υπολογισμού του % σωματικού λίπους.

Επιγραμματικά, βασισμένοι σε πρόσφατη εργασία από τον Forjasz (2011a) οι κωπηλάτες χαρακτηρίζονται από μεγάλο σωματικό ανάστημα και βάρος με χαμηλό δείκτη μάζας σώματος. Ιδιαίτερα έχουν μακρύ κορμό, μακριά άνω και κάτω άκρα, μεγάλο εύρος ώμων, στενή λεκάνη και επίπεδο στήθος. Επίσης χαρακτηρίζονται από μεγάλο μυϊκό σύστημα στα άνω και κάτω άκρα. Οι κωπηλάτριες παρουσιάζουν παρόμοια σωματική εικόνα με τους κωπηλάτες αλλά έχουν στενούς ώμους, μεσαίου μεγέθους λεκάνη και μεσαίου μεγέθους εύρος θώρακα.

3.9.2 Διαφορές παιδών και κορασίδων στα ανθρωπομετρικά και κινητικά χαρακτηριστικά

Οι παίδες υπερτερούν των κορασίδων σε όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, με εξαίρεση το καθιστό ανάστημα, το μήκος κορμού και τον BMI. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Arazi et al. (2011). Οι διαφορές αυτές οφείλονται σε γενετικές, βιολογικές και ορμονικές διαφορές (Fausto- Sterling, 1985). Έρευνες που ασχολούνται με την ανάπτυξη και ωρίμανση στα χρόνια της εφηβείας δείχνουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλων στο σωματικό μέγεθος, στις σωματικές διαστάσεις και αναλογίες και στο βαθμό βιολογικής ωρίμανσης (Eveleth & Tanner, 1990, Beunen et al., 2006, Haas & Campirano, 2006). Οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων γενικά εμφανίζονται περισσότερο στους αθλητές στην ηλικία 14-15 ετών. Σε αυτή την ηλικία παρατηρείται αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας και συγκεκριμένα της μυϊκής μάζας η οποία είναι μεγαλύτερη στα αγόρια σε σύγκριση με τα κορίτσια (Malina et al., 2004).

Η ομάδα των παιδών και των κορασίδων όπως αναμενόταν διέφεραν μεταξύ τους στα κινητικά χαρακτηριστικά με τους παίδες να υπερτερούν των κορασίδων στο μήκος της κουπιάς (SL) στη δύναμη/κουπιά (F_{str}), στη μέγιστη δύναμη (F_{peak}) και στην ισχύς/κουπιά (P_{str}). Οι διαφορές αυτές πιθανόν να οφείλονται στο ότι οι παίδες είχαν μεγαλύτερο σωματικό ανάστημα και μεγαλύτερα άνω και κάτω άκρα, με αποτέλεσμα να μπορούν να κάνουν μεγαλύτερη κουπιά και κατ'επέκταση να παρουσιάζουν καλύτερη επίδοση (Secher, 1983, Ingham et al., 2002). Επιπλέον, η κωπηλατική τεχνική βασίζεται στη ρυθμική έκταση και των δύο ποδιών (Secher, 1983) και η κωπηλατική επίδοση σχετίζεται με το μέγεθος των μυών των κάτω άκρων (Yoshiga et al., 2000). Οι γυναίκες φέρουν μικρότερου μεγέθους μύες στα κάτω άκρα (Wilmore & Costill, 1999b) συγκρινόμενες με τους άνδρες. Αυτό πιθανόν εξηγεί τη συνολική διαφορά στην επίδοση.

Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με αυτά της εργασίας από τον Mc Gregor et al. (2008) όπου λόγω της διαφοράς στη σωματική μάζα και στο ανάστημα, η καμπύλη της δύναμης διέφερε μεταξύ των ανδρών και γυναικών. Η παραγόμενη ισχύς και το έργο αυξάνονταν με την αύξηση της έντασης, με τους άνδρες να υπερτερούν ($p < 0.001$). Οι παίδες παρουσίασαν μικρότερη φάση τραβήγματος από τις κορασίδες που δεν αξιολογείται στατιστικά σημαντική αλλά συμφωνεί με τα αποτελέσματα άλλης εργασίας από τον Ng et al. (2012).

3.9.3 Σχέση κινητικών χαρακτηριστικών με κωπηλατικό ρυθμό

Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι ο ρυθμός (SR) συσχετίζεται αρνητικά με το μήκος της κουπιάς δηλ. ότι το μήκος της κουπιάς (SL) σε ρυθμούς χαμηλούς είναι μεγαλύτερο και σε υψηλούς ρυθμούς το SL μειώνεται. Και σε άλλες εργασίες έχουν παρατηρηθεί διαφορές στα κινητικά χαρακτηριστικά κυρίως με διαφορά ρυθμού 4 strokes.min⁻¹. Από την προπονητική παρατήρηση και από παλαιότερες εργασίες (Mc Gregor et al., 2004, Cerne et al., 2013) έχει σημειωθεί ότι οι κωπηλάτες, ιδιαίτερα αυτοί που δεν έχουν μεγάλη τεχνική εμπειρία, τείνουν στους υψηλούς ρυθμούς να μειώνουν το μήκος της κουπιάς καθώς δεν μπορούν να εφαρμόσουν μεγάλη δύναμη στη λαβή και προσπαθούν να διατηρήσουν την ταχύτητα της λέμβου διατηρώντας υψηλό ρυθμό κωπηλάτησης.

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά του Cerne et al. (2013), όπου σε κωπηλάτες της ίδιας ηλικίας (15-18 έτη) βρήκε ότι το μήκος της κουπιάς σε χαμηλούς ρυθμούς (26 strokes.min⁻¹) αυξάνεται ενώ σε υψηλότερους ρυθμούς (34 strokes.min⁻¹) μειώνεται. Στην ίδια εργασία, διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι τόσο η μέγιστη δύναμη τραβήγματος στη λαβή (F_{peak}) όσο και μέση δύναμη τραβήγματος στη λαβή (F_{str}) αυξάνονται με την αύξηση του ρυθμού. Επιπλέον οι τιμές της μέγιστης δύναμης τραβήγματος στη λαβή (F_{peak}) κυμαίνονταν από 760-1021 N και της μέσης δύναμης τραβήγματος στη λαβή (F_{str}) ήταν από 288-446 N, οι οποίες είναι συναφείς με τις τιμές των κωπηλατών που βρέθηκαν στην παρούσα εργασία. Αυτό συμβαίνει γιατί η εφαρμογή της δύναμης εξαρτάται από τη γνώση της κωπηλατικής τεχνικής όπου σαφώς σε αυτές τις ηλικίες δεν είναι στερεωμένη όπως στους έμπειρους κωπηλάτες.

Ο Hofmijster et al. (2007) εξέτασε την επίδραση της αλλαγής των ρυθμών σε 9 έμπειρους κωπηλάτες του σκιφ στα κινητικά χαρακτηριστικά της ισχύος και στο τόξο της κουπιάς. Οι ρυθμοί ήταν αυτοί των 20, 24, 28, 32 και 36 (strokes.min⁻¹). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ισχύς αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού και το τόξο της κουπιάς παρουσίασε μια ελαφρά μείωση με την αύξηση του ρυθμού, χωρίς όμως να αξιολογείται ως στατιστικά σημαντική.

Σε άλλη εργασία από τους Dimakoroulou et al. (2007) βρέθηκε ότι το μήκος της κουπιάς παρουσίασε μια αυξητική τάση όταν η παραγόμενη ισχύς μειωνόταν άρα και ο ρυθμός (strokes.min⁻¹) έπεφτε. Η εργασία αυτή σε εφήβους, κατέδειξε ότι οι κωπηλάτες προτιμούν να κωπηλατούν σε υψηλό ρυθμό και να μειώνουν το μήκος της κουπιάς.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά του Mc Gregor et al. (2004) όπου κωπηλάτες κολλεγιακού επιπέδου δοκιμάστηκαν για τέσσερα λεπτά σε ρυθμό κωπηλάτησης 17-20, 24-28 και 28-36 strokes.min⁻¹. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη δύναμη (F_{peak}) δεν άλλαξε με την αύξηση του ρυθμού παρόλο που διαφάνηκε μια τάση μείωσης στον υψηλό ρυθμό, το μήκος της κουπιάς παρέμεινε σχετικά σταθερό και η παραγόμενη ισχύς αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά με την αύξηση του ρυθμού.

Σε παλαιότερη μελέτη από τον Kleshnev (1996) που έγινε σε κωπηλάτες υψηλού επιπέδου ζητήθηκε να κωπηλατήσουν για ένα λεπτό σε ρυθμό προπόνησης (26.0±3.2 strokes.min⁻¹), σε ρυθμό αγώνα (32.0±2.4 strokes.min⁻¹) και σε υπομέγιστο ρυθμό (36.5±2.7 strokes.min⁻¹). Η δύναμη στη λαβή, η

παραγόμενη ισχύς και η ταχύτητα της λαβής αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού.

Στη παρούσα μελέτη συμμετείχαν και κωπηλάτριες της αγωνιστικής κατηγορίας των κορασίδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κωπηλάτριες άλλαζαν τις κινητικές παραμέτρους ανά 500m. Η παραγόμενη ισχύς παρουσίασε σημαντική συσχέτιση με τον ρυθμό.

Σε μία εργασία από τον Hofmijster et al. (2009) που συμμετείχαν 17 κωπηλάτριες (22.5 ± 2.6 έτη) μεσαίου αγωνιστικού επιπέδου βρέθηκε ότι η παραγόμενη ισχύς αυξήθηκε με την αύξηση του ρυθμού και αυτό βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Τα αποτελέσματα που αφορούν το μήκος της κουπιάς, συμφωνούν με αυτά της εργασίας των Hofmijster et al. (2009) καθώς το SL παρουσιάζει μείωση ανά 500m.

3.9.4 Πρόβλεψη της επίδοσης του χρόνου 2km

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η πρόβλεψη του χρόνου στα 2km σε κωπηλατοεργόμετρο μπορεί να γίνει από δύο δέσμες παραγόντων, τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς και τα σωματικά μήκη. Η παρούσα έρευνα συμφωνεί με πολλές προγενέστερες εργασίες (Russell et al., 1998, Jurimae et al., 2000, Huang et al., 2007, Schranz et al., 2012) με τα σωματικά μήκη να συμβάλλουν σημαντικά στην κωπηλατική επίδοση. Τα μακριά άνω και κάτω άκρα που χρησιμοποιούνται ως μοχλοί, δίνουν πλεονέκτημα στους κωπηλάτες/τριες, καθώς συμβάλλουν αποτελεσματικά στο μεγαλύτερο μήκος κουπιάς με συνέπεια τη μεγαλύτερη μετατόπιση της λέμβου. Δεν υπάρχει, όσο γνωρίζουμε, κάποια δημοσιευμένη μελέτη που να αναφέρει τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς (δηλ. F_{str} , F_{peak} , P_{str}) να συμμετέχουν σε κάποιο μοντέλο πρόβλεψης. Ωστόσο, από την εμβιομηχανική ανάλυση, η εφαρμοζόμενη δύναμη και η παραγόμενη ισχύς συσχετίζονται σημαντικά με την κωπηλατική επίδοση και περιγράφονται ως βασικά χαρακτηριστικά της κωπηλατικής τεχνικής (Redgrave 1995, Nolte 2005).

3.9.5 Κινητικά χαρακτηριστικά παιδών και κορασίδων ανά 500m

Ο ρυθμός ($strokes.min^{-1}$) στους παίδες παρουσίασε αύξηση στα πρώτα και τελευταία 500m της αγωνιστικής απόστασης των 2km στο κωπηλατοεργόμετρο ενώ το μήκος της κουπιάς (SL) στο δύο ενδιάμεσα 500m (500-1000m & 1000-1500m) εμφανιζόταν μεγαλύτερο. Αυτό είναι σύμφωνο με την εργασία του Kleshnev (2001). Συγκεκριμένα στην εργασία αυτή, τόσο η F_{str} όσο και η F_{peak} κατά τη διάρκεια των 2km και ανά 500m ακολουθούν μια πτωτική τάση, όπου στατιστικά σημαντική είναι η διαφορά μεταξύ των Q1 (0-500m)-Q2 (500-1000m). Πιθανόν, αυτό να οφείλεται στο ότι μετά τα πρώτα 500m μέχρι και τα 1500m διατηρούν ένα σταθερό ρυθμό αγώνα, με μικρά ενδιάμεσα 'ανεβάσματα' και διατηρούν ένα σταθερό όπως είδαμε ρυθμό ($strokes.min^{-1}$) και αυξάνουν το μήκος της κουπιάς (SL). Συγχρόνως, η παραγόμενη ισχύς (P_{str}) ακολουθεί την ίδια πτωτική τάση, με μια σταθεροποίηση μετά τα πρώτα 500m και μέχρι τα 1500m, και μια αύξηση στα τελευταία 500m.

Στην ομάδα των κορασίδων, τα κινητικά χαρακτηριστικά ακολουθούν την ίδια τάση με αυτά των παιδών, με εξαίρεση το μήκος της κουπιάς (SL) το οποίο εμφανίζεται ελαφρώς πιο σταθερό ανά 500m. Το αποτέλεσμα αυτό είναι

σύμφωνο, με την εργασία των Sealey et al., (2011) που αφορά αθλήτριες του κανό οι οποίες διατηρούσαν σταθερό το μήκος της κουπιάς σε προσπάθεια 1000m (ανά 250m δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά).

Δεν έχουμε δεδομένα σχετικά με το πώς αυξάνονται ή μειώνονται το μήκος της κουπιάς, η εφαρμοζόμενη δύναμη και η παραγόμενη ισχύς ανά 500m, καθώς τα στοιχεία που διαθέτουμε από τη βιβλιογραφία αφορούν στοιχεία από επίσημους αγώνες και που υπάρχει η δυνατότητα να μετρήσουν το ρυθμό ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$), την ταχύτητα της λέμβου και τους χρόνους. Αυτό όμως που παρατηρούμε από την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας, είναι ότι οι δοκιμαζόμενοι/ες κωπηλάτες/τριες ακολουθούν τον ‘ παραβολικό τύπο τακτικής ή αντίστροφο J’ που ακολουθούν η πλειοψηφία των κωπηλατών, εθνικού, ολυμπιακού ή παγκοσμίου επιπέδου (Kleshnev 2001, Garland 2005, Muehlbauer et al., 2010). Με αφορμή αυτό το αποτέλεσμα, σχεδιάσαμε και την 2^η μελέτη που αφορά τις μεθόδους τακτικής.

3.10 Συμπεράσματα

Από την επεξεργασία και την συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας συνάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδών και κορασίδων είχαν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές.

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά τόσο των παιδών όσο και των κορασίδων ακολουθούν τα δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Στην ομάδα των παιδών όσο αυξάνεται ο κωπηλατικός ρυθμός μειώνεται το μήκος κουπιάς (SL) και στην ομάδα των κορασίδων αυξάνεται η ισχύς ανά κουπιά.

Ο κωπηλατικός ρυθμός και όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά ανά 500m στους παίδες-κορασίδες.

Οι παράγοντες που αναδείχθηκαν ότι μπορούν να προβλέψουν τον τελικό χρόνο των 2km είναι τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς και τα σωματικά μήκη.

IV. ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΛΕΤΗ

Η σύγκριση διαφορετικών αγωνιστικών τακτικών στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά κωπηλατών

4.1 Περίληψη

Στη δεύτερη εργασία που είχε σκοπό να εξετάσει τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής και πώς επηρεάζουν τις κινητικές και φυσιολογικές παραμέτρους, συμμετείχαν 15 κωπηλάτες (15.37 ± 1.34 έτη, ανάστημα 175.96 ± 6.34 cm, σωματική μάζα 72.84 ± 10.13 kg). Στην πρώτη επίσκεψη εξοικειώθηκαν με το χώρο του εργαστηρίου, υπεβλήθησαν σε σωματομετρήσεις και στη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (59.97 ± 4.86 ml·kg⁻¹·min⁻¹). Κατά την δεύτερη επίσκεψη τους πραγματοποίησαν τον προσομοιωμένο αγώνα κωπηλασίας κατά βούληση (αυτοεπιλογή τακτικής, BPS) με σκοπό την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου. Κατά την τρίτη και τέταρτη επίσκεψη τους πραγματοποιήθηκε κωπηλατοεργομέτρηση 2 km με σκοπό την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου με τρόπο αργό (SPS) ή σταθερό (EPS) τα πρώτα 1000m που υπεδείχθη από τον ερευνητή. Μετρήθηκαν σε όλες τις δοκιμασίες η πρόσληψη οξυγόνου (VO₂), ο πνευμονικός αερισμός (VE), ο όγκος του εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα (VCO₂), το αναπνευστικό πηλίκιο (RER) και η καρδιακή συχνότητα (HR). Από τα κινητικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών καταγράφηκαν ο ρυθμός (SR), το μήκος της κουπιάς (SL), η ταχύτητα της λαβής στο τράβηγμα (H_v), η δύναμη στο τράβηγμα (F_{str}), η μέγιστη δύναμη στο τράβηγμα (F_{peakDrive}) και η ισχύς ανά κουπιά (P_{str}). Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προσπάθειας οι δοκιμαζόμενοι, υπεδείκνυαν το βαθμό στην κλίμακα της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Borg scale). Το γαλακτικό μετρήθηκε κατά την παθητική αποκατάσταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καλύτερη επίδοση στην απόσταση των 2 km παρουσιάστηκε στην BPS (7:09:12 min:sec:ms) συγκριτικά με την επίδοση της SPS (7:14:13 min:sec:ms) και της EPS (7:14:08 min:sec:ms). Στην τακτική BPS ο ρυθμός (strokes·min⁻¹) ήταν υψηλότερος σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους τακτικής ενώ το μήκος της κουπιάς (SL) στην ίδια τακτική ήταν μικρότερο. Στα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά (H_v, F_{str}, F_{peak}, P_{str}) δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Οι σχετικές τιμές της VO₂ (ml·Kg⁻¹·min⁻¹) στο τέλος της αγωνιστικής προσπάθειας δεν είχαν σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Ο πνευμονικός αερισμός (VE) ήταν υψηλός και στις τρεις μεθόδους τακτικής στα 2 km, με τη μέθοδο BPS να εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες τακτικές. Επιπλέον, η συγκέντρωση γαλακτικού κατά την αποκατάσταση δε διέφερε μεταξύ των τακτικών (p=0.308). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η καμπύλη της κινητικής της πρόσληψης οξυγόνου (t_{1/2}) όπου δε βρέθηκε να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής.

Συμπεραίνουμε ότι οι δοκιμαζόμενοι με τη μέθοδο τακτικής BPS, που ομοιάζει με αυτή της παραβολικής τακτικής, που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους κωπηλάτες υψηλού επιπέδου, διατηρώντας υψηλό ρυθμό κωπηλάτησης πετυχαίνουν την καλύτερη επίδοση στα 2km και είναι μεταβολικά εξίσου οικονομική με την αργή ή την σταθερή.

4.2 Εισαγωγή

Για τις μεταβολικές απαιτήσεις έχει διατυπωθεί η άποψη ότι στην κωπηλασία συμμετέχει κατά 70-75% ο αερόβιος μηχανισμός και 25%-30% ο αναερόβιος μηχανισμός (Hagerman, 1984). Ο αναερόβιος μηχανισμός συμμετέχει περισσότερο ενεργά στην εκκίνηση, δηλαδή στα πρώτα 250m και στα τελευταία 250m της αγωνιστικής απόστασης (Gustafsson et al., 1996).

Στην αγωνιστική κωπηλασία οι φυσιολογικοί, σωματικοί, τεχνικοί παράγοντες είναι άκρως σημαντικοί αλλά για την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου, άρα και της νίκης, η τακτική που ακολουθεί ο κωπηλάτης ή το πλήρωμα μέσα στον αγώνα, συνεπικουρεί με όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες για το επιθυμητό αποτέλεσμα. Οι αθλητές οφείλουν να καταναείμουν τη δαπανώμενη ενέργεια τους κατά τη διάρκεια του συνόλου της προσπάθειάς τους με τέτοιο τρόπο ώστε να μεγιστοποιήσουν την απόδοση τους. Επιπλέον, ανάλογα με την τακτική που ακολουθείται, υπάρχουν διακυμάνσεις του ρυθμού κατά τη διάρκεια της προσπάθειας. Οι αθλητές συνηθίζουν να σταθεροποιούν ή να αλλάζουν το ρυθμό κωπηλάτησής τους ή τη δαπανώμενη ενέργειά τους κάθε 500m και 1000m, με εξαίρεση την αρχή της κούρσας (200m) και τα τελευταία 250m της απόστασης. Για το λόγο αυτό, και για την καλύτερη ανάλυση των στοιχείων της αγωνιστικής απόστασης των 2 km, η πλειοψηφία των δημοσιευμένων εργασιών, παρουσιάζουν δεδομένα κάθε 500m (Muehlbauer et al., 2010, Garland 2005, Kleshnev 2001).

Δημοσιευμένες μελέτες που αφορούν τις μεθόδους τακτικής στην αγωνιστική κωπηλασία, έχουν δείξει ότι η τακτική που προτιμάτε από υψηλού επιπέδου κωπηλάτες είναι αυτή της παραβολής, της αρνητικής (αργής) και της σταθερής. Η επιλογή της τακτικής τα πρώτα μέτρα μπορεί να επηρεάσει τη συνολική επίδοση των αθλητών (Foster et al., 2004). Επιπλέον, οι αθλητές επιλέγουν την τακτική τους με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους και τη γνώση της δοκιμασίας που καλούνται να εκτελέσουν (Tucker & Noakes, 2009). Η παραβολική τακτική χαρακτηρίζεται από τη γρήγορη εκκίνηση και διατήρηση της ταχύτητας ή υψηλού ρυθμού κουπιών/λεπτό τα πρώτα 500m, στο μέσο της κούρσας και μέχρι και τα 1500m διατηρούν ένα σταθερό ρυθμό, χαμηλότερο από τα πρώτα 500m, και στα τελευταία 500m αυξάνουν πάλι τον κωπηλατικό ρυθμό άρα και την ταχύτητα της λέμβου (Secher 1983, Garland 2005). Στην αρνητική (αργή) τακτική οι αθλητές αυξάνουν την ταχύτητά τους σταδιακά στη διάρκεια του αγώνα, πραγματοποιώντας μια τελική αύξηση της ταχύτητας στο τέλος της προσπάθειας. Στη σταθερή τακτική οι αθλητές επιλέγουν μια σταθερή ταχύτητα ελαχιστοποιώντας έτσι την επιτάχυνση και επιβράδυνση.

Η επιλογή της κατάλληλης τακτικής είναι σημαντική για την επίτευξη της νίκης σε αγωνιστικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα μελετών σχετικά με την τακτική σε κωπηλατοεργόμετρο δεν είναι σαφή. Υποστηρίζεται από θεωρητικά μοντέλα ότι μια πιο σταθερή τακτική, αξιοποιώντας το αναερόβιο κατώφλι, πιθανόν να είχε καλύτερα αποτελέσματα στην κωπηλατική απόδοση (Fucuba&Whipp, 1999). Αυτό όμως δεν έχει μελετηθεί εργαστηριακά. Αντίθετα οι περισσότεροι κωπηλάτες υιοθετούν την τακτική της παραβολής (Garland, 2005) ως την πιο επωφελή. Οι μέχρι τώρα δημοσιευμένες μελέτες που αφορούν την παρέμβαση της ταχύτητας στα πρώτα μέτρα διαφορετικών τακτικών έχουν διφορούμενα

αποτελέσματα. Σε εργασία με ποδηλάτες (De koning et al., 1999) βρέθηκε ότι η γρήγορη ταχύτητα στην αρχή βελτίωσε τους τελικούς χρόνους. Αντίθετα, σε άλλη μελέτη δε βρέθηκε καμία διαφορά μεταξύ γρήγορης, σταθερής και αργής τακτικής στην τελική απόδοση (Hetting et al., 2006). Κωπηλάτες σε προσομοιωμένη κωπηλασία παρουσίασαν σταθερή τακτική (Brown et al., 2010). Παρόλο που υπάρχουν επιστημονικές δημοσιεύσεις που περιγράφουν τις μεθόδους τακτικής σε συνθήκες αγωνιστικής κωπηλασίας, υπάρχουν ελάχιστες εργασίες που εξετάζουν τις μεθόδους τακτικής σε εργαστηριακές συνθήκες. Μέχρι στιγμής, απ'όσο γνωρίζουμε, δεν υπάρχει εργασία που να εξετάζει την επίδραση της αυτοεπιλεγόμενης (BPS), της αργής (SPS) και της σταθερής τακτικής (EPS) στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά τόσο στα δύο πρώτα πεντακόσια μέτρα, στο πρώτο χιλιόμετρο και στη συνολική απόσταση των 2km σε κωπηλατοεργόμετρο.

Συγκεκριμένα στο άθλημα της κωπηλασίας τα δεδομένα που έχουμε σχετικά με τις μεθόδους τακτικής που ακολουθούνται σε επίσημους διεθνείς αγώνες, προέρχονται από παρατήρηση και λιγότερο από εργαστηριακά στοιχεία. Μέχρι τώρα δεν έχει εξετασθεί η επίδραση διαφορετικών τακτικών του αγώνα στις φυσιολογικές απαιτήσεις του αθλήματος και στην επίδοση. Για το λόγο αυτό, σκοπός της εργασίας είναι να εξετάσουμε την επίδραση διαφορετικών μεθόδων τακτικής στην συνολική επίδοση και στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά στα 2km κωπηλατοεργομέτρησης σε αγωνιστικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, αυτή η εργασία συνέκρινε α) την επίδραση της αυτοεπιλεγόμενης (BPS), της αργής (SPS) και της σταθερής (EPS) τακτικής στην επίδοση, στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά στην απόσταση των 2km και β) τα πρώτα και δεύτερα 1km των τριών διαφορετικών τακτικών σε όλες τις παραμέτρους της απόδοσης (επίδοση, κινητικές, φυσιολογικές). Υποθέσαμε ότι η τακτική της αυτοεπιλογής (BPS) θα είναι η πιο αποδοτική συγκριτικά με τις άλλες δύο (SPS, EPS).

4.2.1 Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων

Η γενική ερευνητική ερώτηση για την 2^η εργασία είναι με την ελεύθερα επιλεγόμενη (BPS) από τους ίδιους τους κωπηλάτες τακτική, επιτυγχάνεται καλύτερη επίδοση συγκρινόμενη με τις τακτικές της αργής (SPS) ή σταθερής (EPS) κωπηλάτησης των πρώτων 1000m;

Ποια από τις τρεις τακτικές έχει μικρότερες φυσιολογικές απαιτήσεις;

Υπάρχουν διαφορές στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο πρώτων 500m;

Υπάρχουν διαφορές στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ των πρώτων και δεύτερων 1000m, της απόστασης των 2 km;

4.2.1.2 Ερευνητικές υποθέσεις

Οι υποθέσεις που διατυπώνονται είναι:

Αναμένεται στατιστικά σημαντική διαφορά στο συνολικό χρόνο των 2km μεταξύ της αυτοεπιλεγόμενης (BPS) και της 4% αργής (SPS) και σταθερής τακτικής (EPS).

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της αυτοεπιλεγόμενης (BPS) και της 4% αργής (SPS) και σταθερής τακτικής (EPS) ως προς τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά.

Αναμένονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά μεταξύ των πρώτων και δεύτερων 1000m, της συνολικής απόστασης των 2km.

4.2.2 Μεταβλητές

4.2.2.1 Ανεξάρτητες

1. Διαφορετικές κωπηλατικές αποστάσεις στα δύο πρώτα 500m (Q1: 0-500m, Q2: 500-1000m και στα πρώτα και δεύτερα 1000m (0-1000m, 1000-2km)
2. Διαφορετικές τακτικές αγώνα (BPS, SPS, EPS)

4.2.2.2 Εξαρτημένες

Ένα σύνολο επιλεγμένων κινητικών παραμέτρων της επίδοσης όπως ο ρυθμός, το μήκος της κουπιάς, η παραγόμενη ισχύς σε κάθε κουπιά, η μέση εφαρμοζόμενη δύναμη στη λαβή σε κάθε κουπιά, η μέγιστη δύναμη στη λαβή, ο χρόνος για την επίτευξη της μέγιστης δύναμης, καθώς επίσης ο χρόνος τραβήγματος της κουπιάς.

Συγκεκριμένα φυσιολογικά χαρακτηριστικά όπως: την πρόσληψη οξυγόνου (VO_2), τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2peak}), τον αερισμό ανά λεπτό (VE), το αναπνευστικό πηλίκο (RER), την καρδιακή συχνότητα κατά την προσπάθεια (HR), το γαλακτικό (La) κατά την αποκατάσταση.

Επιπλέον την επίδοση (συνολικός χρόνος στα 2km) και την αντιλαμβανόμενη προσπάθεια (RPE) .

4.2.3 Οριοθετήσεις- Περιορισμοί

Η μελέτη οριοθετείται από τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Η ηλικία και το φύλο των δοκιμαζόμενων αποτελεί βασικό περιορισμό της έρευνας. Οι συμμετέχοντες ήταν άρρενες αθλητές της κωπηλασίας νεαρής ηλικίας. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα της μελέτης δεν μπορούν να γενικευτούν σε άλλα αθλήματα και σε γυναίκες αθλήτριες.

4.3 Μέθοδος

4.3.1 Δείγμα

Το δείγμα μας για την 2^η εργασία (διαφορετικές τακτικές αγώνα) αποτέλεσαν 15 κωπηλάτες (ηλικία 15.37 ± 1.34 έτη, ανάστημα 175.9 ± 6.34 cm, σωματικό βάρος 72.8 ± 10.1 kg) αγωνιστικού επιπέδου, με τουλάχιστον κωπηλατική εμπειρία 3 ετών. Η επιλογή των αθλητών έγινε μετά από ενημέρωση σε εν ενεργεία κωπηλάτες συλλογικού επιπέδου της κατηγορίας παιδών. Στους αθλητές μοιράστηκε έντυπο υλικό με πληροφορίες που αφορούν τη διαδικασία των μετρήσεων. Οι συμμετέχοντες επιστρατεύτηκαν από τους Κωπηλατικούς Συλλόγους της περιφέρειας και του κέντρου. Οι δοκιμαζόμενοι και οι προπονητές τους ενημερώθηκαν γραπτώς και προφορικώς για τους σκοπούς της έρευνας, το σύνολο των ερευνητικών διαδικασιών που θα λάμβαναν μέρος, τους τυχόν κινδύνους που μπορεί να προέκυπταν, καθώς και το δικαίωμα τους να

αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε χρονική στιγμή επιθυμούσαν. Πριν την έναρξη των μετρήσεων υπέγραψαν δήλωση συγκατάθεσης οι αθλητές και οι προπονητές (παράρτημα 7.2). Η μελέτη είχε την έγκριση του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τους ζητήθηκε να απέχουν από έντονες φυσικές δραστηριότητες το τελευταίο εικοσιτετράωρο πριν από κάθε δοκιμασία, ενώ έπρεπε να έχουν λάβει το τελευταίο γεύμα τους τουλάχιστον τρεις ώρες πριν τη μέτρηση.

Όλοι οι συμμετέχοντες ακολούθησαν κοινό πρόγραμμα προπόνησης κωπηλασίας σύμφωνα με τη καθοδήγηση της Ελληνικής Κωπηλατικής Ομοσπονδίας Φίλαθλων Ναυτικών Σωματείων.

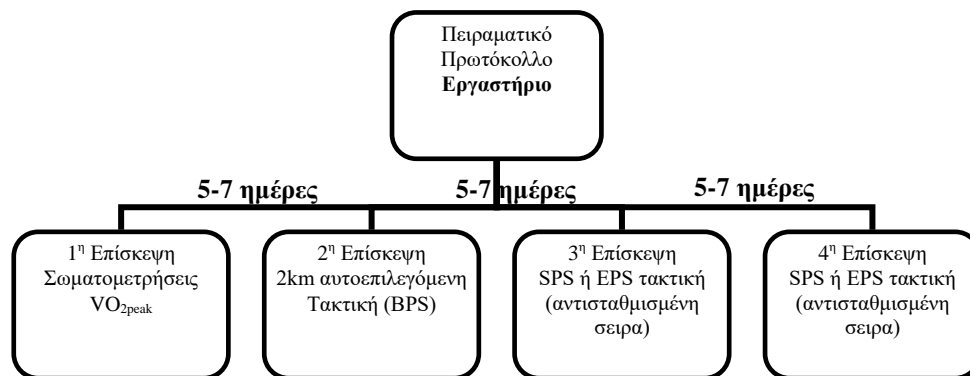
4.3.2 Χρόνος και τόπος διεξαγωγής των μετρήσεων

Όλες οι μετρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια της χειμερινής προετοιμασίας των αθλητών (23 Νοεμβρίου- 21 Δεκεμβρίου 2014). Όλες οι μετρήσεις (σωματομετρήσεις και κωπηλατοεργομέτρηση) έγιναν στο εργαστήριο του Κλασσικού Αθλητισμού του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν 18-20 °C και η σχετική υγρασία κυμαινόταν από 50-60%.

4.3.3 Πρωτόκολλο

Εργαστήριο

Οι δοκιμαζόμενοι προσήλθαν στο εργαστήριο συνολικά τέσσερις φορές (Σχήμα 4.1). Η μια επίσκεψη από την άλλη απείχαν τουλάχιστον μια εβδομάδα. Στην πρώτη επίσκεψη εξοικειώθηκαν με το χώρο του εργαστηρίου, υπεβλήθησαν σε σωματομετρήσεις και στη δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Κατά την δεύτερη επίσκεψη τους πραγματοποίησαν τον προσομοιωμένο αγώνα κωπηλασίας κατά βούληση (αυτοεπιλογή τακτικής, BPS) με σκοπό την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου. Κατά την τρίτη και τέταρτη επίσκεψη τους πραγματοποιήθηκε κωπηλατοεργομέτρηση 2 km με σκοπό την επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου με τον τρόπο (αργό (SPS) ή σταθερό (EPS) τα πρώτα 1000m) που υπεδείχθη από τον ερευνητή. Η τιμή 4% πιο αργά υπολογίστηκε με βάση τη μέση ταχύτητα από τη δοκιμασία της αυτοεπιλογής (BPS). Η ταχύτητα της σταθερής τακτικής (EPS) ήταν η μέση ταχύτητα από την τακτική της αυτοεπιλογής (BPS). Η σειρά της τακτικής ήταν κατά τυχαίο τρόπο. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία καταγράφονταν. Μετρήθηκαν σε όλες τις δοκιμασίες η πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_2$), ο πνευμονικός αερισμός (VE), ο όγκος του εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα ($\dot{V}CO_2$), το αναπνευστικό πηλίκο (RER) και η καρδιακή συχνότητα (HR). Από τα κινητικά χαρακτηριστικά των δοκιμασιών καταγράφηκαν ο ρυθμός (SR), το μήκος της κουπιάς (SL), η ταχύτητα της λαβής στο τράβηγμα (H_v), η δύναμη στο τράβηγμα (F_{str}), η μέγιστη δύναμη στο τράβηγμα ($F_{peakDrive}$) και η ισχύς ανά κουπιά (P_{str}). Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας από το μόνιτορ του κωπηλατοεργομέτρου καταγραφόταν ο ολικός χρόνος (min:s:ms) και ο χρόνος ανά 500m (m:s/500m).



Σχήμα 4.1. Πειραματικό Πρωτόκολλο

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προσπάθειας οι δοκιμαζόμενοι, υπεδείκνυαν το βαθμό στην κλίμακα της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Παράρτημα 7.4).

Κατά την παθητική αποκατάσταση το γαλακτικό μετρήθηκε το 3^ο, 5^ο και 7^ο min καθώς και η καρδιακή συχνότητα.

Όλες οι δοκιμασίες για τους συμμετέχοντες πραγματοποιήθηκαν την ίδια ώρα της ημέρας και στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν την ίδια προθέρμανση πριν από κάθε δοκιμασία η οποία περιελάμβανε 10min στο κωπηλατοεργόμετρο και 5min επιλεγμένες διατακτικές ασκήσεις.

4.3.3.1 Σωματομετρήσεις

Η μέτρηση του αναστήματος έγινε με σταθερό αναστημόμετρο Sega se v 91 (England). Το ανάστημα μετρήθηκε στο πλησιέστερο 0.5 εκατοστό (cm).

Η μέτρηση του σωματικού βάρους έγινε με τον ηλεκτρονικό ζυγό (S sega alpha model 770, England) μέγιστου σωματικού βάρους 130 kg και ελάχιστου 2Kg, με ακρίβεια 0.1 χιλιόγραμμα.

Για την εκτίμηση του ποσοστού του σωματικού λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης του πάχους των λιποδερματικών πτυχών οι οποίες ανεγέρθησαν σε ορισμένες περιοχές του δεξιού ημιμορίου του σώματος. Η μέτρηση έγινε με μεταλλικό δερματοπτυχόμετρο τύπου (Harpenden, RH15 9LB, England).

4.3.3.2 Δοκιμασία 2Km

Για τη δοκιμασία της κωπηλατοεργομέτρησης των 2 km χρησιμοποιήθηκε το κωπηλατοεργόμετρο Concept2. Το κωπηλατοεργόμετρο (Concept2, Model D, Morrisville, Vermont, USA) είναι ένα όργανο (προσομοιωτής) το οποίο επιτρέπει στον ασκούμενο να εκτελεί την κωπηλατική τεχνική στην ξηρά (Hahn et al., 2000).

4.3.3.3 Weba Sport's Fitro Rower

Το Weba Sport's Fitro Rower (Wien, Austria) είναι ένα όργανο το οποίο έχει κατασκευαστεί για να τοποθετείται στο κωπηλατοεργόμετρο τύπου Concept2 (Model D) έτσι ώστε να δίδονται περισσότερα επιστημονικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για παραπέρα ανάλυση των αποτελεσμάτων και δυνατοτήτων των κωπηλατών (Rajković et al., 2011).

4.3.3.4 Φορητό εργοσπιρόμετρο

Κατά τη διάρκεια προσδιορισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2peak}) και των προσομοιωμένων αγώνων κωπηλασίας, οι κωπηλάτες ήταν συνδεδεμένοι με του ανοιχτού κυκλώματος εργοσπιρόμετρο (CPET, Cosmed, Italy) για να μετρηθούν αναπνευστικές παράμετροι σε κάθε αναπνοή (breath-by-breath) και ταυτόχρονα η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας γινόταν με τηλεμετρικό σύστημα (Polar S710, Finland). Το συγκεκριμένο εργοσπιρόμετρο έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες και η αξιοπιστία του και η εγκυροτητά του είναι υψηλή (Nieman et al., 2013). Όλα τα δεδομένα αποθηκεύονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για περαιτέρω ανάλυση.

4.3.3.5 Γαλακτικό

Για τη μέτρηση του γαλακτικού στο τριχοειδικό αίμα, χρησιμοποιήθηκε φορητός αναλυτής τύπου (Lactate Plus, Nova Biomedica, USA). Το συγκεκριμένο όργανο χρησιμοποιεί έναν ηλεκτροχημικό βιοαισθητήρα γαλακτικής οξειδάσης για να μετρήσει το γαλακτικό σε όλο το αίμα. Ένα δείγμα αίματος 0.7 μ L απαιτείται και αναλύεται σε 13 sec. Η ταινίες που χρησιμοποιούνται δεν απαιτούν ταινία καλιμπραρίσματος. Το Lactate Plus είναι εφοδιασμένο με δύο επίπεδα ποιοτικού συστήματος ελέγχου διαλύματος (level 1: 1.0-1.6mM; level 2: 4.0-5.4mM) που χρησιμοποιούνται πριν τη μέτρηση ώστε να εξασφαλίζεται ο σωστός χειρισμός του αναλυτή (Tanner et al., 2010).

4.4 Διαδικασία μετρήσεων

4.4.1 1^η επίσκεψη

Σωματομετρήσεις

Κατά τη διάρκεια της πρώτης επίσκεψης στο εργαστήριο οι δοκιμαζόμενοι εξοικειώθηκαν με το χώρο και υποβλήθηκαν σε σωματομετρήσεις για τη μέτρηση του αναστήματος, του σωματικού βάρους, του καθιστού αναστήματος, του μήκους του κορμού και των άνω και κάτω άκρων. Επιπλέον μετρήθηκαν και τέσσερις δερματοπτυχές (δικεφαλική, τρικεφαλική, υποωμοπλατιαία, υπερλαγόνια). Ο υπολογισμός του δείκτη μάζας σώματος (BMI) και του ποσοστού του σωματικού λίπους (%) έγιναν στη συνέχεια εφαρμόζοντας τις κατάλληλες εξισώσεις. Οι σωματομετρήσεις διεξήχθησαν πριν την πρώτη μέτρηση. Όλες οι σωματομετρήσεις μετρήθηκαν στη δεξιά πλευρά του σώματος από τον ίδιο ερευνητή. Οι συμμετέχοντες προσήλθαν φορώντας ελάχιστη αθλητική περιβολή (κωπηλατικό κορμάκι ή κολάν).

Κωπηλατοεργομέτρηση

Στη συνέχεια διεξήχθη η δοκιμασία της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε κωπηλατοεργόμετρο (Concept 2, Model D, Morrisville, Vermont) με συνεχόμενο και σταδιακά αυξανόμενο πρωτόκολλο επιβάρυνσης με σκοπό να καταγραφεί η μέγιστη απόδοση των κωπηλατών και στη συνέχεια να ελεγχθεί αν στις δοκιμασίες (τακτικές) προσέγγισαν τη μέγιστη απόδοση. Ακολούθησαν την προκαθορισμένη προθέρμανση. Με την ολοκλήρωση της προθέρμανσης, τοποθετούνταν η ζώνη του καρδιοσυχνόμετρου στον αθλητή για την καταγραφή των καρδιακών σφυγμών σε πραγματικό χρόνο (Polar S710, Finland). Στη συνέχεια τοποθετούνταν η μάσκα όπου ο εκπνεόμενος αέρας διοχετευόταν από μια

βαλβίδα υψηλής ταχύτητας και διαμέσου ενός πλαστικού λεπτού σωλήνα χαμηλής αντίστασης στον αναλυτή αερίων (CPET, Cosmed, Italy). Η μετατροπή των αναπνευστικών παραμέτρων στον παράγοντα STPD (standard temperature and pressure dry) γινόταν αυτόματα από το σύστημα. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας ο κωπηλάτης αποσυνδεόταν από τη μάσκα ενώ παρέμενε συνδεδεμένος με το καρδιοσυχνόμετρο. Δείγμα αίματος για τη μέτρηση του γαλακτικού λαμβανόταν από τις άκρες των δακτύλων του δεξιού ή αριστερού χεριού κάθε 3^ο, 5^ο και 7^ο min ενώ παρέμεναν ακίνητοι στο κωπηλατοεργόμετρο (Concept2, Model D, Morrisville, Vermont, USA). Στο 3^ο, 5^ο και 7^ο min της αποκατάστασης καταγράφονταν και οι καρδιακοί σφυγμοί σε ειδικό έντυπο (Παράρτημα 7.5). Για τον υπολογισμό του γαλακτικού λαμβανόταν η υψηλότερη από τις τρεις τιμές.

Δοκιμασία μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου

Η δοκιμασία αυτή είναι προοδευτικής αυξανόμενης έντασης με στόχο την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου του αθλητή (Παράρτημα 7.6). Η συνολική διάρκεια του δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10-12 min. Κάθε δύο λεπτά η ταχύτητα αυξανόταν κατά 1 Km/h, μέχρι εξαντλήσεως του αθλητή. Τα κριτήρια για την επίτευξη της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ήταν α) το αναπνευστικό πηλίκο μεγαλύτερο του $R > 1.2$, β) το πλατό της καμπύλης της VO_{2peak} παρά τη συνεχιζόμενη αύξηση της επιβάρυνσης και γ) η καρδιακή συχνότητα $> 90\%$ της μέγιστης προβλεπόμενης σύμφωνα με τον τύπο 220-ηλικία (Riechman et al., 2002).

4.4.2 2^η επίσκεψη

Κατά τη δεύτερη επίσκεψη των δοκιμαζόμενων στο εργαστήριο πραγματοποιήθηκε ο προσομοιωμένος αγώνας κωπηλασίας 2 km (Concept 2, Model D, Morrisville, Vermont, USA) με τακτική αυτοεπιλογής (BPS) του κάθε κωπηλάτη. Οι δοκιμαζόμενοι ακολούθησαν την προκαθορισμένη προθέρμανση. Στη συνέχεια τους τοποθετούνταν η ζώνη του καρδιοσυχνόμετρου και έπειτα η μάσκα για την καταγραφή της πρόσληψης οξυγόνου σε κάθε αναπνοή. Ταυτόχρονα με την έναρξη της προσπάθειας σε πραγματικό χρόνο γινόταν η καταγραφή των κινητικών δεδομένων. Η αντίσταση (Drag Factor) στο κωπηλατοεργόμετρο ορίστηκε για τους κωπηλάτες στο 135. Την εκκίνηση της προσπάθειας έδινε ο ερευνητής με το σύνθημα «λάβετε θέσεις» και «εμπρός». Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας επιτρεπόταν η λεκτική ενθάρρυνση από τον προπονητή προκειμένου ο κωπηλάτης να επιτύχει τον καλύτερο δυνατό χρόνο. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας, σημειωνόταν ο χρόνος ανά 500m και ο ολικός χρόνος των 2 km. Με βάση τον ολικό χρόνο και την ταχύτητα του κάθε κωπηλάτη ξεχωριστά, υπολογίστηκαν η ταχύτητα και ο χρόνος που έπρεπε να διατηρήσουν στα δύο πρώτα 500m στις επόμενες δύο δοκιμασίες (SPS και EPS) (Παράρτημα 7.5).

4.4.3 3^η και 4^η επίσκεψη

Τις δύο τελευταίες φορές που προσήλθαν οι κωπηλάτες στο εργαστήριο έλαβαν χώρα η δοκιμασία των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο είτε της σταθερής ταχύτητας (EPS) τα δύο πρώτα 500m [όπως καθορίστηκε με βάση τη μέση

ταχύτητα από τη δοκιμασία της αυτοεπιλογής (2^η επίσκεψη)] είτε της αργής ταχύτητας (SPS) τα δύο πρώτα 500m (4% χαμηλότερη της μέσης ταχύτητας από τη δοκιμασία της αυτοεπιλογής (BPS)). Η σειρά των δοκιμασιών έγινε με τυχαία επιλογή. Στόχος σε όλες τις δοκιμασίες των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο ήταν η επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου. Οι κωπηλάτες είχαν ενημερωθεί από την αρχή της προσπάθειας με το χρόνο ή ταχύτητα που έπρεπε να κωπηλατήσουν τα πρώτα 1000m και ότι τα εναπομείναντα 1000m έπρεπε να τα κωπηλατήσουν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν ακριβώς ίδια με αυτή της 2^{ης} επίσκεψης με σκοπό να καταγραφούν όλα τα δεδομένα των κινητικών και φυσιολογικών παραμέτρων. Η τιμή 4% πιο αργά (SPS) καθορίστηκε από στοιχεία που έχουμε από Αγώνες Ολυμπιακού και Παγκόσμιου επιπέδου, που δείχνουν ότι τα πρώτα 1000m συνήθως είναι 4-5% πιο γρήγορα σε ταχύτητα από τα δεύτερα 1000m. (Σχήμα 4.1. Πειραματικό Πρωτόκολλο)

4.5 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 20. Η περιγραφή των δεδομένων έγινε με τη μέση τιμή (mean) και την τυπική απόκλιση ($\pm Sd$). Πριν από οποιαδήποτε ανάλυση, ελέγχθηκε η κανονικότητα των μεταβλητών μέσω του ελέγχου των Kolmogorov-Smirnov. Θεωρήθηκε ότι οι μεταβλητές ακολουθούν την κανονική κατανομή, εάν το p-value των ελέγχων είναι μεγαλύτερο από το 0.05.

Για τον έλεγχο των διαφορών των παραμέτρων των τριών τακτικών αγώνων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Anova επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated Measurements Anova). Το Tukey test εφαρμόστηκε για να ορίσει τις μετά από αυτή τη μέθοδο συγκεκριμένες διαφορές. Για τον έλεγχο των παραμέτρων ανά 500m και 1000m στις τρεις τακτικές εφαρμόστηκε η μέθοδος Anova Repeated measures (3 x 2). Για τον έλεγχο των διαφορών των φυσιολογικών παραμέτρων μεταξύ των τριών τακτικών στα 2km, εφαρμόστηκε η μέθοδος Manova.

Επιπλέον, προκειμένου να ελεγχθεί ποιος ή ποιοι παράγοντες συμβάλλουν στην πρόβλεψη του χρόνου στα 2km έγινε αρχικά η αξιολόγηση της έντασης και της κατεύθυνσης της πιθανής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών, χρησιμοποιώντας το συντελεστή συσχέτισης του Pearson.

Λόγω της υψηλής συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, εφαρμόστηκε η ανάλυση παραγόντων (Factor Analysis) με τη μέθοδο Varimax rotation,

Οι παράγοντες που προέκυψαν από τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές σε μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης (linear regression models).

Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

4.6 Αποτελέσματα

4.6.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά κωπηλατών

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων (n=15) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1

Πίνακας 4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών

Παράμετροι	Mean±Sd
Ηλικία (έτη)	15.37±1.34
Μάζα Σώματος (kg)	72.84±10.13
BMI (Kg·m ⁻²)	23.41±1.91
Ποσοστό Λίπους (%)	14.54±3.28
Ανάστημα (cm)	175.96±6.34
Καθιστό Ανάστημα (cm)	92.85±3.83
Μήκος κορμού (cm)	62.25±3.59
Μ.άνω άκρου (cm)	77.77±2.81
Μ.κάτω άκρου (cm)	88.85±3.85

Η μάζα σώματος μετρήθηκε πριν από όλες τις δοκιμασίες αλλά δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική μεταβολή του.

4.6.2 Μέγιστη κατανάλωση O₂ (VO_{2peak})

Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας του προσδιορισμού της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (VO_{2peak}) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

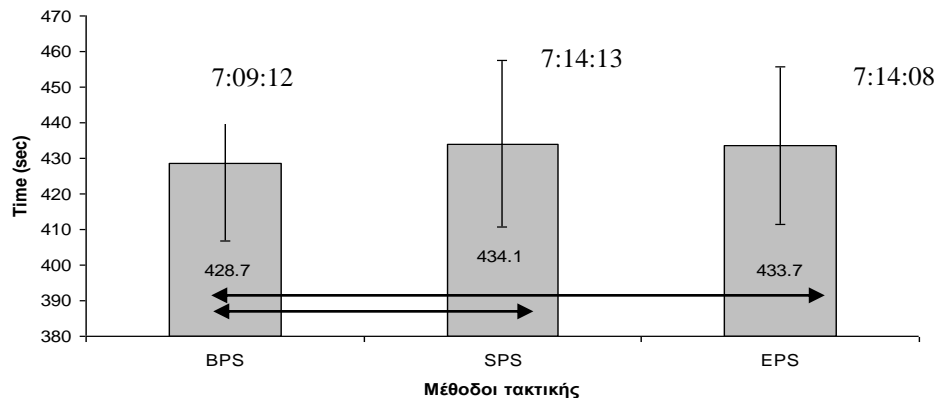
Πίνακας 4.2 Χαρακτηριστικά των παραμέτρων της δοκιμασίας VO_{2peak} (mean±Sd)

Παράμετροι	Mean ± Sd
VO _{2peak} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	59.97±4.86
VO _{2peak} (L·min ⁻¹)	4.34±0.5
VE (l·min ⁻¹)	162.58± 22.07
HR _{peak} (beats·min ⁻¹)	195.93±5.89
RPE	15.20±1.56
V@AK (km/h)	13.86 ±0.78
HR _{mean} στο V@AK	164.61±11.45
La _{peak} (mmol·l ⁻¹) 3 ^o min	13.89±2.48
La _{peak} (mmol·l ⁻¹) 5 ^o min	12.11±3.19
La _{peak} (mmol·l ⁻¹) 7 ^o min	12.08±3.22
HR _{rest} (beats·min ⁻¹) 3 ^o min	190.32 ± 3.5
HR _{rest} (beats·min ⁻¹) 5 ^o min	185.41 ± 4.79
HR _{rest} (beats·min ⁻¹) 7 ^o min	179.62 ± 5.1

Η συγκέντρωση του γαλακτικού στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές (3^o, 5^o, 7^o min) στη διάρκεια της αποκατάστασης δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά (F=3.904, df=2,28, p=0.06). Επιπλέον, δε βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της καρδιακής συχνότητας στην αποκατάσταση (F= 12.43, df= 2,28, p=0.07).

4.6.3 Συνολικοί χρόνοι των τριών μεθόδων τακτικής των κωπηλατών

Οι συνολικοί χρόνοι για την ολοκλήρωση των τριών μεθόδων τακτικής (BPS, SPS και ESP) παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2. Γραφική αναπαράσταση της μέσης επίδοσης (sec) των 2Km
 ← Διαφορές μεταξύ των τακτικών →

Η απλή συσχετισμένη ανάλυση διακύμανσης έδειξε σημαντική διαφορά μεταξύ των ολικών χρόνων των τριών τακτικών ($F=4.704$, $df= 2,28$, $p=0.017$). Οριακά βρέθηκε σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ της BSP και SPS ($p=0.05$) και μεταξύ BPS και EPS ($p=0.04$).

4.6.4 Κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής 2 km

Τα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών κατά τη διάρκεια ολόκληρης της απόστασης των 2 km παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3 Κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών δοκιμασιών (Mean±SD) στα 2km και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$

Παράμετροι	BPS	SPS	EPS
2km time (sec)	428.7±21.7	434.1±23.4	433.7±22.1
2km time (min:sec:mm)	7:09:12	7:14:13	7:14:08
Stroke rate (strokes·min ⁻¹)	29.8±1.3	28.5±1.4	28.8±1.4
Stroke length (cm)	150.1±8.8	155.1±6.7	152.5±6.7
F _{str} (N)	435.1±55.6	430.8±85	429.9±32.1
F _{peak} (N)	779.5±68.3	777.0±67.7	783.8±74.2
P _{str} (watt)	300.7±39.8	300.5±43.6	298.7±45.0
VE (l·min ⁻¹)	155.96±18.8	145.78±21.0	153.12±19.6
VO ₂ (l·min ⁻¹)	4.47±1.49	4.16±0.94	4.3±0.52
VCO ₂ (l·min ⁻¹)	4.94±0.55	4.64±0.48	4.69±0.51
VO ₂ (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	60.26±4.98	60.91±2.7	58.58±3.86
VE/VO ₂	35.88±2.48	33.11±1.65	35.93±1.44
VE/VCO ₂	31.76±2.19	31.36±1.59	32.92±2.23
RER	1.12±0.03	1.05±0.03	1.09±0.05
La (mmol·l ⁻¹)	16.25±2.69	15.21±1.88	15.86±1.37
HR _{peak} (beats·min ⁻¹)	198.67±6.23	200.21±6.89	198.50±5.53
HR _{mean} (beats·min ⁻¹)	189.69±9.3	124.71±6.60	126.71±5.71

F_{str}= δύναμη/κουπιά, F_{peak}= μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str}= ισχύςκουπιά, VE= πνευμονικός αερισμός, VO₂= κατανάλωση οξυγόνου, VCO₂= όγκος διοξειδίου άνθρακα, VO₂ (ml·Kg⁻¹)= κατανάλωση οξυγόνου, VE/VO₂= αναπνευστικό ισοδύναμο οξυγόνου, VE/VCO₂= αναπνευστικό ισοδύναμο διοξειδίου άνθρακα, RER= αναπνευστικό πηλίκο, HR_{peak}= μέγιστη καρδιακή συχνότητα, HR_{mean}= μέση καρδιακή συχνότητα.

σημαντικές διαφορές $p<0.05$ [] δηλώνει τις διαφορές μεταξύ των τριών τακτικών

Από την στατιστική ανάλυση προέκυψε, ότι ο ρυθμός διέφερε στατιστικά σημαντικά από δοκιμασία σε δοκιμασία ($F=12.007$, $df=2,28$, $p=0.001$). Η εφαρμογή της προσαρμογής Bonferroni υπέδειξε ότι διαφέρουν μεταξύ τους τα $SR_{BPS} - SR_{SPS}$ ($p=0.004$) και τα $SR_{BPS}-SR_{EPS}$ ($p=0.004$).

Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε επίσης στο μήκος της κουπιάς (SL) σε κάθε δοκιμασία (Greenhouse-Geisser $F=8.338$, $df=1,41$, $p=0.005$). Συγκεκριμένα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των $SL_{BSP}-SL_{SPS}$ ($p=0.017$) και των $SL_{BPS}-SL_{EPS}$ ($p=0.036$).

Στα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά δηλ. στην ταχύτητα της λαβής (H_v), στη δύναμη/κουπιά (F_{str}), στη μέγιστη δύναμη (F_{peak}), στην ισχύ/κουπιά (P_{str}) και στο χρόνο για επίτευξη μέγιστης δύναμης ($TimeF_{peakDrive}$) δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δοκιμασιών.

Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τακτικών ($F=1.192$, $df1=2$, 28 , $p=0.38$) στις τιμές του γαλακτικού.

4.6.5 Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Rating of Perceived Exertion) ή κλίμακα αντιλαμβανόμενης προσπάθειας

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της RPE για κάθε δοκιμασία διαμορφώνονται ως εξής : BPS 15.53 (± 1.46), EPS 15.60 (± 1.45), SPS 14.27 (± 1.79). Η μέση τιμή της RPE στη δοκιμασία VO_{2peak} ήταν 15.20 (± 1.56). Ο στατιστικός έλεγχος μεταξύ των τριών δοκιμασιών καθώς και της VO_{2peak} δεν αποκάλυψε καμία στατιστική διαφορά. Όταν η σύγκριση πραγματοποιήθηκε μόνο μεταξύ των τριών τακτικών, η στατιστική ανάλυση έδειξε πως η RPE διαφέρει μεταξύ των τακτικών ($F=5.966$, $df=2,28$, $p=0.007$) και συγκεκριμένα βρέθηκε διαφορά μεταξύ της EPS και SPS ($p=0.032$). Η BPS με την EPS δε διέφεραν.

4.6.6 Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής στα δύο πρώτα 500m

Τα κινητικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών στα δύο πρώτα 500m (Q1-Q2), παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4 Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών στα δύο πρώτα 500m και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$

Παράμετροι	ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΚΤΙΚΗΣ					
	BPS ¹	BPS ²	SPS ¹	SPS ²	EPS ¹	EPS ²
Κωπ. ρυθμός (strokes.min ⁻¹)	30.06±1.05* [^]	28.91±1.31* [^]	26.85±1.92* [†]	27.15±1.70* [†]	28.51±2.31* [^]	26.62±1.62* [^]
SL (cm)	147.2±9.46*	149.3±9.5*	154.6±7.3*	155.6±7.4*	152.3±7.55	153.2±7.16
H_v (m.s ⁻¹)	1.69±0.09 [^]	1.68±0.11 [^]	1.64±0.11 [^]	1.64±0.11 [^]	1.68±0.12	1.68±0.11
F_{str} (N)	461.2±56.38*	437.3±58.7*	434.5±52.4*	419.5±47.6*	452.8±38.5	433.01±33.53
F_{peak} (N)	805.0±72.55	787.2±71.07	782.6±83.2	771.6±71.2	809.9±88.1	794.3±78.56
P_{str} (watt)	322.4±39.01*	301.52±41.54*	288.6±47.81* [^]	285.3±43.83* [^]	316.3±51.52 [^]	302.3±43.61 [^]
Time $F_{peakDrive}$ (mm/s)	0.37±0.06*	0.34±0.05*	0.39±0.06* [^]	0.36±0.04* [^]	0.36±0.04 [^]	0.35±0.04 [^]

H_v =ταχύτητα λαβής, F_{str} = δύναμη/κουπιά, F_{peak} = μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str} = ισχύς/κουπιά, SL=μήκος κουπιάς, Time $F_{peakdrive}$ (mm/s)= χρόνος επίτευξης μέγιστης δύναμης τραβήγματος

* διαφορές μεταξύ BPS-SPS, [^] διαφορές μεταξύ BPS-EPS, [†] διαφορές μεταξύ SPS-EPS

Βρέθηκε ότι ο κωπηλατικός ρυθμός ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) διαφέρει σημαντικά μεταξύ των τριών τακτικών και μεταξύ των 500m ($df=2,28$, $F=3305.8$, $p<0.001$). Η τακτική BPS διαφέρει από την SPS και EPS ($p<0.001$) και η SPS με την EPS ($p<0.001$). Τα πρώτα 500m με τα δεύτερα $p<0.001$.

Το SL διαφέρει μεταξύ των τακτικών ($df=2,28$, $F=8.529$, $p<0.001$) και συγκεκριμένα μεταξύ BPS-SPS ($p=0.003$).

Η ταχύτητα της λαβής (H_v) βρέθηκε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ της τακτικής BPS-SPS ($p=0.011$) και μεταξύ των Q1-Q2 ($p=0.004$).

Η F_{str} διέφερε σημαντικά μεταξύ των Q1-Q2 ($df=1,14$, $F=44.381$, $p<0.001$) και με τις διαφορές στις τακτικές να εντοπίζονται μεταξύ BPS-SPS ($df=2,28$, $F=3.591$, $p=0.004$).

Αντίθετα, η F_{peak} βρέθηκε να διαφέρει στα Q1-Q2 ($df=1,14$, $F=7.628$, $p=0.015$) αλλά δε διαφέρει μεταξύ των τακτικών.

Επιπλέον, P_{str} διαφέρει τόσο μεταξύ των τακτικών όσο και των 500m ($df=2,28$, $F=6940$, $p=0.004$) και συγκεκριμένα διαφέρουν οι τακτικές BPS-SPS ($p=0.001$) και SPS-EPS ($p=0.001$).

Ομοίως, ο χρόνος επίτευξης της μέγιστης δύναμης (Time $F_{peakDrive}$) διαφέρει μεταξύ των τακτικών και των 500m ($df=2,28$, $F=3.383$, $p=0.04$). Διαφέρει σημαντικά η BPS-SPS ($p=0.02$) και SPS-EPS ($p=0.01$).

4.6.7 Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων στη διάρκεια των τριών μεθόδων τακτικής στα δύο πρώτα 500m

Τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών στα δύο πρώτα 500m (Q1-Q2), παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.5.

Ο VE ($l\cdot\text{min}^{-1}$) έδειξε ότι διέφεραν τα Q1-Q2 ($F=50.479$, $df=1,10$, $p=0.001$) σε όλες τις τακτικές και ταυτόχρονα ο VE ($l\cdot\text{min}^{-1}$) διέφερε από τη μια τακτική στην άλλη ($F=4.085$, $df=1.307,13.075$, $p=0.05$). Συγκεκριμένα, διέφεραν η SPS με την EPS ($p=0.034$).

Η VO_2 ($ml\cdot\text{min}^{-1}$) βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του Q1-Q2 ($F=55.275$, $df=1, 10$, $p=0.001$) ενώ η VO_2 ($ml\cdot\text{min}^{-1}$) μεταξύ των τακτικών δε διαφέρει στατιστικά ($F=0.243$, $df=1.243, 12.43$, $p=0.682$). Ο VCO_2 ($ml\cdot\text{min}^{-1}$) και η VO_2 ($ml\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) δεν διαφέρουν στατιστικά ούτε μεταξύ των Q1-Q2 ούτε μεταξύ των τακτικών ($p=0.078$ και $p=0.585$, αντίστοιχα). Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μεταξύ των Q1-Q2 ως προς το VE/ VO_2 ($F=40.382$, $df=1, 12$, $p=0.001$) και μεταξύ των τακτικών ($F=13.240$, $df=2,24$, $p=0.001$) με την τακτική BPS να διαφέρει από την SPS ($p<0.004$) και την SPS από την EPS ($p=0.001$). Επιπλέον, όσον αφορά την VE/ VCO_2 , διέφερε το Q1-Q2 ($F=7.841$, $df=1,12$, $p=0.016$) ενώ στις τακτικές το VE/ VCO_2 δε βρέθηκε να διαφέρει σημαντικά ($F=1.558$, $df=1,12$, $p=0.231$). Τέλος, το RER διέφερε τόσο το Q1-Q2 ($F=492.92$, $df=1,12$, $p=0.001$) όσο και μεταξύ των τακτικών ($F=46.661$, $df=2,24$, $p<0.001$). Συγκεκριμένα, διαφέρουν η τακτική BPS με την SPS ($p=0.001$), την BPS με την EPS ($p=0.014$) και η SPS με την EPS ($p=0.001$).

Πίνακας 4.5 Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων ανά 500m (mean±Sd) και στατιστικά σημαντικές διαφορές $p<0.05$

Παράμετρος	ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΚΤΙΚΗΣ					
	BPS ¹	BPS ²	SPS ¹	SPS ²	EPS ¹	EPS ²
VE (l·min ⁻¹)	199.2±18.0 [^]	285.6±29.5 [^]	173.1±21.7 [^]	254.7±30.4 [^]	186.8±22.8	275.8±29.4
VO ₂ (ml·min ⁻¹)	6380.7±379.7	7989.3±585.4	6410.1±391.3	8051.2±613.0	6188.9±407.2	7849.9±656.1
VCO ₂ (ml·min ⁻¹)	6459.8±387.6	9299.9±705.4	5570.4±318.9	8413.6±587.8	5811.8±453.3	8870.4±696.3
VO ₂ (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	88.5±9.4	110.6±10.2	89.8±8.1	106.8±22.8	85.5±7.9	108.3±9.4
VE/VO ₂	57.5±5.7 [^]	64.4±7.4 [^]	51.0±4.1 ^{*^}	57.9±3.4 ^{*^}	55.7±4.6 [*]	62.8±4.3 [*]
VE/VCO ₂	55.7±5.4	55.2±5.3	58.4±4.2	55.4±3.1	59.4±7.3	55.5±3.6
RER	1.03±0.05 ^{^#}	1.16±0.05 ^{^#}	0.87±0.41 ^{^*}	1.13±0.04 ^{^*}	0.95±0.06 ^{^*}	1.13±0.07 ^{^*}

[^] διαφορές μεταξύ BPS-SPS, ^{*} διαφορές μεταξύ SPS-EPS, [#] διαφορές μεταξύ BPS-EPS, VE =πνευμονικός αερισμός, VO₂=κατανάλωση οξυγόνου, VCO₂=όγκος διοξειδίου του άνθρακα, VE/VO₂=αναπνευστικό ισοδύναμο για το οξυγόνο, VE/VCO₂=αναπνευστικό ισοδύναμο για διοξείδιο του άνθρακα, RER=αναπνευστικό πηλίκ

4.6.8 Επίδοση, κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής ανά 1 km

Ο πίνακας 4.6 παρουσιάζει την επίδοση και τα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών ανά 1 km.

Πίνακας 4.6 Επίδοση, κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των τριών τακτικών ανά 1 km.

Παράμετροι	0-1km			1-2km		
	BSP	SPS	EPS	BPS	SPS	EPS
	Κινητικές παράμετροι					
Performance Time (sec)	212.9±11.5 [*]	220.2±13.7 [#]	214.8±12.2 [^]	215.8±12.6	213.9±12.7	218.9±12.8
Ρυθμός (strokes·min ⁻¹)	30.1±1.9	26.7±1.7 [#]	28.4±1.9	30.2±2.3	30.4±1.3	29.3±1.3
Stroke length (cm)	148.1±9.2	155.8±7.3 [#]	153.3±7.5	147.7±9.9	154.5±6.9	151.7±6.8
F _{str} (N)	444.9±55.7 [*]	427.8±52.7	445.2±35.5 [^]	425.0±55.6	424.7±56.6	418.3±31.8
F _{peak} (N)	795.3±70.3 [*]	768.9±90.5	802.2±84.8 [^]	767.5±69.8	769.6±88.1	772.2±72.2
P _{str} (watt)	309.4±38.5 [*]	284.2±46.7 [#]	305.6±48.2 [^]	298.3±39.1	316.0±48.7	294.8±46.0
	Φυσιολογικές παράμετροι					
VE (L)	457.4±41.8 [*]	404.9±56.3 [#]	441.5±53.3 [^]	611.4±56.5	578.7±59.7	606.3±56.6
VO ₂ (ml)	13722.3±1393.8 [*]	14038.3±1055.6 [#]	13681.0±1019.0 [^]	16546.4±1331.3	16473.3±1245.0	16212.0±1392.5
VCO ₂ (ml)	14716.1±1581.8 [*]	13235.2±17118.4 [#]	14068.6±1081.7 [^]	18906.6±1900.8	17118.4±1550.3	18379.5±1509.4
VO ₂ (ml·Kg ⁻¹)	190.3±18.0 [*]	196.6±15.7	174.0±43.9 [^]	231.2±22.9	218.2±60.6	223.9±18.6
VE/VO ₂	34.3±2.5 [*]	30.1±2.2 [#]	33.6±2.2 [^]	59.0±9.0	54.4±5.8	60.5±9.5
VE/VCO ₂	31.0±2.5 [*]	30.8±2.1 [#]	32.3±3.5 [^]	51.2±7.7	48.5±5.3	53.2±7.4
RER	1.1±0.1 [*]	0.98±0.1 [#]	1.1±0.1 [^]	1.8±0.3	1.7±0.2	1.8±0.3

Stroke length= μήκος κουπιάς, F_{str}= δύναμη/κουπιά, F_{peak}= μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str}= ισχύςκουπιά, VE= πνευμονικός αερισμός, VO₂= κατανάλωση οξυγόνου, VCO₂= όγκος διοξειδίου άνθρακα, VO₂ (ml·Kg⁻¹)= κατανάλωση οξυγόνου, VE/VO₂= αναπνευστικό ισοδύναμο οξυγόνου, VE/VCO₂= αναπνευστικό ισοδύναμο διοξειδίου άνθρακα, RER= αναπνευστικό πηλίκιο

σημαντικές διαφορές $p<0.05$: ^{*} δηλώνει τη διαφορά μεταξύ του πρώτου και δεύτερου 1km στην BSP, [#] δηλώνει τη διαφορά μεταξύ του πρώτου και δεύτερου 1km στην SPS, [^] δηλώνει τη διαφορά μεταξύ του πρώτου και δεύτερου 1km στην EPS, δηλώνει τη διαφορά μεταξύ των τακτικών

4.6.8.1 Διαφορές μεταξύ πρώτων και δεύτερων 1km σε κάθε τακτική

Ο χρόνος επίδοσης (πίνακας 4.6) ήταν χειρότερος στα δεύτερα 1000m συγκριτικά με τα πρώτα στην τακτική BPS ($p=0.03$) και στην EPS ($p=0.03$) ενώ στην τακτική SPS ήταν καλύτερος ($p=0.001$). Έγινε σύγκριση του SR ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) των πρώτων 1000m με τα δεύτερα 1000m και βρέθηκε ότι ο ρυθμός ήταν υψηλότερος στα δεύτερα 1000m στην SPS ($F=19.738$, $df=1,12$, $p=0.001$) με το SL (cm) να μειώνεται ($p=0.03$). Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές να υπάρχουν στην F_{str} και F_{peak} που μειώθηκαν δεύτερα 1000m στην BPS ($F=16.324$, $df=1,14$, $p=0.002$) και στην EPS ($F=5.252$, $df=1,14$, $p=0.041$).

Η P_{str} ήταν υψηλότερη στα δεύτερα 1000m στην τακτική SPS ($F=172.811$, $df=1,12$, $p=0.001$) ενώ μειώθηκε στις τακτικές BPS ($p=0.005$) και EPS ($p=0.05$).

Όλες οι φυσιολογικές παράμετροι (VE ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$), VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$), VE/VO_2 , VE/VCO_2 , VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), RER) ήταν αυξημένες τιμές στα δεύτερα 1000m συγκριτικά με τα πρώτα ($p=0.001$).

4.6.8.2 Διαφορές μεταξύ των τακτικών στα πρώτα και δεύτερα 1km

Η σύγκριση μεταξύ των τακτικών (πίνακας 4.6) φανέρωσε ότι οι τακτικές BPS και EPS στα πρώτα 1000m είχαν καλύτερο χρόνο επίδοσης συγκριτικά με την τακτική SPS ($p=0.001$) ενώ στα δεύτερα 1000m, ο χρόνος επίδοσης της SPS ήταν καλύτερος από της τακτικής EPS ($p=0.003$). Στα κινητικά χαρακτηριστικά ο ρυθμός ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) ήταν υψηλότερος στην BPS συγκρινόμενος με την SPS και της SPS με την EPS ($p=0.001$) στα πρώτα 1000m. Το μήκος κουπιάς (SL) ήταν μικρότερο στην BPS συγκριτικά με την SPS και στα πρώτα και στα δεύτερα 1000m ($p=0.001$). Στα δεύτερα 1000m το SL διέφερε μεταξύ της BPS- EPS ($p=0.05$). Δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των τακτικών στις F_{str} και F_{peak} . Αντίθετα, βρέθηκαν διαφορές στα πρώτα και δεύτερα 1000m στην P_{str} μεταξύ BPS-SPS ($p=0.001$) και SPS- EPS ($p=0.001$).

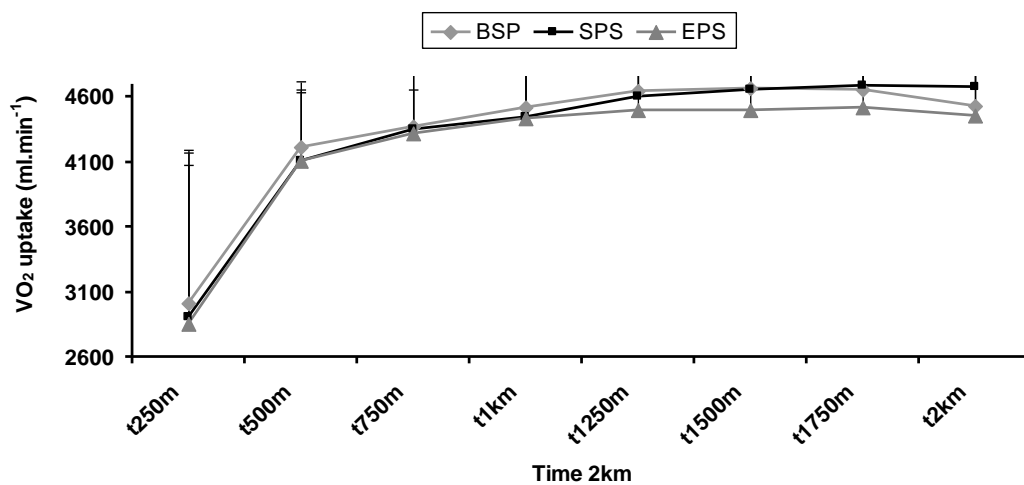
Ο πνευμονικός αερισμός (VE) διέφερε στα πρώτα και δεύτερα 1000m μεταξύ των τακτικών ($F=18.328$, $df=2,24$, $p=0.001$) και συγκεκριμένα μεταξύ BPS-SPS και SPS-EPS ($p=0.001$). Διαφορές βρέθηκαν στον VCO_2 μεταξύ BPS-SPS, SPS-EPS στα πρώτα 1000m ($F=7.963$, $df=2,14$, $p=0.001$). Στο VE/VO_2 διαφορές βρέθηκαν μεταξύ όλων των τακτικών στα πρώτα 1000m ($F=11.208$, $df=2,24$, $p=0.001$) και στα δεύτερα 1000m μεταξύ των BPS-SPS ($p=0.003$) και SPS-EPS ($p=0.01$). Το VE/VCO_2 διέφερε σημαντικά στα δεύτερα 1000m μεταξύ των SPS-EPS ($F=4.186$, $df=2,24$, $p=0.03$).

4.6.9 Κινητική της πρόσληψης οξυγόνου ($t_{1/2}$) στις τρεις μεθόδους τακτικής

Για να υπολογίσουμε την κινητική του οξυγόνου στα 2km της πρώτης δοκιμασίας (BPS), χωρίσαμε με βάση το χρόνο τα πρώτα 500m (Q1) σε δύο μισά ($t_{1/2}$) και με τον ίδιο τρόπο τα δεύτερα 500m (Q2) και τα τρίτα (Q3) και τα τέταρτα 500m (Q4). Η ίδια μέθοδος ακολουθήθηκε και για τις άλλες δύο δοκιμασίες (EPS και SPS). Οι μέσες τιμές και οι τυπικές αποκλίσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.7 ενώ στο Σχήμα 4.3 φαίνεται χαρακτηριστικά η κινητική του VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$).

Πίνακας 4.7 $VO_2 t_{1/2}/500m$ (mean±Sd) στις τρεις μεθόδους τακτικής

Time 2km	BPS	SPS	EPS
t 250	3006.7±294.8	2853.8±356.5	2909.6±352.0
t 500	4216.1±470.1	4110.3±507.2	4108.6±484.6
t 750	4369.4±529.3	4319.5±525.6	4355.5±549.1
t 1km	4522.8±577.8	4437.1±548.6	4447.8±564.9
t 1250	4651.9±391.2	4603.2±413.1	4498.5±459.3
t 1500	4670.2±418.1	4659.0±444.6	4503.3±465.5
t 1750	4659.4±427.7	4694.0±494.3	4523.8±427.3
t 2km	4526.2±416.3	4681.5±430.6	4453.4±418.1



Σχήμα 4.3 Κινητική οξυγόνου VO_2 ($ml \cdot min^{-1}$) στα 2Km

Δε βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών τακτικών στην κινητικότητα της πρόσληψης οξυγόνου ($F=1.683$, $df=2,22$, $p=0.21$). Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των οκτώ αποστάσεων ($F=3.064$, $df=14,154$, $p=0.001$) και συγκεκριμένα μεταξύ του τρίτου και τέταρτου 250m ($p=0.001$).

4.6.10 Πρόβλεψη της επίδοσης

Στόχος της ενότητας αυτή είναι να διερευνήσουμε αν μπορούμε να προβλέψουμε την επίδοση των δοκιμαζομένων.

4.6.10.1 Μονομεταβλητή ανάλυση

Για να ελέγξουμε από ποια χαρακτηριστικά επηρεάζεται η επίδοση των αθλητών, προσαρμόσαμε μοντέλα απλής παλινδρόμησης χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή την Time 2 km της BPS και ως ανεξάρτητη μεταβλητή ένα χαρακτηριστικό κάθε φορά.

Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται μόνο τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα της απλής παλινδρόμησης με μέθοδο Enter για την ομάδα των κωπηλατών. Παρατηρούμε ότι η επίδοση των κωπηλατών επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από την ταχύτητα στη VO_{2peak} , την $V@AK$ (km/h), τον ρυθμό

(strokes.min⁻¹), τη δύναμη/κουπιά (F_{str}), τη μέγιστη δύναμη (F_{peak}), την ισχύ/κουπιά (P_{str}) και την ηλικία.

Πίνακας 4.8 Αποτελέσματα μονομεταβλητής απλής παλινδρόμησης

Ανεξάρτητη	α	B	R^2	p
Ταχύτητα στη VO_{2peak}	811.5	-22.47	0.639	0.001
$V@AK$	693.2	-19.07	0.479	0.004
Ρυθμός (strokes.min ⁻¹)	771.6	-11.48	0.444	0.007
F_{str} (N)	542.5	-0.262	0.448	0.006
F_{peak} (N)	599.8	-0.219	0.476	0.004
P_{str} (Watt)	538.02	-0.363	0.444	0.007
Ηλικία	591.8	-10.61	0.427	0.008

F_{str} = δύναμη/κουπιά, F_{peak} = μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str} = ισχύς/κουπιά, $V@AK$ = ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι

4.6.10.2 Πολυμεταβλητή ανάλυση

Αφού είδαμε ότι η επίδοση των κωπηλατών επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από ένα πλήθος χαρακτηριστικών, στη συνέχεια θα ελέγξουμε εάν τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζουν συνδυαστικά την επίδοση.

Επειδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται μεταξύ τους, δεν μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε όλες μαζί ώστε να προκύψει ένα πολλαπλό μοντέλο παλινδρόμησης. Για το λόγο αυτό, θα προσπαθήσουμε, μέσω διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης (exploratory factor analysis), να τις ομαδοποιήσουμε σε λίγους κοινούς και ανεξάρτητους παράγοντες.

Τόσο από την τιμή του μέτρου KMO, το οποίο ισούται με 0.707 (το οποίο κρίνεται ικανοποιητικό) όσο και τον έλεγχο του Bartlett ($\chi^2(15)=85.91$; $p=0.001$) συμπεραίνουμε ότι μπορούμε να προχωρήσουμε σε διερευνητική παραγοντική ανάλυση.

Η εφαρμογή της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης οδήγησε σε ένα στατιστικά σημαντικό παράγοντα, ο οποίος ερμηνεύει το 87.33% της συνολικής διακύμανσης. Οι φορτίσεις των μεταβλητών που συμμετέχουν στο συγκεκριμένο παράγοντα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9 Φορτίσεις των μεταβλητών στον παράγοντα

Ανεξάρτητη	Παράγοντας 1
F_{Stroke}	0.93
F_{Peak}	0.96
P_{Str}	0.88
$V@AK$	0.85
Ταχύτητα στη VO_{2peak}	0.81

F_{str} = δύναμη/κουπιά, F_{peak} = μέγιστη δύναμη τραβήγματος, P_{str} = ισχύς/κουπιά, $V@AK$ = ταχύτητα στο αναερόβιο κατώφλι,

Ο παράγοντας αυτός δε μπορεί να ερμηνευθεί ως ένας και για το λόγο αυτό δεν προχωρήσαμε σε βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση.

4.7 Συζήτηση

4.7.1 Αποτελέσματα επίδοσης

Η καλύτερη επίδοση στην απόσταση των 2 km παρουσιάστηκε στην BPS (7:09:12) συγκριτικά με την επίδοση της SPS (7:14:13) και της EPS (7:14:08). Η διατήρηση του υψηλού ρυθμού κωπηλάτησης ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) με τις ίδιες φυσιολογικές απαιτήσεις όπως στις άλλες δύο τακτικές κατά τη διάρκεια της απόστασης των 2 km, ήταν ο σημαντικότερος παράγοντας για την επίτευξη της καλύτερης επίδοσης.

Αντίθετα, ο χρόνος που χρειάστηκε να καλύψει τα πρώτα 1000m, των τριών μεθόδων τακτικής δε διαφέρει σημαντικά. Ωστόσο, ο καλύτερος χρόνος στα 1000m μεταξύ των τακτικών σημειώθηκε με την εφαρμογή της BPS (3:33:05min), με την EPS επιλογή (3:35:08min) και τέλος με την SPS (3:36:22min).

Τόσο στα 2km όσο και στα πρώτα 1000m, η καλύτερη επίδοση επιτεύχθηκε με τη τακτική της BPS η οποία έχει περιγραφεί από πολλούς ερευνητές ως ‘παραβολή ή αντίστροφο J’, καθότι υιοθετείται από τους περισσότερους κωπηλάτες τόσο σε αγωνιστικές προσπάθειες όσο και σε κωπηλατοεργόμετρο στο εργαστήριο (Brown et al., 2010, Muehlbauer et al., 2010, Garland, 2005, Secher, 1983).

Οι καλοί τελικοί χρόνοι που σημειώθηκαν με τη μέθοδο τακτικής BPS, σε σύγκριση με τις μεθόδους τακτικής SPS και EPS, συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που υποστηρίζουν ότι η μέθοδος ‘γρήγορου ρυθμού’ στην αρχή της προσπάθειας, είναι πιθανότερο να οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση (Van Ingen Schenau et al., 1992, De Koning et al., 1999). Σχετικά πρόσφατη μελέτη των Aisbett et al., (2009) με δοκιμαζόμενους 26 ποδηλάτες βρέθηκε ότι η απόδοση με την τακτική BPS, ήταν καλύτερη συγκρινόμενη με τις μεθόδους ‘αργής’ και ‘σταθερής’ τακτικής. Παλαιότερη έρευνα (Bowles & Sigerseth, 1968) ανέφερε ότι 16 δρομείς μεσαίων αποστάσεων κολλεγιακού επιπέδου, διένυσαν την απόσταση ενός μιλίου, σε μικρότερο χρόνο όταν χρησιμοποίησαν την ‘αργή’ ή ‘σταθερή’ τακτική. Επιπρόσθετα, σε παγκόσμια ρεκόρ 5000m και 10000m, οι αθλητές φαίνεται να ακολουθούν την τακτική που χαρακτηρίζεται ‘γρήγορη’ ταχύτητα στην έναρξη της προσπάθειας, στη μέση του αγώνα πιο ‘αργή’ και αύξηση της ταχύτητας όσο πλησιάζει το τέλος του αγώνα (Tucker et al., 2006).

4.7.2 Κινητικά χαρακτηριστικά των τριών μεθόδων τακτικής

Στα αποτελέσματα φάνηκε ότι ο ρυθμός ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) και το μήκος της κουπιάς (SL) ήταν διαφορετικά μεταξύ των μεθόδων τακτικής BPS – SPS και BPS- EPS. Στην τακτική BPS ο ρυθμός ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) ήταν υψηλότερος σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους τακτικής ενώ το μήκος της κουπιάς (SL) στην ίδια τακτική ήταν μικρότερο. Λαμβάνοντας υπόψη και τις διαφορές στους χρόνους των τριών τακτικών στα 2 km (BPS–SPS και BPS-EPS) με τον χρόνο BPS να είναι ο καλύτερος, φαίνεται ότι πιθανόν μεμονωμένα ο κωπηλατικός ρυθμός ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) ή το μήκος της κουπιάς (SL) δεν καθορίζουν τον τελικό χρόνο της προσπάθειας αλλά η αλληλεπίδραση τους και πώς αυτή επηρεάζει την

παραγόμενη ισχύ (P_{str}). Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με προηγούμενες εργασίες στα αθλήματα της κωπηλασίας (Soper&Hume, 2004) και της κολύμβησης (Fritzdorf et al., 2009, Thompson et al., 2003).

Ανεξάρτητα από τις διαφορές στο ρυθμό ($strokes \cdot min^{-1}$) και στο μήκος της κουπιάς (SL) στα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά (H_v , F_{str} , F_{peak} , P_{str}) δε βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Φαίνεται ότι οι κωπηλάτες καταφέρνουν να διατηρούν σχετικά σταθερά τα κινητικά χαρακτηριστικά καθ' όλη την προσπάθεια και να μην αλλάζουν την τεχνική τους (Mackenzie et al., 2008) πιθανόν λόγω των προσαρμογών από την προπόνηση ή της καλύτερης κίνησης της οσφυοπυελικής περιοχής (McGregor et al., 2007).

4.7.3 Μέγιστη κατανάλωση O_2 (VO_{2peak})

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO_{2peak}) παρουσιάζει μεγαλύτερη συσχέτιση (>0.80) με την κατάταξη των αθλητών σε διεθνείς αγώνες (Secher, 1983). Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για απόλυτες τιμές των $>6 l \cdot min^{-1}$ (Lacour et al., 2009).

Οι σχετικές τιμές που μετρήθηκαν στους κωπηλάτες της παρούσας εργασίας ($59.97 \pm 4.86 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) συμφωνούν με αυτές άλλων εργασιών από τους Klusiewicz et al., (2014), Gee et al., (2013) και De Campos Mello et al., (2009). Από δεδομένα παλαιότερης έρευνας, οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται σε αθλητές δρόμων, κολύμβησης, ποδηλασίας και χιονοδρομίας μεγάλων αποστάσεων (Saltin & Astrand, 1967). Οι τιμές αυτές αφορούν αθλητές Ολυμπιακού επιπέδου ενώ οι δοκιμαζόμενοι της παρούσας εργασίας είναι μικρότερης ηλικίας και εθνικού επιπέδου. Σε δημοσιευμένο άρθρο (Tsekouras et al., 2005) που αφορά τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά αθλητών υδατοσφαίρισης επαγγελματικού επιπέδου και ηλικίας (25.5 ± 5.0 έτη) σημειώθηκαν σχετικές τιμές πρόσληψης οξυγόνου ($57.7 \pm 7.0 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) παρόμοιες με αυτές των κωπηλατών της παρούσας μελέτης που ήταν κατά 10 έτη μικρότερης ηλικίας και προπονητικής εμπειρίας.

Σε άλλη εργασία του 2005 από τους Duffield et al. (2005) που μέτρησαν αθλητές στίβου των 400 και 800m, ηλικίας 21.8 και 19.8 έτη αντίστοιχα, βρήκαν σχετικές τιμές VO_{2peak} 60.32 και 62.35 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Οι τιμές αυτές είναι πολύ κοντά στις σχετικές τιμές των δικών μας αθλητών δεδομένου ότι αφορούν άτομα μεγαλύτερης ηλικίας και αγωνισμάτων που χρησιμοποιούν μεγάλες μυϊκές ομάδες και που μεταφέρουν το βάρος τους, σε αντίθεση με το άθλημα της κωπηλασίας. Επιπλέον οι σχετικές τιμές των κωπηλατών μας είναι υψηλές καθώς ακόμη δεν έχει κορυφωθεί η αερόβια ικανότητά τους αφού δεν βρίσκονται στα τελευταία χρόνια της εφηβικής τους ηλικίας (Κλεισούρας, 1997).

Συγκρινόμενοι με αθλητές ποδοσφαίρου ανοιχτού γηπέδου και σάλας (Leal Junior et al., 2006), και μάλιστα μεγαλύτερης ηλικίας (24.3 ± 2.3 έτη), οι σχετικές τιμές που καταγράφηκαν ήταν 54.8 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ και 55.7 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, αντίστοιχα. Εργασία από τον Rodriguez (2000) που αφορά κολυμβητές κοντινής ηλικίας με τους συμμετέχοντες κωπηλάτες της παρούσας έρευνας, βρήκε σχετικές τιμές πρόσληψης οξυγόνου λίγο υψηλότερες ($60.3 \pm 6.2 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) από τις δικές μας. Γενικά, γνωρίζουμε από τη θεωρία ότι δρομείς αντοχής, χιονοδρόμοι, ποδηλάτες και κωπηλάτες, όπου τα αθλήματα αυτά έχουν μεγάλη διάρκεια

αγωνιστικής προσπάθειας, χαρακτηρίζονται από υψηλή αερόβια ικανότητα (Κλεισούρας, 1997).

Ακόμη, οι τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) στη διάρκεια της αποκατάστασης καθώς και οι τιμές της καρδιακής συχνότητας ($\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$) συμφωνούν με αυτές που έχουν αναφερθεί σε άλλες εργασίες που έχουν μελετήσει τη συμμετοχή των ενεργειακών μηχανισμών κατά την κωπηλασία 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο (De Campos Mello et al., 2009). Σε εργασία των Sitkowski et al. (1994) μετρήθηκαν έφηβοι κωπηλάτες (17.6 ± 0.9 έτη) σε άσκηση μέγιστης προσπάθειας. Η μεταασκησιακή συγκέντρωση γαλακτικού 3 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης ήταν 15.1 ± 2.7 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, τιμή κοντινή με τα δικά μας ευρήματα. Σε προηγούμενη εργασία των Sitkowski et al. (1994) βρέθηκαν τιμές γαλακτικού στο 4^ο λεπτό μετά το τέλος της άσκησης, 11.73 ± 1.30 και 15.33 ± 2.25 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ σε ποδηλάτες και αθλητές καγιακ, αντίστοιχα. Η συγκέντρωση γαλακτικού στην εργασία των Lutoslawska et al. (2002) σε κωπηλάτες ηλικίας 21.6 ετών, ήταν μεταασκησιακά 13.4 ± 1.9 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Πολλά όργανα όπως οι σκελετικοί μύες, το συκώτι, η καρδιά, οι νεφροί, ο εγκέφαλος μπορούν να προσλαμβάνουν το γαλακτικό και να το μεταβολίζουν μέσω της αερόβιας διαδικασίας ή να το χρησιμοποιούν στη διαδικασία της γλυκονεογέννησης. Η αύξηση του δικτύου τριχοειδών των μυών, που είναι προπονήσιμη διαδικασία, όπως και η αύξηση των μιτοχονδρίων και η αύξηση της δράσης των οξειδωτικών ενζύμων, επιταχύνει τη μείωση του γαλακτικού που συσσωρεύεται μετά από έντονη άσκηση (Issekutz et al., 1976).

Οι τιμές της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (RPE 15.20 ± 1.56) στο τέλος της προσπάθειας της δοκιμασίας μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{peak}}$) δηλώνουν ότι ήταν στην περιοχή της κλίμακας 'δύσκολο' ενώ οι δοκιμαζόμενοι δήλωσαν ότι κατέλαβαν μέγιστη προσπάθεια. Γνωρίζουμε ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (RPE) και της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{peak}}$) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί η RPE στην πρόβλεψη της $\text{VO}_{2\text{peak}}$ (Coquart et al., 2014, Marriot&Lamb, 1996).

4.7.4 Απόκριση φυσιολογικών παραμέτρων στη διάρκεια των τριών μεθόδων τακτικής

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, έδειξαν ότι οι κωπηλάτες με τη μέθοδο τακτικής BPS, κάλυψαν την απόσταση των 2 km στον καλύτερο χρόνο. Με τη μέθοδο BPS, οι κωπηλάτες ξεκινούν τα πρώτα 500m πιο γρήγορα σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεθόδους τακτικής. Αυτή είναι η πρώτη εργασία στο άθλημα της κωπηλασίας που εξετάζει τις φυσιολογικές παραμέτρους σε τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής. Και στις τρεις μεθόδους τακτικής, οι κωπηλάτες προσέγγισαν τις τιμές της $\text{VO}_{2\text{peak}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), με την τακτική BPS να παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή και τον πιο γρήγορο χρόνο επίτευξης της (75.3 sec). Στη μέθοδο τακτικής EPS έφτασαν υψηλή επίσης $\text{VO}_{2\text{peak}}$ σχεδόν στον ίδιο χρόνο (76 sec). Επιπλέον οι μέγιστες σχετικές τιμές της VO_2 ($\text{ml}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) στο τέλος της αγωνιστικής προσπάθειας δεν είχαν σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Ο πνευμονικός αερισμός (VE) ήταν υψηλός και στις τρεις μεθόδους τακτικής, με τη μέθοδο BPS να εμφανίζει τις υψηλότερες τιμές

χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις άλλες τακτικές συνολικά στα 2 km.

Οι τιμές της HR_{peak} ($b \cdot \min^{-1}$) και στις τρεις μεθόδους τακτικής δε διέφεραν από τις αντίστοιχες που μετρήθηκαν στο τέλος της VO_{2peak} . Επιπλέον, η συγκέντρωση γαλακτικού κατά την αποκατάσταση ήταν υψηλότερη στην τακτική BPS και διέφερε στατιστικά από την τακτική EPS. Οι τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού στη διάρκεια της αποκατάστασης ήταν υψηλότερες από αυτές της VO_{2peak} . Κατά την αποκατάσταση οι τιμές συγκέντρωσης του γαλακτικού μειώνονται, γεγονός που υποδηλώνει πως έχει ήδη ξεκινήσει η φάση αποκατάστασης και μεταβολισμού. Οι κωπηλάτες λόγω της φύσης του αθλήματος (χρονική διάρκεια και συμμετοχή μεγάλων μυϊκών ομάδων) και της καλής προπονητικής τους κατάστασης, έχουν αυξημένη ικανότητα όχι μόνο παραγωγής αλλά και διάχυσης του γαλακτικού στο αίμα (Messonnier et al., 1997, Skorski et al., 2014, Thompson et al., 2003).

Οι κωπηλάτες και στις τρεις μεθόδους τακτικής ανέφεραν τιμές της RPE το ίδιο υψηλές και όμοιες με αυτές της προσπάθειας της VO_{2peak} (Gee et al., 2013). Από παλαιότερες έρευνες γνωρίζουμε ότι οι τιμές της RPE αυξάνονται γραμμικά ανάλογα με το χρόνο ή την απόσταση της δοκιμασίας (Swart et al., 2009, Joseph et al., 2008, Noakes, 2004). Γενικά οι αθλητές, αλλάζουν τη μέθοδο τακτικής που ακολουθούν ανάλογα με το πώς αισθάνονται στιγμιαία και ανάλογα με την εναπομείνουσα απόσταση (De Koning et al., 2011).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η καμπύλη της κινητικής της πρόσληψης οξυγόνου ($t_{1/2}$) όπου δε βρέθηκε να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μεθόδων τακτικής. Προγενέστερες μελέτες, υποθέτουν ότι σε αγωνίσματα μεσαίων αποστάσεων, η 'γρήγορη' τακτική στην αρχή του αγωνίσματος, πιθανόν οδηγεί σε καλύτερη συνολική απόδοση. Συγκεκριμένα, υποστηρίζουν ότι αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης της κινητικής του οξυγόνου που οδηγεί σε μεγαλύτερη συμμετοχή του συστήματος οξυγόνου στην απελευθέρωση ενέργειας και κατ' αυτόν τον τρόπο να επιβραδύνει την πρόωρη μεταβολική οξείδωση (Aisbett et al., 2009, Jones et al., 2008, Bailey et al., 2011).

Ο πνευμονικός αερισμός (VE) ήταν υψηλότερος στην απόσταση 1000-2000m και κυρίως διέφερε στην τακτική BPS-SPS και SPS-EPS. Η πρόσληψη οξυγόνου VO_2 ($ml \cdot Kg^{-1} \cdot \min^{-1}$) ήταν ίδια στις τρεις μεθόδους τακτικής και δε διέφερε μεταξύ των πρώτων και δεύτερων 1km. Οι σχετικές τιμές και οι απόλυτες τιμές της VO_2 ήταν υψηλότερες στα δεύτερα 1km αλλά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των μεθόδων τακτικής. Όπως είναι αναμενόμενο, σ' ένα άθλημα όπως η κωπηλασία υψηλών ενεργειακών αναγκών, τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά αυξήθηκαν από τα πρώτα στα δεύτερα 1km (Secher & Volianitis, 2009).

Επιπρόσθετα, από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι δοκιμαζόμενοι στα δεύτερα 1000m της μεθόδου τακτικής BPS, επιλέγουν να αυξήσουν το ρυθμό τους ($strokes \cdot \min^{-1}$) και να διατηρήσουν το μήκος της κουπιάς (SL) τους σταθερό. Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε αύξηση της μέσης δύναμης τραβήγματος στη λαβή (F_{str}) και της παραγόμενης ισχύος (P_{str}).

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμπεραίνουμε ότι οι δικομαζόμενοι με τη μέθοδο τακτικής BPS, που ομοιάζει με αυτή της παραβολικής τακτικής ή του αντίστροφου J, πετυχαίνουν καλύτερη επίδοση στα 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο. Η τακτική αυτή χρησιμοποιείται από τους

περισσότερους κωπηλάτες υψηλού επιπέδου όπως έχει καταγραφεί από τους Garland (2005), Brown et al. (2010) and Muehlbauer & Melges (2011).

Μία πιθανή εξήγηση της τακτικής της παραβολής που χρησιμοποίησαν οι κωπηλάτες στην παρούσα εργασία, ίσως εξηγείται από τη θεωρία της προληπτικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, ο αθλητής για να ολοκληρώσει την προσπάθειά του στον πιο σύντομο δυνατό χρόνο, λαμβάνει υπόψη του την προηγούμενη εμπειρία του σε παρόμοια προσπάθεια ώστε να προλάβει τυχόν καταστροφική διαταραχή της ομοιόστασης (St.Clair Gibson et al., 2006, Ulmer, 1996) και μη ολοκλήρωση της προσπάθειας. Επιπλέον, με τον ίδιο μηχανισμό εξηγείται και το ότι όλοι οι συμμετέχοντες αύξησαν τον ρυθμό κωπηλάτησης της τους στα τελευταία μέτρα των 2 km (Albertus et al., 2005).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με αυτά των Ariyoshi et al. (1979) όπου μια τακτική γρήγορη-αργή στην αρχή της προσπάθειας (στα πρώτα 1400m), συγκρινόμενη με μια τακτική αργή-γρήγορη ή σταθερή, επέτρεψε στους δρομείς να καλύψουν μεγαλύτερη απόσταση, οδήγησε σε γρηγορότερη κινητικότητα του O₂ και μείωσε την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, συμφωνούν με αυτά των Jones et al. (2008), που υπέβαλλε 7 γυμνασμένους άνδρες σε δοκιμασία σε κυκλοεργόμετρο σε τρεις διαφορετικές τακτικές, μια γρήγορη (FS), αργή (SS) και σταθερή (ES). Βρέθηκε ότι η γρήγορη τακτική (FS) έχει ως αποτέλεσμα την γρήγορη αύξηση της πρόσληψης του οξυγόνου VO₂ με την έναρξη της άσκησης και την παροχή των ενεργειακών αναγκών για τα πρώτα 2 min της προσπάθειας από τον οξειδωτικό μεταβολισμό.

Οι Bishop et al. (2002) εξέτασαν 8 υψηλού επιπέδου αθλητές του καγιάκ σε δύο διαφορετικές τακτικές, αυτή της σταθερής και της γρήγορης. Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι στη δοκιμασία των 2 min σε καγιακοεργόμετρο, η γρήγορη τακτική επέφερε γρηγορότερη αύξηση της κινητικότητας του VO₂ και συνολικά καλύτερη απόδοση.

Επιπρόσθετα τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Zacharogiannis et al. (2015) που μελέτησαν 12 γυμνασμένους φοιτητές σε τρεις διαφορετικές τακτικές, αυτή της γρήγορης (FPS), της αργής (SPS) και της σταθερής (EPS) σε δαπεδοεργόμετρο. Οι συγγραφείς βρήκαν ότι η γρήγορη τακτική (FPS) είχε ως αποτέλεσμα καλύτερη απόδοση που μεταφραζόταν σε μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης και κάλυψη μεγαλύτερης απόστασης.

Σε παλαιότερη μελέτη του Foster et al. (1994) που αφορούσε αθλητές πατινάς ταχύτητας < 1500m, βρήκαν ότι με την μέθοδο της γρήγορης τακτικής είχαν καλύτερα αποτελέσματα στην αποδοσή τους.

Αντίθετα, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δε συμφωνούν με αυτά των Foster et al. (1993) και των Thompson et al. (2003) που βρήκαν ότι σε 2km ποδηλασίας και κολύμβησης αντίστοιχα, μια μέθοδος τακτικής πιο σταθερή (EPS), έχει καλύτερα αποτελέσματα στη συνολική απόδοση σε σύγκριση με τις τακτικές γρήγορη (FPS) ή αργή τακτική (SPS). Πιθανόν, η ασυμφωνία αυτή να οφείλεται στα διαφορετικά ερευνητικά πρωτόκολλα.

Πρόσφατη εργασία από τους Thomas et al. (2012) μελέτησε 10 ποδηλάτες καλού επιπέδου στην απόσταση των 20 km. Συνέκριναν τρεις τακτικές, την σταθερή, ποικίλα και αυτοεπιλογής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η σταθερή

τακτική (EPS) είχε καλύτερη απόκριση στις φυσιολογικές παραμέτρους και στην υποκειμενική αντίληψη της προσπάθειας.

Σε εργασία από τους Skorski et al. (2014) που αφορά 15 κολυμβητές ελεύθερου (10 άνδρες, 5 γυναίκες) που κολύμβησαν με τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής 400m (αυτοεπιλογής, τα πρώτα 100m γρήγορα και τα πρώτα 100m αργά) βρέθηκε ότι η συνολική απόδοση ήταν καλύτερη στην τακτική της αυτοεπιλογής. Όπως και στην παρούσα εργασία δε βρέθηκαν διαφορές στην καρδιακή συχνότητα και στη συγκέντρωση του γαλακτικού μεταξύ των προσπαθειών.

4.8 Περιορισμοί της έρευνας

Η ηλικία και το φύλο των δοκιμαζόμενων αποτελεί βασικό περιορισμό της έρευνας. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν νεαρής ηλικίας, επομένως τα συμπεράσματα δεν μπορούν να γενικευτούν σε γυναίκες ή σε πληθυσμιακές ομάδες διαφορετικής ηλικίας. Επιπλέον, πιθανός περιορισμός να είναι η εξοικείωση των δοκιμαζόμενων με τη μέτρηση των φυσιολογικών παραμέτρων (χρήση μάσκας) παρόλο που κάποιοι από τους αθλητές είχαν συμμετάσχει και στο παρελθόν σε παρόμοιες δοκιμασίες.

4.9 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα ευρήματα της παρούσας μελέτης προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η καλύτερη επίδοση στην αγωνιστική απόσταση των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο σημειώθηκε με την εφαρμογή της μεθόδου BSP που εφαρμόζεται από την πλειοψηφία των κωπηλατών διεθνώς.
2. Φαίνεται ότι στην τακτική BPS οι κωπηλάτες επιλέγουν να χρησιμοποιούν υψηλότερο ρυθμό κωπηλάτησης ($\text{strokes}\cdot\text{min}^{-1}$) και να μειώνουν το μήκος της κουπιάς τους ενώ τα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά παραμένουν σχεδόν σταθερά.
3. Η απόκριση των φυσιολογικών παραμέτρων στη διάρκεια των τριών μεθόδων τακτικής δεν είχαν διαφορές μεταξύ τους.
4. Οι σχετικές και απόλυτες τιμές της VO_2 είναι υψηλότερες στα δεύτερα 1000m της προσπάθειας των 2 km.

Η πρωτοτυπία της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι ότι μελετά τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής κατά την κωπηλατοεργομέτρηση των 2km σε συνδυασμό με τις κινητικές και φυσιολογικές παραμέτρους. Σε μελλοντικές εργασίες θα είχε πιθανόν μεγαλύτερη εγκυρότητα παρόμοιες μετρήσεις να γίνουν σε συνθήκες αγωνιστικής κωπηλασίας στο νερό.

V. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή σχεδιάστηκε για να μελετήσει τις μεταβολές στα κινητικά χαρακτηριστικά ανάλογα με την απόσταση κωπηλάτησης ανά 500m, τη σχέση τους με τον ρυθμό σε κωπηλατοεργομέτρηση 2 km και ταυτόχρονα σε δεύτερο χρόνο να εξετάσει τυχόν αλλαγές στα κινητικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά σε διαφορετικές κωπηλατικές μεθόδους τακτικής. Αυτή η διατριβή συνολικά βοήθησε στην περαιτέρω κατανόηση της επίδρασης διαφόρων παραγόντων στην απόδοση της κωπηλάτησης. Συνοπτικά, η πρώτη μελέτη εξέτασε αν η απόσταση κατά την κωπηλάτηση είναι παράγων ο οποίος επηρεάζει και διαφοροποιεί τα κινητικά χαρακτηριστικά. Επίσης, αν ο ρυθμός κωπηλάτησης επηρεάζει τα άλλα κινητικά χαρακτηριστικά και τελικά την απόδοση. Στη δεύτερη μελέτη ελέγχθηκε η αποδοτικότητα τριών διαφορετικών αγωνιστικών τακτικών. Της αυτοεπιλεγόμενης τακτικής (BPS) και δύο άλλων τακτικών μιας πιο αργής (SPS) και μιας άλλης πιο σταθερής (EPS) από την αυτοεπιλεγόμενη.

Με βάση τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής διαπιστώνεται ότι τα κινητικά χαρακτηριστικά συσχετίζονται με το ρυθμό μέσα σε αγωνιστικές συνθήκες τόσο των παιδών όσο και των κορασίδων. Να τονισθεί όμως ότι φάνηκε οι κορασίδες να διατηρούν ένα πιο σταθερό κινητικά μοντέλο κωπηλάτησης έναντι των παιδών. Επιπλέον, μέσω της παρατήρησης κατά την κωπηλατοεργομέτρηση των 2 Km των παιδών και κορασίδων, διαπιστώθηκε ότι προτιμούν να κωπηλατούν με πιο γρήγορο ρυθμό στα πρώτα 500m και στη συνέχεια να μειώνουν το ρυθμό στην ενδιάμεση απόσταση των 1000m και στη συνέχεια προς το τέλος της αγωνιστικής απόστασης να αυξάνουν πάλι το ρυθμό κωπηλάτησης. Ακολουθούν την τακτική της παραβολής όπως έχει καταγραφεί διεθνώς, την οποία αυτή τακτική, ακολουθούν κωπηλάτες υψηλού επιπέδου. Ως συνέχεια αυτής της παρατήρησης, προέκυψε η 2^η ερευνητική εργασία που εξέτασε τρεις διαφορετικές μεθόδους τακτικής σε κωπηλάτες εφηβικής ηλικίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο καλύτερος χρόνος σημειώθηκε με την τακτική της παραβολής, δηλαδή της γρήγορης κωπηλάτης (BPS) στην αρχή του αγώνα. Επιπλέον, δε βρέθηκαν διαφορές στις φυσιολογικές παραμέτρους μεταξύ των τριών τακτικών (BPS, SPS, EPS).

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι οι κωπηλάτες προσπαθούν να κωπηλατούν με υψηλό ρυθμό τα πρώτα μέτρα της αγωνιστικής απόστασης και να ηγούνται της κούρσας ώστε να ελέγχουν τους αντιπάλους τους, και ότι τα κινητικά χαρακτηριστικά, με εξαίρεση το μήκος της κουπιάς, παραμένουν αμετάβλητα παρόλο που οι αλλαγές του ρυθμού μεταλλάσσονται συνεχώς από υψηλό σε χαμηλό ή ακόμη υψηλότερο ρυθμό.

5.1 Συμπεράσματα

Τα παρακάτω ειδικά συμπεράσματα μπορούμε να εξάγουμε από αυτή τη διατριβή:

- Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδών και κορασίδων διέφεραν σημαντικά.

- Οι κορασίδες είχαν μικρότερα επιμέρους χαρακτηριστικά των άνω και κάτω άκρων.
- Σημαντικές διαφορές είχαν ως προς τη σωματική σύσταση παρόλο που ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) ήταν ίδιος. Οι κορασίδες είχαν μεγαλύτερο ποσοστό σωματικού λίπους ενώ οι παίδες στη μάζα σώματος και την άλιπη σωματική μάζα.
- Οι παίδες παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη επίδοση στα 2 km καθώς και σε όλα τα κινητικά χαρακτηριστικά εκτός του χρόνου επίτευξης της μέγιστης δύναμης (F_{peak}) στη φάση του τραβήγματος και στη διάρκεια της φάσης του τραβήγματος.
- Το ανάστημα τόσο των παιδών όσο και των κορασίδων συσχετίζονται με το μήκος κουπιάς (SL).
- Στην ομάδα των παιδών ο κωπηλατικός ρυθμός συσχετίζεται αρνητικά με το μήκος της κουπιάς (SL) ενώ θετική σημαντική συσχέτιση υπάρχει μεταξύ του μήκους της κουπιάς (SL) και του χρόνου στη φάση του τραβήγματος.
- Επιπλέον, στις κορασίδες ο ρυθμός ($strokes.min^{-1}$) συσχετίστηκε θετικά με την ισχύ ανά κουπιά.
- Η ανάλυση των κινητικών χαρακτηριστικών έδειξε ότι οι παίδες και οι κορασίδες, ακολουθούν τον ' παραβολικό τύπο τακτικής ή αντίστροφο J'.
- Οι παράγοντες που αναδείχθηκαν ότι μπορούν να προβλέψουν τον τελικό χρόνο των 2km είναι τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς και τα σωματικά μήκη. Η επίδοση των παιδών επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από το σωματικό βάρος, το BMI, την άλιπη σωματική μάζα, το μήκος του άνω άκρου, το μήκος του κάτω άκρου, το μήκος του μηρού, την ταχύτητα τραβήγματος της λαβής (H_v), τη δύναμη/κουπιά (F_{str}), τη μέγιστη δύναμη (F_{peak}) και την ισχύ/κουπιά (P_{str}).
- Τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς ήταν υπεύθυνα για το 67% της διακύμανσης του **Time_{2km}** και όταν προστέθηκαν οι σωματικές διαστάσεις η διακύμανση έφτασε το 0.73%.
- Διαφοροποιούνται στατιστικά σημαντικά ανά 500m στους παίδες και κορασίδες, ο κωπηλατικός ρυθμός (SR), το μήκος της κουπιάς (SL), η ταχύτητα της λαβής (H_v), η μέγιστη δύναμη (F_{peak}) και η παραγόμενη ισχύς (P_{str})
- Η καλύτερη επίδοση στην αγωνιστική απόσταση των 2 km σε κωπηλατοεργόμετρο σημειώθηκε με την εφαρμογή της αυτοεπιλεγόμενης τακτικής (BSP) που επιλέγεται από την πλειοψηφία των κωπηλατών διεθνώς.
- Φαίνεται ότι στην αυτοεπιλεγόμενη τακτική (BPS) οι κωπηλάτες επιλέγουν να χρησιμοποιούν υψηλότερο ρυθμό κωπηλάτησης ($strokes.min^{-1}$) και να μειώνουν το μήκος της κουπιάς τους ενώ τα υπόλοιπα κινητικά χαρακτηριστικά παραμένουν σχεδόν σταθερά.
- Ο ρυθμός διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών τακτικών. Ο ρυθμός της αυτοεπιλεγόμενης τακτικής (BPS) ήταν υψηλότερος της αργής (SPS) και της σταθερής τακτικής (EPS).

- Το σύνολο κουπιών στα 2km ήταν μεγαλύτερο της αυτοεπιλεγόμενης τακτικής (BPS) από αυτό της αργής τακτικής (SPS).
- Το μήκος κουπιάς (SL) διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών τακτικών. Το μήκος κουπιάς στην αυτοεπιλεγόμενη τακτική (BPS) είναι μικρότερο από το μήκος κουπιάς των δύο άλλων τακτικών (SPS, EPS).
- Δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τριών τακτικών στα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς.
- Οι σχετικές και απόλυτες τιμές της $\dot{V}O_2$ είναι υψηλότερες στα δεύτερα 1000m της προσπάθειας των 2 km.

5.2. Πρακτικές Εφαρμογές

Οι πρακτικές εφαρμογές ως αποτέλεσμα των ευρημάτων αυτής της διατριβής είναι:

- Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ αθλητών διαφορετικού φύλου οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση και πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν στην προπόνηση.
- Προσδιορίζονται οι διαφορές στα κινητικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών και κωπηλατριών ανάλογα με την απόσταση
- Αποσαφηνίζεται η σχέση του κωπηλατικού ρυθμού με τα κινητικά χαρακτηριστικά.
- Αποσαφηνίζεται η δυνατότητα επιλογής της πλέον κατάλληλης τακτικής μεταξύ τριών διαφορετικών τακτικών στην απόδοση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω προτείνονται:

- Επιλογή αθλητών και αθλητριών σύμφωνα με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά.
- Εξέταση της ικανότητας των αθλητών από τα δυναμικά χαρακτηριστικά.
- Για την επιλογή νέων κωπηλατών/τριών στο άθλημα πρέπει να προτιμώνται εκείνοι με υψηλό ανάστημα.
- Οι παράγοντες που είναι σημαντικοί και πρέπει να υπολογίζονται στον τελικό χρόνο των 2km είναι τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κουπιάς και τα σωματικά μήκη. Προτείνεται, η κατάλληλη επιλογή αθλητών με ανάλογα σωματικά μήκη και η προπόνηση για βελτίωση των δυναμικών χαρακτηριστικών της κουπιάς.
- Στους παίδες να τονίζεται η διατήρηση σταθερού του μήκους της κουπιάς και να μη μειώνεται με την αύξηση του ρυθμού.
- Για την αύξηση του ρυθμού στις κορασίδες θα πρέπει να αναπτύξουμε την ισχύ ανά κουπιά.
- Η τακτική που πρέπει να καλλιεργείται από τους προπονητές για παίδες και κορασίδες, να ακολουθεί τον ' παραβολικό τύπο ή αντίστροφο J'.
- Ο κωπηλατικός ρυθμός θα πρέπει να προπονείται ώστε να μη διαφοροποιείται σημαντικά στην απόσταση των 2km ανά 500m στα αγόρια και κορίτσια. Συγκεκριμένα στα δεύτερα και τρίτα 500 μέτρα.
- Εάν θέλουμε να προπονήσουμε σε υψηλότερο ρυθμό δεν πρέπει να επιλέγουμε την αργή ή σταθερή τακτική.

- Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, μπορούν να αξιοποιηθούν και από τους προπονητές μικρότερης ηλικίας κωπηλατών, με σκοπό την εφαρμογή κατάλληλων προπονητικών προγραμμάτων που θα ενισχύουν τα καρδιοαναπνευστικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των αθλητών τους.

5.3 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

- Παρόμοιες έρευνες σε συνθήκες αγωνιστικής κωπηλασίας στο νερό.
- Σύγκριση της επίδοσης αθλητών με διαφορετική σωματική σύσταση.
- Σύγκριση της επίδοσης αθλητών με διαφορετικό ανάστημα.
- Σύγκριση των κινητικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών κατά την κωπηλάτηση αθλητών με διαφορετική σωματική σύσταση.
- Η εξέταση των κινητικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των κωπηλατών σε άλλες αγωνιστικές τακτικές.
- Η σύγκριση της επίδοσης και των φυσιολογικών και τεχνικών απαιτήσεων μεταξύ και άλλων αγωνιστικών τακτικών.
- Η καταγραφή των κινητικών χαρακτηριστικών και η σχέση τους με τον κωπηλατικό ρυθμό κατά την κωπηλάτηση στο νερό.
- Η σύγκριση των κινητικών χαρακτηριστικών με τις αλλαγές του κωπηλατικού ρυθμού κατά την κωπηλάτηση στο κωπηλατοεργόμετρο καθώς και στο νερό.
- Η εξέταση της επίδρασης διαφορετικών παρεμβατικών προγραμμάτων στα κινητικά και κινηματικά χαρακτηριστικά των κωπηλατών/τριών.
- Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μια μελλοντική έρευνα που θα συμμετείχαν και γυναίκες σε διαφορετικές μεθόδους τακτικής.
- Επιπλέον, οι μετρήσεις κινητικών και καρδιοαναπνευστικών παραμέτρων να μελετηθούν και σε κωπηλασία μέσα στο νερό.
- Η εμβιομηχανική ανάλυση επίσης θα προσέφερε επιπλέον δεδομένα για συζήτηση.

VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abbiss C.R. & Laursen P.B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38, 239-252.
- Acka F., & Muniroglou S. (2008) Anthropometric-Somatotype and strength profiles and on-water performance in Turkish elite kayakers. *International journal of Applied Sports Science*, 20 (1), 22-34.
- Aisbett B., Le Rossignol P., Mc Connell G.K., Abbiss C.R., Snow R. (2009). Effects of starting strategy on 5-min cycling time-trial performance. *Journal of Sports Sciences*, 27(11), 1201-1209.
- Albertus Y., Tucker R., St Clair Gibson A., Lambert E.V., Hapson D., Noakes T.D. (2005). Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. *Medicine of Science Sports of Exercise*, 37(3), 461-468.
- Arazi H., Faraji H., Mohammadi S.M.(2011). Anthropometric and physiological profiles of elite Iranian Junior rowers. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 9(2), 162-166.
- Ariyoshi M., Tanaka H., Kanamori K., Obara S., Yoshitake H., Yamaji K., Shephard R.J. (1979). Influence of running pace upon performance: effects upon oxygen intake, blood lactate and ratings of perceived exertion. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 4:210-13.
- Astrand P.O & Shephard R.J. (2000) Endurance in sport (2nd ed.) Osney Mead, Oxford, Ox; Malden, Mass:Blackwell Science.
- Attenborough A.S., Smith R. M., Sinclair P.J. (2012). Effect of gender and stroke rate on joint power characteristics of the upper extremity during simulated rowing. *Journal of Sports Sciences*, 30(5):449-458.
- Bailey S.J., Vanhatalo A., DiMenna F.J., Wilkerson D.P., Jones A.M. (2011). Fast-start strategy improves VO₂ kinetics and high-intensity exercise performance. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 43, 457-467.
- Battista R.A. (2004). *Relationship between physical characteristics and 2k rowing ergometer performance in collegiate female rowers*. Dissertation for Phd, Michigan University, Department of Kinesiology.
- Battista R.A., Pivarnik J.M., Dummer G.M., Sauer N., Malina R.M. (2007). Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 651-657.
- Baudouin A. and Hawkins D. (2004). Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. *Journal of Biomechanics*, 37, 969-976.
- Beunen G.P., Rogol A.D., Malina R.M. (2006). Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food Nutrition Bulletin*, 27 (Suppl.), S244-S256.
- Bishop D. (2000). Physiological predictors of flat-water kayak performance in women. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 91-97.
- Bishop D., Bonetti D., Dawson B. (2002). The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1041-1047.

- Bloomfield J., Blanksby B.A., Elliot B.C. (1973). Profiles of National level oarsmen. *British Journal of Sports Medicine*, 7, 351-3.
- Borg A.G (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Bourgois J. & Vrijens J. (1998). Metabolic and cardiorespiratory responses in young oarsmen during prolonged exercise test on a rowing ergometer at power outputs corresponding to two concepts of anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 164-169.
- Bourgois J., Claessens A.L., Janssens M., Van Renterghem, B., Loos, R., Thomis M., Philippaerts R., Lefevre, J., Vrijens J. (2001). Anthropometric characteristics of elite female junior rowers. *Journal of Sports Science*, 19, 195-202.
- Bourgois J., Claessens A.L., Vrijens H, Philippaerts R., Van Renterghem B., Thomis M., Janssens M., Loos R., Lefevre J. (2000). Anthropometric characteristics of elite male junior rowers. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 213-217.
- Bowles C.J., & Sigerseth P.O. (1968). Telemetered heart rate responses to pace patterns in the one-mile run. *Research Quarterly*, 39:36-46.
- Brown M.R., Delau S., Desgorces F.D. (2010). Effort regulation in rowing races depends on performance level and exercise mode. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 613-617.
- Buckeridge E., Hislop S., Bull A., McGregor A. (2012). Kinematic Asymmetries of the lower limbs during ergometer rowing. *Medicine of Science & Sports Exercise*, 44(11), 2147-53.
- Burnley M. & Jones A.M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sport Science*, 7, 63-79.
- Cerne T., Kamnik R., Vesnicer B., Gros J.Z., Munih M. (2013). Differences between elite, junior and non-rowers in kinematic and kinetic parameters during ergometer rowing. *Human Movement Science*, 32(4), 691-707.
- Chiotis, D, Tsiftis, G., Chatzisyneon M., Maniati M., Krikos X., Dakou-Voutetaki A. (2002). Growth charts for the Greek population: boys aged 0-18 years. A' Paediatric Clinic, Medical School, University of Athens Greece.
- Claessens A.L., Bourgois J., Pintens K., Lefevre J., Van Renterghem B., Philippaerts R., Loos R., Janssens M., Vrijens J. (2002). Body composition and somatotype characteristics of elite female junior rowers in relation to competition level, rowing style and boat type. *Human Biology Budapest*, 27, 159-165.
- Claessens A.L., Bourgois J., Van Aken K., Van der Auwera R., Philippaerts R., Thomis M., Vrijens J., Loos R., Lefevre J. (2005). Body proportions of elite junior rowers in relation to competition level, rowing style and boat type. *Kinesiology* 37(2), 123-132.
- Coquart L., B., Eston R. G., Lemaitre F., Tourny C., Grosbois J.M. (2014). Prediction of oxygen uptake from ratings of perceived exertion during a sub-maximal cardiopulmonary exercise test in patients with chronic

- obstructive pulmonary disease. *European journal of Applied Physiology*, DOI 10.1007/s00421-014-3023-6.
- Cosgrove M.J., Wilson J., Watt D., Grant S.F. (1999). The relationship between selected physiological variables of rowers and rowing performance as determined by a 2000 m ergometer test. *Journal of Sports Science*, 17, 845-52.
- Craig N.P., Norton K.I., Bourdon P.C., Woolford S.M., Stanef T., Squires B., Olds T.S., Conyers R.A., Walsh C.B.V. (1993). Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. *European Journal of Applied Physiology*, 67, 150-158.
- De Campos Mello F., De Moraes Bertuzzi R.C., Grangeiro P.M., Franchine E. (2009). Energy systems contributions in 2000m race stimulation: a comparison among rowing ergometry and water. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 615-619.
- De Koning J.J., Bobbert M.F., Foster C. (1999). Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2, 266-277.
- De Koning J.J., Foster C., Bakum A., Kloppenburg S., Thiel C., Joseph T., Cohen J., Porcari J.P. (2011). Regulation of pacing strategy during Athletic competition. *PloS ONE* 6(1), e15863. doi:10.1371/journal.pone0015863.
- DeRose E.H., Crawford S.M., Kerr D.A., Ward R., Ross W.D. (1989). Physique characteristics of Pan American Games lightweight rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 10, 292-297.
- Dimakopoulou E. and Kaloupsis S. (2012). Effect of stroke rate on force, velocity and stroke length during rowing performance: a review. *Gazzette Medica Italiana- Archivio Scienze Mediche*, 171 (2), 207-212.
- Dimakopoulou E., Blazevich J.A., Kaloupsis S., Diafas V., and Bachev Vihren. (2007). Prediction of stroking characteristics of elite rowers upon anthropometric variables. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 1 (1-4), 91-97.
- Duffield R., Dawson B., Goodman C. (2005). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 299-307.
- Durnin J.V.G.A. and Womersley J. (1974). Body fat assessed from the total body density and its estimation from skinfolds thickness: measurement on 481 men and women from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.
- Durnin J.V.G.A. & Rahaman M.M. (1967). The assessment of the amount of fat in the human body for measurements of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 21, 681-689.
- Eston R. (2012). Use of Ratings of perceived Exertion in Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 175-182.
- Eveleth P.B., Tanner J.M. (1990). Worldwide variation in human growth. 2nd ed. Cambridge University Press.

- Fausto-Sterling A. Myths of Gender: Biological Theories about Women and Men. Ed. Basic Books. 1985.
- Fitts R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 74, 49-94.
- Forjasz J. (2011a). Anthropometric Typology of male and female rowers using K-Means Clustering. *Journal of Human Kinetics*, 28, 155-164.
- Forjasz J. (2011b). Somatic Build of rowers in the period from 1995 to 2005. *Human Movement*, 12(1), 46-56.
- Foster C., De Koning J.J., Hettinga F., Lampen J., Dodge C., Bobbert M., Porcari J.P. (2004). Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 198-204.
- Foster C., Schrage M., Snyder A.C., Thompson N.N. (1993). Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 25, 383-388.
- Foster C., Schrage M., Snyder A.C., Thompson N.N. (1994). Pacing strategy and athletic performance. *Sports Medicine*, 17, 77-85.
- Fritzdorf S.G., Hibbs A., Kleshnev V. (2009). Analysis of speed, stroke rate and stroke distance for world-class breaststroke swimming. *Journal of Sports Sciences*, 27(4), 373-378.
- Fucuba Y. & Whipp B.J. (1999). A metabolic limit on the ability to make up for lost time in endurance events. *Journal of Applied Physiology*, 87:853-861.
- Garland S.W. (2005). An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000m rowing. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 39-42.
- Gee T.I., French D.N., Gibbon K.C., Thompson K.G. (2013). Consistency of pacing and metabolic responses during 2000m rowing ergometry. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 70-76.
- Group of authors (2003). Fitro rower manual, Weba sport und med artikel GmbH, Wien.
- Gustafsson F., Alis S., Hanel B., Toft J.C., Secher N.H. (1996). The heart of the senior oarsman: an echocardiographic evaluation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(8), 1045-8.
- Haas J.D., Campirano F. (2006). Inter-population variation in height among children 7 to 18 years of age. *Food Nutrition Bulletin*, 27 (Suppl.), S212-S223.
- Hagerman F.C. (1984). Applied Physiology of Rowing. *Sports Medicine*, 1, 303-26.
- Hagerman F.C. and Korzeniowski K. (1989). Applied rowing ergometer testing. *Federation Internationale des Societes d'Aviron Colloque des Entraîneurs*, 19, 115-133.
- Hahn A. (1990). Identification and selection of talent in Australian rowing. *Excel*, 6(3), 5-11.
- Hahn A., Bourdon P., Tanner R. (2000). Protocols for the physiological assesment of rowers. Champaign IL: Human Kinetics.

- Hebbelinck M., Ross W.D., Carter J.E. (1980). Anthropometric characteristics of female Olympic Rowers. *Canadian Journal of applied Sport Sciences*, 5:255-262.
- Hettinga F.J., de Koning J.J., Broersen F.T., Van Geffen P., Foster C. (2006). Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000m cycling time trials. *Medicine Science Sports Exercise*, 38, 1484-1491.
- Hirata K.I. (1979). Selection of Olympic Champions. Tokyo:Hirata Institute.
- Hofmijster M., J., Landman E., H.,J., Smith R.,M. (2007). Effect of stroke rate on the distribution of net mechanical power in rowing. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 403-411.
- Hofmijster M., Soest V. A., and Koning J. Jos (2009). Gross Efficiency during Rowing is not affected by Stroke Rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 1088-1095.
- Holt P.J.E., Bull A.M.J., Cashman P.M.M., McGregor A.H. (2003). Kinematics of spinal motion during prolonged rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 24, 597-602.
- Huang C., Nesser T.W., Edwards I.E. (2007). Strength and power determinants of rowing performance. *Journal of Exercise Physiology online*, 10(4), 43-50.
- Ingebrigtsen J., Jeffreys I., Rodahl S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 302-309.
- Ingham S.A., Whyte G.A.P., Jones K., Neville A.M. (2002). Determinants of 2000 m rowing ergometer performance in elite rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 88(3), 243-6.
- Issekutz B., Shaw W.A.S., Issekutz A.C. (1976). Lactate metabolism in resting and exercising dogs. *Journal of Applied Physiology*, 38, 763-767.
- Jones A.M. & Poole D.C. (2005). Oxygen uptake kinetics in sport exercise and Medicine. Routledge, London.
- Jones A.M., Wilkerson D.P., Vanhatalo A., Burnley M. (2008). Influence of pacing strategy on O₂ uptake and exercise tolerance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18, 615-626.
- Joseph T., Johnson B., Battista R.A., Wright G., Dodge C., Porcari J.P (2008). Perception of fatigue during simulated competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 381-386.
- Jurimae J., Maestu J., Jurimae T., pill E. (2000). Prediction of rowing performance on single scull from metabolic and anthropometric variables. *Journal of Human Movement Studies*, 38, 123-36.
- Kaloupsis S., G.C. Bogdanis, E. Dimakopoulou, M. Maridaki (2008). Anthropometric characteristics and Somatotype of young Greek rowers. *Biology of Sport* 25 (1), 57-68.
- Kennedy M.D.& Bell G.J. (2003). Development of race profiles for the performance of a simulated 2000m rowing race. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(4), 536-546.
- Klavora P. (1980). Two popular racing strategies of international crews: cat and mouse or the favorite's strategy. *Catch- Jan/Feb (Canada)*.

- Kleshnev V. (1996). The effects of stroke rate on biomechanical parameters and efficiency of rowing. In *Proceedings of XIV Symposium on biomechanics in Sports (edited by Abrantes, J.M.C.S), 321-324, Lisboa: Edicoes FMH.*
- Kleshnev V. (2001). Stroke Rate vs Distance in Rowing during the Sydney Olympics. *Australian Rowing, Cariene, W.A* 25 (2), 18-22.
- Kleshnev V. (2012). Analysis of boat acceleration. *Rowing Biomechanics Newsletter*, 12(140).
- Klusiewicz A., Starczewski M., Ladyga M., Dlugotecka B., Braksator W., Mamcarz A., Sitkowski D. (2014). Reference values of Maximal oxygen uptake for Polish Rowers. *Journal of Human Kinetics*, 9 (44), 121-127.
- Kondric M., Uljevic O., Gablilo G., Kontic D., Sekulic D. (2012). General anthropometric and specific physical fitness profile of high-level junior water polo players. *Journal of Human Kinetics*, v32, 157-165
- Krebs P.S., Zinkgraf S., Virgilio S.J. (1986). Predicting competitive bicycling performance with training and physiological variables. *Journal of Sports Medicine*, 26, 323-330.
- Lacour J-R., Messonnier L., Bourdin M. (2009). Physiological correlates of performance. Case study of a world class rower. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 407-413.
- Lamb H. (1989). A kinematic comparison of ergometer and on-water Rowing. *American Journal of Sports Medicine*, 17(3), 367-373.
- Lawton T.W., Cronin J.B., McGuigan M.R. (2012). Anthropometry, strength and benchmarks for development: A basis for junior rowers' selection? *Journal of Sports Sciences*, 30(10), 995-1001.
- Leal Junior E., C., P., de Barros Souza F., Magini M., Lopes Martins R., A., B. (2006). Comparative study of the oxygen consumption and anaerobic threshold in a progressive exertion test in professional soccer and indoor soccer athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12 (6), 290-292
- Lidor Z. & Ziv Gal. (2010). Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players- a review. *Pediatric Exercise Science*, 22, 114-134.
- Lutostawska G., Hubner-Wozniak E., Sitkowski D. (2002). Plasma glucose and blood lactate response to incremental cycling until exhaustion in active young men with different maximal oxygen uptake. *Biology of Sport*, 19(2): 163-174.
- Lynch C. Variations of pacing in simulated rowing- effects on physiological and performance variables. A thesis for degree of Master of Science, 2012.
- MacFarlane D.J., Edmond I.M., Walmsley A. (1997). Instrumentation of an ergometer to monitor the reliability of rowing performance. *Journal of Sports Science*, 15(2), 167-73.
- Mackenzie H.A.M., Bull A.M.J., McGregor A.H. (2008). Changes in rowing technique over a routine one hour low intensity high volume training session. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 486-491.

- Maestu J., Jurimae J., Jurimae T. (2000). Relationship between anthropometric variables and different rowing ergometer test in heavy weight and light weight male rowers. *Papers on Anthropology*, 9, 125-132.
- Maestu, J., & Jurimae J. (2000). Anthropometrical and physiological factors of rowing performance: A review. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 5, 131-150.
- Malina R. M. (1994). Physical activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt. *Medicine in Science & Sports Exercise*, 26(6), 759-766.
- Malina R.M. (1995). Anthropometry. In: Maud P.J. & Foster C. (Eds), *Physiological assessment of human fitness*, 205-219. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina R.M., Bouchard C., Bar-Or O. *Growth, Maturation and Physical Activity*, 2nd edn. Human Kinetics, Champaign, IL, 2004.
- Marfell-Jones M., Olds T., Stewart A., Carter L. *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom: North-west University, 2006.
- Marriot H.E. & Lamb K.L. (1996). The use of ratings of perceived exertion for regulating exercise levels in rowing ergometry. *European Journal of Applied Physiology*, 72, 267-271.
- Maybery K. (2002). *Rowing: The essential guide to equipment and techniques*. New Holland Publishers.
- Mazzone T. (1988). Kinesiology of rowing stroke. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 10(2), 4-13.
- McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L. (2000). *Essentials of Exercise Physiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- McGregor A., H., Bull A., M., J., Byng- Maddick R. (2004). A comparison of Rowing Technique at Different Stroke Rates: A Description of Sequencing, Force Production and Kinematics. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 465-470.
- McGregor A., H., Patankar Z., S., Bull A., M., J. (2007). Longitudinal changes in the spinal kinematics of oarswomen during step testing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 29-35.
- McCreary C.R., Chilibeck P.D., Marsh G.D., Paterson D.A., Cunningham D.A., Thompson R.T. (1996). Kinetics of pulmonary oxygen uptake and muscle phosphates during moderately intensity calf exercise. *Journal of Applied Physiology*, 81, 1331-1338.
- McGregor A.H., Patankar Z.S., Bull A.M. (2005). Spinal kinematics in elite oarswomen during a routine physiological step test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(6), 1014-20.
- McGregor A.H., Patankar Z.S., Bull A.M. (2008). Do men and women row differently? A spinal kinematic and force perspective. *Journal of Sports Engineering and Technology*, v222 part p: 77-83.
- Messonier L., Freund H., Bourdin M., Belli A., Lacour J. (1997). Lactate exchange and removal abilities in rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(3), 396-401.

- Mikulic P. (2008). Anthropometric and Physiological profiles of rowers of varying ages and ranks. *Kinesiology*, 40(1), 80-88.
- Mikulic P. and Ruzic L. (2008). Predicting the 1000 m rowing ergometer performance in 12-13 year old rowers: the basis for selection process? *Journal of Science & Medicine in Sport*, 11, 218-226.
- Morgan D.W., Baldini F.D., Martin P.E., Kohort W.M. (1989). Ten kilometre performance and predicted velocity at VO_{2max} among well-trained male runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 21, 78-83.
- Muehlbauer T. & Melges T. (2011). Pacing patterns in competitive rowing adopted in different race categories. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1293-1298.
- Muehlbauer T., Schindler C., Widmer A. (2010). Pacing pattern and performance during the 2008 Olympic rowing regatta. *European Journal of Sport Science*, 10 (5), 291-296.
- Ng L., Burnett A., O'Sullivan P. (2008). Gender differences in motor control of the trunk during prolonged ergometer. ISBS Conference, July 14-18, Seoul, Korea.
- Ng L., Campbell A., Burnett A., O'Sullivan P. (2013). Gender differences in trunk and pelvic kinematics during prolonged ergometer rowing in adolescents. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(2): 180-7.
- Nielsen H.B. (1999). pH after competitive rowing: the lower physiological range? *Acta Physiologica Scandinavica*, 165, 113-114.
- Nieman D.C., Austin M.D., Dew D., Utter A.C. (2013). Validity of COSMED's quark CPET mixing chamber system in evaluating energy metabolism during aerobic exercise in healthy male adults. *Respiratory Sports Medicine*, 21(2), 136-145.
- Noakes T. D., St Clair Gibson, Lambert E.V. (2004). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 511-514.
- Noakes T.D. (2004). Linear relationship between the perception of effort and the duration of constant load exercise that remains. *Journal of Applied Physiology*, 96, 1571-1572.
- Noakes T.D. (2011). Time to move beyond a brainless exercise physiology: The evidence for complex regulation of human exercise performance. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 36(1), 23-35.
- Nolte V. (2011). Rowing Faster. Human Kinetics.
- Nolte V. (2005). Rowing Faster. Human Kinetics Publishers Inc.
- Nowicky A., Burnett R., Horne S. (2005). The impact of ergometer design on hip and trunk muscle activity patterns in elite rowers: An electromyographic assessment. *Journal of Sports Science & Medicine*, 4, 18-28.
- O'Neil T. and Skelton A. (2001) Indoor rowing training guide, version 2. Concept2 Ltd.
- Pollock C.L., Jones I.C., Jenkyn T.D., Ivanova T.D., Garland S.J. (2012) Changes in Kinematics and trunk electromyography during a 2000m race

- simulation in elite female rowers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22, 478-487.
- Pripstein L.P., Rhodes E.C., McKenzie D.C. & Coutts K.D. (1999). Aerobic and anaerobic energy during a 2-km race simulation in female rowers. *European Journal of Applied Physiology*, 79, 491-494.
- Radu L., E., Popovici I., M., Puni A., R. (2015). Comparison of anthropometric characteristics between athletes and non-athletes. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 191, 495-499.
- Rajkovic Z.M., Ilic D.B., Mrdakovic V.D., Mitrovic D.M., Jankovic N.N. (2011). Evaluation of learning rowing technique in a twelve-oared school boat galley. *Physical Education and Sport*, 9(3), 329-347.
- Rakovac M., Smoljanovic T., Bojanic I., Hannafin A., Hren D., Thomas P. (2011). Body size changes in elite junior rowers: 1997-2007. *Collateral Anthropology*, 35(1), 127-131.
- Redgrave S. (1995). *Complete book of rowing*. Saint Cloud, GB: Partridge Press.
- Renfree A., Martin L., Richards A., St Clair Gibson A. (2012). All for one and one for all! Disparity between overall crew's and individual rowers' pacing strategies during rowing. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 7(3), 298-300.
- Riechman S.E., Zoeller R.F., Balasekaran G., Goss F.L., Robertson R.J. (2002). Prediction of 2000 m indoor rowing performance using a 30s sprint and maximal oxygen uptake. *Journal of Sports Sciences*, 20, 681-687.
- Robinson S., Robinson D., Mountjoy R., Bullard R. (1958). Influence of fatigue on the efficiency of men during exhausting runs. *Journal of Applied Physiology*, 12, 197-201.
- Rodriguez F. (2000). Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400-m free swimming, running and cycling tests in competitive swimmers. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, 40:87-95.
- Ross W.D., Ward R., Leahy R.M., Day J.A.P. (1982). Proportionality of Montreal athletes. In Carter J.E.L. (Ed.), *Physical structure of Olympic Athletes. Part 1: The Montreal Olympic Games Anthropological project*. Basel: Karger.
- Russell, A. P., Le Rossignol, P. F., & Sparrow, W. A. (1998). Prediction of elite schoolboy 2000-m rowing ergometer performance from metabolic, anthropometric and strength variables. *Journal of Sports Science*, 16, 749-754.
- Ryan-Tanner R., Hahn A., Lawton E. (1999). A comparison of performance during on-water racing and ergometer rowing. *5th IOC World Congress on Sport Science*. Sydney: Sports Medicine Australia.
- Saltin B. & Astrand P.O. (1967) Maximal oxygen uptake in Athletes. *Journal of Applied Physiology*, 23 (3), 353-358.
- Schabert E.J., Hawley J.A., Hopkins W.G., Blum H. (1999). High reliability of performance of well-trained rowers on a rowing ergometer. *Journal of Sports Science*, 17, 627-632.

- Schranz N., Tomkinson G., Olds T., Daniell N. (2010). Three-dimensional anthropometric analysis: Differences between elite Australian rowers and the general population. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 459-469.
- Schranz N., Tomkinson G., Olds T., Petkov J., Hahn G.A. (2012) Is three-dimensional anthropometric analysis as good as traditional anthropometric analysis in predicting junior rowing performance. *Journal of sports Sciences*, 30(12), 1241-1248.
- Sealey R.M., Ness K.F., Leicht A.S. (2011). Effect of self selected and induced slow and fast paddling on stroke kinematics during 1000m outrigger canoeing ergometry. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 52-58.
- Secher N., H. (1993). Physiological and biomechanical aspects of rowing. Implications for training. *Sports Medicine*, 15, 24-42.
- Secher N.H. & Volianitis S. Handbook of Sports Medicine and Science, Rowing (Olympic Handbook of Sports Medicine). Blackwell, 2009.
- Secher N.H. (1983). The physiology of rowing. *Journal of Sports Science*, 1:23.
- Shephard R.J. (1998). Science and medicine of rowing: a review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 603-620.
- Shephard R.J. (2009). Is it time to retire the central governor? *Sports Medicine*, 39(9), 709-721.
- Simoes M., Veloso A., da- Silva P.A. (2007). In ISBS Conference Proceeding Archive. V1,n1.
- Siri W.W. (1956). Gross composition of the body. In:Advances in Biological and Medical Physics, v IV, edited by Lawrence J.H. and Tobias C.A. Academic Press, Inc., New York.
- Sitkowski D., Lutostawska G., Grabowska M., Zdanowicz R., Klusiewicz A., Krawczyk B. (1994). Acid –base status and electrolyte balance in male and female rowers 3 min after brief heavy exercise. *Biology of Sport*, 11(3): 151-159
- Skorski S., Faude O., Abbiss C.R., Caviezel S., Wengert N., Meyer T. (2014). Influence of pacing manipulation on performance of juniors in simulated 400-m swim competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 817-824.
- Slater G.J., Rice A.J., Mujika I., Hahn A.G., Sharpe K., Jenkins D.G. (2005). Physique traits of lightweight rowers and their relationship to competitive success. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 736-741.
- Soper C., Hume P.A. (2004). Towards an Ideal Rowing Technique for Performance. The contributions from Biomechanics. *Sports Medicine*, 34 (12), 825-848.
- St.Clair Gibson A., Lambert E.V., Rauch L.H., Tucker R., Baden D.A., Foster C., Noakes T.D. (2006). The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Medicine*, 36(8), 705-722.
- Steer R.R., McGregor A.H., Bull A.M.J. (2006). A comparison of kinematics and performance measures of two rowing ergometers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5, 52-59.

- Steinacker J. (1993). Physiological aspects of training in rowing. *International Journal of Sports Medicine*, 14(suppl 1), S3-S10.
- Swart J., Lamberts R.P., Lambert M.I., St Clair Gibson A., Lambert E.V., Woolrich R.W., Johnstone S., Noakes T.D. (2009). Exercising with reserve: exercise regulation by perceived exertion in relation to duration of exercise and knowledge of endpoint. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 775-781.
- Tanner R.K., Fuller K.L., Ross M.L.R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 551-559.
- Thomas K., Stone M.R., Thompson K.G., St.Clair Gibson A., Ansley L. (2012). The effect of self-even- and variable pacing strategies on the physiological and perceptual response to cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3069-3078.
- Thompson K.G., MacLaren D.P., Lees A., Atkinson G. (2003). The effect of even, positive and negative pacing on metabolic, kinematic and temporal variables during breaststroke swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 438-443.
- Tsekouras Y.E., Kavouras S.A., Campagna A., Kotsis Y., P., Syntosi S.S., Papazoglou K., Sidossis L.S. (2005). The anthropometric and physiological characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 35-41.
- Tucker R. & Noakes T.D. (2009). The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 43: 265-271.
- Tucker R., Lambert M.I., Noakes T.D. (2006). An analysis of pacing strategies during Men's-Record performances in Track Athletics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 233-245.
- Tucker R., Rauch L., Harley Y.X.R. Noakes T.D. (2004). Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflugers Archives*, 448, 422-430.
- Ulmer H.V. (1996). Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, 52, 416-20.
- Van Ingen Schenau G.J., De Koning J.J., De Groot G. (1992). The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 447-451.
- Varamenti E. & Platanou T. (2008) Comparison of anthropometrical, physiological and technical characteristics of elite senior and junior female water polo players: A pilot study. *The Open Sports Medicine Journal*, 2, 50-55.
- Wilmore J.H. & Costill D.L. (1999a). *Physiology of Sport and Exercise*. 2nd ed. Human Kinetics.
- Wilmore J.H., Costill D.L. (1999b). Sex differences and the female athletes. In; Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*, 570-606. eds Champaign, IL: Human Kinetics, Wilson J.M.J., Robertson D.G.E.,

- Stothar T.J.P. (1988). Analysis of power limb muscle function in ergometer rowing. *International Journal of Sports Biomechanics*, 4, 315-325.
- Xu F. & Rhodes E.C. (1999). Oxygen uptake kinetics during exercise. *Sports Medicine*, 27(5), 313-327.
- Yashiro K., Tachibana K., Usui C., Miyazaki J., Tani T., Higuchi M. (2003). 2000 meter rowing power and muscle cross-sectional areas. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), suppl 1, S389.
- Yoshiga C.C. and Higuchi M. (2003). Rowing performance of female and male rowers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13, 317-321.
- Yoshiga C.C., Kawakami Y., Fukunaga T., Okamura K., Higuchi M. (2000). Anthropometric and physiological factors predicting 2000m rowing ergometer performance time. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 6, 51-57.
- Zacharogiannis E., Paradisis G., Pilianidis T., Tsolakis C., Smirniotou A. (2015) Pacing at $\dot{V}O_2$ peak: Metabolic and Performance profile. *Journal of Exercise Physiology*, 18(2), 17-31.
- Ζέρβας Γ. (1994). Εισαγωγή στην κινητική συμπεριφορά. Κινητικός έλεγχος και Μάθηση, σελ. 24-26 Αθήνα.
- Καλουπής Σ. (1997a) Μεθοδική Διδασκαλία της Κωπηλασίας, Αθήνα.
- Καλουπής Σ., Δημακοπούλου Ε., Μπογδάνης Γ., Μαριδάκη Μ. (2004). Εκατοστημόρια ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών κωπηλατών αναπτυξιακής ηλικίας. *Αθλητική Επιστήμη Θεωρία και Πράξη*, 19(3): 9-18.
- Κλεισούρας Β. (1997). Εργοφυσιολογία. Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία.
- Τσούκος Α., Βελιγκέκας Π., Μπογδάνης Γ. (2013). Φυσιολογική βάση της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης στο σκελετικό μυ και πρακτικές εφαρμογές στον αθλητισμό. *Επιθεώρηση Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης*, 1, 1-21.

Η επίδραση του ρυθμού και της αγωνιστικής τακτικής στα φυσιολογικά και κινητικά χαρακτηριστικά κατά την κωπηλατοεργομέτρηση 2 km

VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

7.1. Ενημέρωση δοκιμαζόμενου και έγγραφο συγκατάθεσης σε ερευνητικό πρωτόκολλο

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

Ενημέρωση και δήλωση συγκατάθεσης για την συμμετοχή σε έρευνα.

Η παρούσα έρευνα διεξάγεται στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος σπουδών «ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών για την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής. Σκοπός της έρευνας είναι να μελετήσει τη διακύμανση της εφαρμοζόμενης δύναμης, της παραγόμενης ισχύος, του μήκους της κουπιάς σε συνάρτηση με τους διαφορετικούς ρυθμούς κατά την κωπηλατοεργομέτρηση 2k m σε αθλητές της κατηγορίας Παίδων και Εφήβων.

Οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν στις εγκαταστάσεις του Ναυτικού Ομίλου Ιωαννίνων όπου οι δοκιμαζόμενοι θα συμμετέχουν στις παρακάτω μετρήσεις που θα διεξαχθούν την ίδια ημέρα.

Με τη χρήση ζυγαριάς, αναστημόμετρου και δερματοπτυχόμετρου θα αξιολογηθούν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Με τη χρήση γωνιόμετρου θα αξιολογηθεί η ευλυγισία ορισμένων αρθρώσεων που συμμετέχουν ενεργά κατά την κωπηλατική τεχνική. Η δοκιμασία των 2km θα γίνει στο κωπηλατοεργόμετρο Concept2. Ταυτόχρονα θα γίνει και βιντεοσκόπηση της διαδικασίας των μετρήσεων.

Η δοκιμασία στο κωπηλατοεργόμετρο είναι αρκετά συνηθισμένη κατά τη διάρκεια της προπονητικής προετοιμασίας των κωπηλατών η οποία απαιτεί τη μέγιστη καταβολή των δυνατοτήτων τους. Υπάρχουν μηδαμινές πιθανότητες καταπόνησης του καρδιαγγειακού συστήματος από τις παραπάνω δοκιμασίες, οι οποίες θα θέσουν σε κίνδυνο την υγεία των αθλητών. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων θα παραβρίσκεται εξειδικευμένο προσωπικό για την

αντιμετώπιση ανεπιθύμητων καταστάσεων. Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων είναι υποχρέωση του κάθε δοκιμαζόμενου να μην αποκρύψει οποιαδήποτε πληροφορία που σχετίζεται με την κατάσταση της υγείας του ή πιθανόν τραυματισμών που έχει αντιμετωπίσει κατά το παρελθόν.

Ο δοκιμαζόμενος μπορεί να εκφράσει ελεύθερα ερωτήσεις, αμφιβολίες ή αντιρρήσεις σχετικά με την διαδικασία, καθώς και να απευθυνθεί για οποιοδήποτε πρόβλημα σχετίζεται με την έρευνα. Πρέπει να τονιστεί ότι ο κάθε δοκιμαζόμενος διατηρεί το δικαίωμα να σταματήσει την προσπάθεια οποιαδήποτε στιγμή αισθανθεί αδιαθεσία, πόνο ή και ακόμη για οποιοδήποτε άλλο λόγο. Τα δεδομένα είναι εμπιστευτικά και πρόσβαση σε αυτά θα έχει η ερευνητική ομάδα καθώς και κάθε δοκιμαζόμενος (ή και ο προπονητής του) για την αξιοποίησή τους στην προπονητική διαδικασία.

Δημακοπούλου Ελένη, Msc

Διδακτορική Φοιτήτρια Π.Μ.Σ Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός

Διάβασα το παραπάνω κείμενο και κατανόησα πλήρως τις διαδικασίες στις οποίες θα υποβληθώ. Δέχομαι αβίαστα και οικιοθελώς να συμμετάσχω στην έρευνα, διατηρώντας το δικαίωμα να σταματήσω ή να αποσυρθώ οποιαδήποτε στιγμή, σύμφωνα με την προσωπική μου κρίση

Ημερομηνία Ιωάννινα - 5 - 2012

Όνοματεπώνυμο δοκιμαζόμενου	Όνοματεπώνυμο Γονέα ή Κηδεμόνα
Υπογραφή	Υπογραφή

Ο προπονητής του

7.2. Γραπτή συναίνεση

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

ΓΡΑΠΤΗ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ – ΑΠΟΔΟΧΗ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος.....
δηλώνω ότι έχω ενημερωθεί για το σκοπό των διαδικασιών της έρευνας που αποβλέπουν στην αξιολόγηση των διαφορετικών τακτικών κατά τη διάρκεια κωπηλατοεργομέτρησης, που διεξάγονται στο εργαστήριο του Υγρού Στίβου. Μου έγιναν γνωστές οι δοκιμασίες στις οποίες πρόκειται να υποβληθώ και οι πιθανοί κίνδυνοι που προκύπτουν από αυτές. Γνωρίζω ότι λαμβάνονται όλα τα μέτρα από τους διεξάγοντες την έρευνα για την αποφυγή οποιουδήποτε σωματικού τραυματισμού και λαμβάνω μέρος στις μετρήσεις συνειδητά και αβίαστα με σκοπό να βοηθήσω στη συλλογή πληροφοριών για την παραγωγή καινούργιας γνώσης.

Μου είναι σαφές ότι μπορώ να σε οποιοδήποτε στάδιο των μετρήσεων να αποσύρω τη συμμετοχή μου και να αποχωρήσω, χωρίς να χρειάζεται να δικαιολογήσω την απόφασή μου και χωρίς να υποστώ οποιαδήποτε επίπτωση. Έχω λάβει τη διαβεβαίωση ότι τα προσωπικά μου στοιχεία και τα δεδομένα από τις μετρήσεις είναι αυστηρά εμπιστευτικά και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για τους γνωστούς σε μένα σκοπούς της έρευνας. Θα μπορώ να έχω πρόσβαση σ' αυτά μετά από συνεννόηση με τους υπευθύνους.

Έχοντας υπόψη όλα τα παραπάνω συναινώ στη συμμετοχή μου στη συγκεκριμένη εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις δοκιμασίες που προβλέπονται από το πρωτόκολλο της έρευνας.

Ημερομηνία.....

.....
Ο εξεταστής

.....
Ο δοκιμαζόμενος

.....
Ο προπονητής

7.3. Καρτέλα αθλητή

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ

Κ Α Ρ Τ Ε Λ Α Κ Ω Π Η Λ Α Τ Η - Τ Ρ Ι Α Σ

ΕΠΩΝΥΜΟ _____
ΟΝΟΜΑ _____ ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ _____
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΟΔΟΣ _____
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΛΗ _____
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Τ.Κ. _____ ΤΗΛ. _____ ΗΜ/ΝΙΑ
ΓΕΝ. _____
ΣΥΛΛΟΓΟΣ _____

Σ Ω Μ Α Τ Ο Μ Ε Τ Ρ Ι Κ Α Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Α

ΗΜΕΡ/ΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ					
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ					
ΧΡΟΝΟΣ 2000M					
DRAG FACTOR					
ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ					
ΑΝΑΣΤΗΜΑ					
ΑΝΟΙΓΜΑ ΧΕΡΙΩΝ					
ΑΝΑΣΤΗΜΑ ΚΑΘΙΣΤΟ					
ΜΗΚΟΣ ΚΟΡΜΟΥ					
ΜΗΚΟΣ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ					
ΜΗΚΟΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑ					
ΜΗΚΟΣ ΠΗΧΕΟΣ					
ΜΗΚΟΣ ΑΚΡΑΣ ΧΕΙΡΟΣ					
ΜΗΚΟΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ					
ΜΗΚΟΣ ΜΗΡΟΥ					
ΜΗΚΟΣ ΚΝΗΜΗΣ					
ΜΗΚΟΣ ΑΚΡΟΥ ΠΟΔΟΣ					

Δ Ε Ρ Μ Α Τ Ο Π Τ Υ Χ Ε Σ

ΔΙΚΕΦ. ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ					
ΤΡΙΚΕΦ. ΒΡΑΧΙΟΝΙΟΥ					
ΥΠΟΩΜΟΠΛΑΤΙΑΙΟΥ					
ΥΠΕΡΛΑΓΟΝΙΟΥ					
ΚΟΙΛΙΑΚΗ					
ΣΤΗΘΟΥΣ					
ΜΗΡΙΑΙΑ					
ΚΝΗΜΙΑΙΑ					
ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΩΜ. ΛΙΠ.%					
ΛΙΠΟ ΣΩΜ. ΒΑΡΟΣ					

Π Ε Ρ Ι Μ Ε Τ Ρ Ο Ι
Δ Ι Α Μ Ε Τ Ρ Ο Ι

7.4 Κλίμακα Υποκειμενικής αντίληψης της προσπάθειας (Borg Scale)

BORG SCALE	
ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΣ	
6	
7 – Πολύ, πολύ εύκολα	
8	
9 – Πολύ εύκολα	
10	
11 – Αρκετά εύκολα	
12	
13 – Κάπως εύκολα	
14	
15 - Δύσκολα	
16	
17 – Πολύ δύσκολα	
18	
19 – Πολύ, πολύ δύσκολα	
20	

7.5. Κωπηλατοεργομέτρηση

ΚΩΠΗΛΑΤΟΕΡΓΟΜΕΤΡΗΣΗ 2.000m

Επώνυμο _____ Όνομα _____

Σωματείο _____

Ημερομηνία _____ Ολικός χρόνος _____

	500m	1.000m	1.500m	2.000m
ΧΡΟΝΟΣ				
ΙΣΧΥΣ				
ΡΥΘΜΟΣ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	1'	3'	5'	10'
ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ ΟΞΥ	3'	5'	7'	
DRAG FACTOR				

Ημερομηνία _____ Ολικός χρόνος _____

	500m	1.000m	1.500m	2.000m
ΧΡΟΝΟΣ				
ΙΣΧΥΣ				
ΡΥΘΜΟΣ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	1'	3'	5'	10'
ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ ΟΞΥ	3'	5'	7'	
DRAG FACTOR				

Ημερομηνία _____ Ολικός χρόνος _____

	500m	1.000m	1.500m	2.000m
ΧΡΟΝΟΣ				
ΙΣΧΥΣ				
ΡΥΘΜΟΣ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ				
ΚΑΡΔΙΑΚΟΙ ΣΦΥΓΜΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	1'	3'	5'	10'
ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ ΟΞΥ	3'	5'	7'	
DRAG FACTOR				

Τις μετρήσεις πραγματοποίησε η Δημακοπούλου Ελένη

7.6. Πίνακας πρωτογενών στοιχείων εργομετρικής αξιολόγησης

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΡΓΟΜΕΤΡΙΚΗΣ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	
Ημερομηνία γέννησης	
Άθλημα	
Ημερομηνία αξιολόγησης	
Σύλλογος	

Πρωτογενή στοιχεία εργοσπιρομέτρησης
Ατμοσφαιρική πίεση (mmHg).....

Χρόνος	Επιβάρυνση	Κ.Σ	VEatps (l/m)	FEO ₂	FECO ₂	Θερμοκρασία Αερίου °C	Γαλακτικό (mmol/lit)

7.7. Πίνακας 5.5.2.1 Correlation matrix

Correlation Matrix^a

	BodyWeight	BMI	LeanBodyFat	UpperExtremities	LowerExtremities	ThighLength	HandleVelocity	ForcePerStroke	ForcePeak	PowerPerStroke	
Correlation	BodyWeight	1.000	.822	.884	.369	.245	.280	.464	.426	.458	.511
	BMI	.822	1.000	.635	-.123	-.184	-.043	.290	.358	.288	.286
	LeanBodyFat	.884	.635	1.000	.382	.357	.388	.488	.494	.560	.603
	UpperExtremities	.369	-.123	.382	1.000	.695	.469	.355	.224	.341	.429
	LowerExtremities	.245	-.184	.357	.695	1.000	.873	.277	.125	.207	.314
	ThighLength	.280	-.043	.388	.469	.873	1.000	.265	.151	.172	.339
	HandleVelocity	.464	.290	.488	.355	.277	.265	1.000	.412	.329	.554
	ForcePerStroke	.426	.358	.494	.224	.125	.151	.412	1.000	.818	.835
	ForcePeak	.458	.288	.560	.341	.207	.172	.329	.818	1.000	.832
	PowerPerStroke	.511	.286	.603	.429	.314	.339	.554	.835	.832	1.000
Sig. (1-tailed)	BodyWeight		.000	.000	.011	.069	.045	.002	.004	.002	.001
	BMI	.000		.000	.231	.134	.398	.039	.014	.040	.041
	LeanBodyFat	.000	.000		.009	.014	.008	.001	.001	.000	.000
	UpperExtremities	.011	.231	.009		.000	.001	.014	.088	.018	.004
	LowerExtremities	.069	.134	.014	.000		.000	.046	.228	.107	.027
	ThighLength	.045	.398	.008	.001	.000		.054	.183	.151	.019
	HandleVelocity	.002	.039	.001	.014	.046	.054		.005	.022	.000
	ForcePerStroke	.004	.014	.001	.088	.228	.183	.005		.000	.000
	ForcePeak	.002	.040	.000	.018	.107	.151	.022	.000		.000
	PowerPerStroke	.001	.041	.000	.004	.027	.019	.000	.000	.000	

a. Determinant = 2.509E-5

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

1^η Ερευνητική Εργασία

**ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Παίδων

Ηλικία (έτη)	Σωμ.Μάζα (kg)	BMI (Kg·m ⁻²)	Λίπος %	Άλιπη Σ.Μ. (kg)	Λιπωδης Μαζ.(kg)
14.4	58.2	18.5	6.44	54.27	3.73
15.14	70.3	21.4	10.9	62.35	7.65
15.65	86.3	23.3	12.26	75.46	10.54
14.9	74.7	21.5	12.67	65.49	9.51
15.5	64.4	20.9	7.1	60.39	4.61
14.9	63.5	20.8	8.32	57.76	5.24
15.4	80.9	25.8	13.84	69.79	11.21
15.7	69.3	21.3	8.32	63.26	5.74
15.1	81	22.2	16.8	67.39	13.61
15.9	68.2	22.2	9.95	61.24	6.76
14.4	65.6	20.3	7.72	59.98	5.08
15.8	70.5	21.6	10.92	62.35	7.65
16	71.3	24.3	15.8	59.72	11.28
16.4	79	22.8	9.43	59.78	11.28
15.15	66.5	21.5	9.43	59.78	6.22
15.7	64.5	19.9	11.4	56.71	7.29
15.8	60.5	18.7	10.45	53.73	6.27
15.2	61.8	18.8	8.32	55.93	5.07
15.4	75.3	23.2	14.56	64.08	10.92
15.1	63.6	19.1	7.72	59.06	4.94
14	63	20.3	9.95	56.7	6.27
14	59.2	20.3	10.45	53.7	6.27
14.3	71.6	21.9	14.9	61.27	10.73
13.9	60.6	20.1	7.1	56.67	4.33
15.9	70.3	19.8	9.95	63.04	6.96
16	66	20.37	12.26	57.91	8.09
14	68	22.99	15.25	57.63	10.37
14.8	72	22.47	15.25	61.02	10.98
14	80	27.2	21.23	63.01	16.99
15.6	63.5	21.97	9.95	56.73	6.27
15	80	25.25	16.51	66.79	13.21
14.8	58.1	18.34	16.06	48.77	9.33
16	70.5	22.76	18.9	57.66	12.84
14.8	57.1	20.14	13.13	49.6	7.5
14.6	79.1	24.56	22.32	61.44	17.66
14	68	22.59	19.05	55.05	12.95

Πίνακας 2. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Παιδών

Ανάστημα (cm)	Καθ.αναστ (cm)	Μ.κορμού (cm)	Μ.άνω ακρ (cm)	Μ.βραχίονα (cm)	Μ.αντιβραχ. (cm)	Μ.άκρα χειρός (cm)
177	88.5	59	77	31	26	21
181.5	89	60	79	31	31	19
192	96.5	68	85	37	27	22
187.1	94	61	85	35	28	24
176	90	62	79	31	26	21
174	87	59	76	30	26	21
177.5	91.5	62	76	30	27	20
180.5	91.5	60	82	33	30	22
191	97	64	85	37	27	22
175.5	89	61.5	79	32	28	19
179	91	60	82	33	29	20
180	92	61	83	34	28	21
171	86	58.5	78	33	26	20
186.5	97	66	86	36	29	20
175	88.5	59	77	33	24	20
179	90	61	79	34	26	19
179	89	60	81	34	27	20
180	91	61.5	80	33	26	21
180	93.5	61.5	78	33	25	20
183	91	62	81	32	30	19
176.3	90.5	55.5	78	31	27	21
171.6	87.5	60	75	32	24	19
181	90	60	82	34	27	21
174.5	90	56.5	76	31	26	20
188	96	64.5	82	34	27	22
180	95	63	80	33	26	22
172	83	54	77	31	26	20
179	76	46	75	28	26	21
171.5	81.4	51.4	75	40	26	19
170	77	47	74	28	26	20
178	76.5	46.5	80	33	26	22
178	73	43	80	29	30	22
176	76	47	79	27	30	22
168.4	89	59	75	30	25	20
179.5	90.6	61.6	78	31	28	21
173.5	87	58	79	31	27	22

Πίνακας 3. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Παίδων

Μ.κάτω άκρ.(cm)	Μ.Μηρού (cm)	Μ.Κνήμης (cm)	Ύψος αστρ/εδαφ. (cm)
89	40	40	9
93	45	40	8
99	46	46	7
96	45	45	7
92	43	41	8
89	41	43	6
89	43	41	5
93	43	42	8
97	46	46	6
90	41	43	7
96	45	55	6
92	42	44	6
86	40	41	5
91	41	42	8
89	42	41	7
90	42	42	6
92	42	44	6
91	41	44	7
90	42	42	6
95	42	47	6
86	38	42	7
89	42	41	7
93	44	45	6
88	42	39	7
90	39	45	7
97	47	43	7
87	41	40	7
95	45	45	6
82	36	40	6
79	36	37	7
96	44	46	6
94	42	46	7
93	43	43	7
87	41	41	5
88	42	40	7
88	39	43	7

Πίνακας 4. Κινητικά χαρακτηριστικά Παίδων στα 2km

Χρόνος 2km (sec)	Κουπ/λεπτό (strokes.min ⁻¹)	Μήκος κουπιάς (cm)	Ταχύτητα Λαβής (m.s ⁻¹)	Αριθμόςκουπ.2Km
444.2	31.54	148.37	1.66	230
422.2	29.05	157.96	1.65	202
413.4	31.34	159.53	1.7	213
428.4	29.29	159.76	1.75	207
438.8	31.35	146.32	1.65	227
455.1	30.8	144.13	1.59	229
413	31.64	153.49	1.63	215
429.2	29.79	150.17	1.71	209
436.3	29.84	152.79	1.72	216
437.1	30.38	149.35	1.65	221
428.9	28.95	160.21	1.68	205
430.1	27.42	151.95	1.64	195
430.9	31.05	143.38	1.69	222
404.5	30.91	153.47	1.8	204
430.7	30.78	148.88	1.69	217
439.6	31.42	160.79	1.69	228
433.9	29.95	154.12	1.66	215
428.3	33.69	141.61	1.66	235
442.2	31.03	147.87	1.64	226
444.2	28.49	162.54	1.7	208
432.1	32.1	137.55	1.64	229
449.1	30.72	136.85	1.57	228
438.6	29.44	155.64	1.65	214
432.6	30.64	154.63	1.64	218
461	29.9	151.94	1.58	228
423.63	29.45	164.6	1.67	207
422.39	31.69	141.09	1.71	224
432.17	28.88	158.74	1.64	206
452.07	27.63	159.54	1.59	207
454.7	28.42	146.41	1.62	214
429.7	27.93	160.8	1.7	201
455.15	27.62	159.54	1.59	207
417.82	31.32	149.67	1.71	217
444	33.29	146.67	1.69	235
426.8	30.9	143.69	1.7	219

Πίνακας 5. Κινητικά χαρακτηριστικά Παίδων στα 2Km

Δύναμη/κουπ. (N)	Μ.Δύναμη (N)	Ισχύς/κουπ (watt)	Δύναμη/Σ.Μ	Χρόνος Μεγ.Δύναμης
396.38	698.97	264.88	6.83	0.29
436.75	747.02	309.54	6.24	0.33
414.42	912.04	343.13	4.82	0.41
383.91	846.63	300.79	5.11	0.35
374.12	685.08	281.77	5.75	0.4
377.15	739.32	249.89	5.98	0.31
455.67	830.57	323.36	5.55	0.25
431.5	742.49	295.58	6.16	0.31
382.92	638.17	276.52	4.73	0.4
401.72	748.51	271.77	5.91	0.24
397.42	736.24	296.76	6.02	0.27
445.55	762.3	285.61	6.36	0.35
421.85	768.31	285.66	5.94	0.32
450.93	867.48	353.85	5.71	0.31
421.08	726.9	284.09	6.37	0.28
343.49	622.25	285.43	5.28	0.37
402.92	757.36	283.81	6.71	0.35
413.1	767.12	289.97	6.66	0.28
387.32	781.37	267.95	5.16	0.31
362.97	654.03	273.98	5.67	0.36
427.64	702.09	285.15	6.78	0.3
373.48	704.04	256	6.22	0.32
389.64	655.16	271.45	5.48	0.38
399.87	732.1	280.34	6.55	0.24
327.54	625.74	248.25	4.67	0.3
344.8	559	260.9	5.2	0.35
395.65	677.55	257.44	5.83	0.35
353.52	621.52	238.03	4.91	0.32
384.95	720.39	256.8	6.63	0.2
366.22	646.21	262.92	5.81	0.39
428.29	737.65	300.53	5.35	0.32
384.85	720.44	256.7	6.63	0.35
444.12	740.14	323.04	6.34	0.37
292.56	488.97	206.82	5.13	0.26
360.47	576.83	229.66	4.56	0.31

Πίνακας 6. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Κορασίδων

Ηλικία (έτη)	Σωμ.Μάζα (kg)	BMI (Kg·m ⁻²)	Λίπος %	Άλιπη Σ.Μ.(kg)	Λιπώδης Μ. (kg)
14.9	66.5	21.73	27.13	48.09	17.91
15.1	60.8	21.56	20.15	48.71	12.29
15.3	61.7	22.27	22.7	47.1	13.89
15.5	60.7	22.15	25.8	45.25	15.75
15.2	61.8	21.46	20.15	49.51	12.49
15	70.5	22.82	18.2	57.26	12.74
14	74	23.34	22.61	57.27	16.73
14	49.1	19.87	24.46	37.09	12.1
14.5	58	20.07	9.43	52.53	5.47
15.3	63.4	22.6	22.41	49.19	14.21
14.8	53.5	20.8	23.08	41.15	12.35
15.6	67	21.68	27.5	39.5	27.5

Πίνακας 7. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Κορασίδων

Ανάστημα (cm)	Καθ.αναστ. (cm)	Μ.κορμού (cm)	Μ.άνω άκρ.(cm)	Μ.βραχ. (cm)	Μ.αντιβραχ (cm)	Μ.άκρα χειρός (cm)
175	91	64	79	34	26	21
168	91	61	72	29	24	19
166.5	88.5	57.5	69	28	24	19
165.5	84	58.5	74	29	25	20
169.9	90	60	74	30	26	19
176	90	60	77	31	28	20
178	87.5	58.5	81	33	28	20
157	79.5	52	70	28	23	17
170.5	89	59	76	29	27	20
167.5	87	57	73	30	24	19
160.5	81	53	72	29	23	20
176	91.5	64.5	80	34	25	21

Πίνακας 8. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά Κορασίδων

Μ.κάτω άκρ (cm)	Μ.μηρού (cm)	Μ.κνήμης (cm)	Ύψος αστρ/έδαφ (cm)
90	43	42	6
84	40	38	6
82	39	37	6
84	40	39	6
83	39	39	5
87	39	42	7
92	42	42	8
80	37	37	5
87	41	41	7
86	40	39	7
82	39	37	6
91	43	43	5

Πίνακας 9. Κινητικά χαρακτηριστικά Κορασίδων στα 2km

Χρόνος 2Km	Κουπ/λεπτό (strokes.min ⁻¹)	Μ.κουπιάς (cm)	Ταχύτητα λαβής (m.s ⁻¹)	Αριθμός κουπ.2km
460.8	30.63	154.91	1.64	232
491.6	27.53	134.92	1.49	223
473.9	27.63	140.02	1.53	216
488.5	28.91	144.26	1.53	234
515.7	28.64	135.71	1.43	245
470.5	28.63	146.4	1.55	222
474.6	27.31	151.03	1.51	216
471	31.3	140.12	1.53	246
481.4	27.7	151.34	1.53	216
471.79	30.5	148.48	1.56	239
459.03	28.16	140.2	1.62	215
458.47	27.9	157.96	1.58	212

Πίνακας 10. Κινητικά χαρακτηριστικά Κορασίδων στα 2km

Δύναμη/κουπ (N)	Μέγ.Δύναμη (N)	Ισχύς/κουπιά (watt)	Αναλ Δύν/Σ.Μ	Χρόνος Μεγ.Δύναμης
312.6	584.83	246.41	4.73	0.39
357.81	658.13	198.05	5.86	0.26
383.19	699.39	216.92	6.18	0.34
307.06	523.53	201.79	5.03	0.33
297.67	537.7	174.38	4.8	0.31
360.94	744.37	231.62	5.15	0.33
335.27	625.74	217.88	4.53	0.29
341.91	634.29	228.68	6.84	0.3
271.81	505.38	170.39	4.68	0.37
316.24	525.61	231.74	5.36	0.28
350.73	648.71	196.31	5.31	0.27
307.78	540.59	202.34	4.27	0.37

Πίνακας 11. Κινητικά χαρακτηριστικά Παιδών ανά 500m

Ρυθμός 500m (strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 1km (strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 1500m (strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 2km (strokes.min ⁻¹)	Μ.κουπιάς 500m (cm)	Μ.κουπιάς 1km (cm)	Μ.κουπιάς1500m (cm)	Μ.κουπιάς 2km (cm)
34.78	30.37	28.91	31.86	149.26	150.71	149.43	144.57
30.31	27.81	27.79	30.02	156.74	158.58	158.57	158.02
34.69	30.36	29.79	30.56	162.75	162.18	157.66	156.12
31.15	26.94	27.68	31	158.11	163.33	161.1	157
35	30.57	29.76	29.95	146.37	146.47	146.34	146.1
34.33	29	28.16	31.5	141.08	145.91	146.19	143.48
34.05	29.63	30.36	32.34	152.91	157.49	154.56	149.63
31.63	27.92	27.52	31.68	150.85	153.2	152.34	145.08
30.53	28.48	28.74	31.42	154.74	154.31	152.92	149.61
30.71	28.19	29.45	32.98	149.45	150.61	149.91	147.54
31.96	27.24	27.16	29.25	160.47	160.42	160.94	159.06
29.43	26.02	25.95	28.12	150.63	152.25	152.51	152.44
32.25	29.55	30.54	31.79	142.47	144.43	143.73	142.95
34.62	29.56	28.24	30.92	153.55	154.34	154.71	151.4
31.16	29.39	29.38	32.91	148.71	150.6	149.87	146.61
34.72	30.02	29.21	31.78	162.68	161.62	160.41	158.42
32.8	29.55	28.73	28.65	154.25	153.83	154.11	154.27
34.87	31.48	31.71	36.22	143.36	144.69	143.89	135.53
35.2	29.73	28.76	30.04	142.26	149.39	150.43	149.91
32.05	26.84	25.72	29.02	160.32	163.78	164.6	161.74
34.27	30.93	30.07	32.92	136.25	137.36	139.47	137.24
32.23	28.72	29.86	31.92	137.59	137.61	137	135.33
30.71	29.11	28.85	29.15	157.15	157	155.05	153.47
33.45	28.67	29.02	31.26	152.47	156.39	156	153.81
32.53	29.74	28.37	28.95	156.05	150.7	150.11	150.91
30.2	28.92	28.92	29.83	163.5	165.15	164.94	164.59
31.5	31	31.66	32.55	143.38	142.48	139.57	139.1
28.04	28	28.37	30.87	158.79	160.87	159.83	155.93
29.04	26.3	27	28.24	159.41	160.88	160.61	157.35
30.11	26.76	26.65	29.81	147.02	146.18	147.51	145.05
28.71	26.31	27.08	28.83	161.79	159.55	162.55	159.66
28.86	26.25	27.06	28.22	159.56	160.86	160.56	157.33
29.98	29.91	32.1	33.28	153.76	151.57	146.81	146.85
28.84	26.42	26.82	27.43	158.88	157.29	156.06	155.56

Πίνακας 12. Κινητικά χαρακτηριστικά Παίδων ανά 500m

Ταχ.λαβ 500m (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ 1km (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ 1500m (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ 2km (m.s ⁻¹)	Ισχύς/κουπ 500m (watt)	Ισχύς/κουπ 1km (watt)	Ισχύς/κουπ 1500m (watt)	Ισχύς/κουπ 2km (m.s ⁻¹)
1.78	1.65	1.59	1.61	332.91	254.11	228.82	243.03
1.66	1.64	1.61	1.66	330.76	299.97	288.95	315.92
1.88	1.7	1.6	1.62	452.09	337.52	289.01	299.64
1.81	1.73	1.7	1.75	335.02	282.71	277.86	304.77
1.77	1.62	1.59	1.6	353.68	269.91	250.37	250.72
1.69	1.54	1.51	1.6	307.34	224.19	214.48	250.16
1.74	1.61	1.59	1.57	397.64	311.75	295.3	291.41
1.76	1.7	1.67	1.7	335.07	291.96	271.7	283.5
1.78	1.71	1.68	1.71	314.51	266.02	255.69	270.06
1.66	1.64	1.63	1.66	287.75	263.55	261.98	273.66
1.76	1.63	1.63	1.68	352.85	270.3	273.46	287.42
1.7	1.62	1.62	1.64	331.57	272.57	264.74	272.94
1.73	1.67	1.67	1.69	321.93	272.86	271.08	276.98
1.91	1.79	1.74	1.77	433.09	332.94	313.1	331.57
1.7	1.67	1.65	1.72	303.32	268.98	263.79	298.38
1.84	1.67	1.61	1.66	370.45	262.16	241.34	268.32
1.73	1.67	1.63	1.61	336.15	282.32	260.24	255.11
1.73	1.68	1.65	1.62	326.25	287.84	281.46	267.68
1.72	1.62	1.59	1.63	314.86	253.08	240.31	259.17
1.81	1.68	1.62	1.68	346.15	254.24	231.84	260.05
1.66	1.61	1.62	1.67	305.81	267.19	270.73	294.98
1.61	1.55	1.55	1.56	286.35	242.44	244.23	250.55
1.71	1.66	1.62	1.61	322.69	267.64	252.65	245.15
1.71	1.62	1.6	1.61	318.31	266.28	263.16	272.75
1.69	1.56	1.55	1.52	315.89	236.49	223.16	217.56
1.71	1.66	1.62	1.66	290.68	256.71	241.45	255.93
1.74	1.71	1.7	1.69	276.98	254.52	248.5	250.6
1.65	1.64	1.62	1.65	243.25	237.16	233.75	239.47
1.62	1.57	1.59	1.59	279.63	243.18	247.58	258.16
1.65	1.59	1.6	1.65	293.25	241	241.9	271.19
1.71	1.69	1.68	1.71	326.18	285.37	288.2	302.74
1.63	1.56	1.59	1.59	277.83	242.17	247.88	257.85
1.74	1.69	1.69	1.7	346.06	315	315.48	318.15
1.74	1.68	1.67	1.66	212	173.66	169.36	170.45
1.72	1.69	1.69	1.69	241.81	222.91	226.47	227.26

Πίνακας 13. Κινητικά χαρακτηριστικά Παίδων ανά 500m

Δύν/κουπ 500m (N)	Δύν/κουπ 1km (N)	Δύν/κουπ 1500m (N)	Δύν/κουπ 2km (N)	Μεγ.Δυν 500m(N)	Μεγ.Δυν 1km (N)	Μεγ.Δυν 1500m (N)	Μεγ.Δυν 2km (N)
451.98	390.3	371.16	372.92	776.11	697.34	662.61	661.57
460.17	439.93	420.75	427.39	770.19	747.24	728.82	740.45
492.65	416.14	373.37	380.52	991.96	928.18	857.54	869.02
410.36	383.95	369.42	372.19	874.76	859.84	829.48	824.11
419.17	372.33	353.75	349.81	744.58	681.16	656.89	655.37
431.48	355.66	348.41	370.73	784.63	709.58	713.16	746.76
534.91	452.56	427.91	411.54	917.6	830.13	802.64	776.98
466.33	442.86	420.66	399.71	779.71	759.14	729.6	705.91
427.05	378.88	365.34	362.13	679.53	635.04	624.02	616.31
422.76	414.96	396.21	375.17	749.09	777.41	759.34	711.07
433.71	378.98	388.88	386.38	761.05	719.1	734.5	729.12
486.87	446.47	432.94	417.19	822.18	769.66	746.57	713.42
465.2	420.75	404.07	398.46	788.62	766.88	762.28	755.76
489.64	445.78	434.1	432.27	911.09	863.16	854.02	839.85
451.53	412.98	405.37	414.86	754.26	711.6	721.15	720.02
403.96	328.93	315.58	325.5	720.45	606.58	566.69	596.05
438.84	408.75	383.53	379.65	808.62	778.25	726.56	714.88
438.75	428.54	419.26	372.61	774.61	793.71	796.21	713.39
424.2	375.96	364.63	381.04	800.7	758.28	765.16	799.35
418.83	356.44	336.7	338.65	730.56	644.94	615.6	622.04
435.88	418.32	425.82	429.95	707.15	699.3	425.82	703.47
399.74	370.11	362.28	362.2	727.05	712.66	699.65	678.6
441.35	384	374.15	361.42	740.62	638.88	638.76	606.16
424.29	397.45	392.88	385.05	732.72	737.71	734.64	728.56
385.95	318.19	310.87	295.43	684.65	630.42	611.37	577.1
379.88	344.33	323.61	392.16	618.62	562.94	522.71	537.18
428.48	391.15	381.98	382.46	719.54	674.53	666.05	652.34
372.21	356.75	349.39	339.72	558.39	554.73	556.32	545.25
407.02	378.3	375.41	380.46	702.71	697.98	714.82	763.68
386.87	357.42	357.06	360.86	693.58	635.8	627.82	625.26
452	424.24	417.51	419.4	779	723.33	728.8	721.53
405.75	377.29	375.22	380.41	702.58	697.39	716.38	763.5
482.26	447.53	432.24	416.98	790.48	740.14	726.74	706.69
321.84	285.29	274.12	268.28	560.53	523.35	522.34	526.56
373.8	353.98	360.73	353.26	591.33	571.09	582.44	562.54

Πίνακας 14. Κινητικά χαρακτηριστικά Κορασίδων ανά 500m

Ρυθμός 500m(strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 1km (strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 1500m (strokes.min ⁻¹)	Ρυθμός 2km (strokes.min ⁻¹)	Μ.κουπιάς 500m (cm)	Μ.κουπιάς 1km (cm)	Μ.κουπιάς1500m (cm)	Μ.κουπιάς 2km (cm)
34.29	29.21	27.95	30.63	150.94	156.25	157.98	154.96
29.43	26.18	26.65	27.79	135.75	136.09	134.27	133.65
29.96	26.42	26.02	27.98	140.75	141.49	140.04	137.91
31.72	27.78	27.35	28.6	142.65	145.66	146.21	142.73
30.72	28.21	27.45	28.19	137.51	135.82	135.15	134.38
32.78	27.53	26.47	27.56	147.56	145.73	146.82	145.45
28.53	26.83	26.49	27.41	152.65	151.53	150.73	149.37
32.87	29.86	30.19	32.16	140.03	139.54	140.46	140.31
28.6	26.17	25.71	29.57	153.51	154.67	152.43	145.62
31.86	29.69	29.95	30.47	148.45	149.27	148.59	147.61
28.96	27.83	27.13	28.73	142.09	140.27	139.2	139.38
27.55	28.33	27.69	27.98	160.97	159.38	156.46	155.32

Πίνακας 15. Κινητικά χαρακτηριστικά Κορασίδων ανά 500m

Ταχ.λαβ 500m (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ 1km (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ1500m (m.s ⁻¹)	Ταχ.λαβ 2km (m.s ⁻¹)	Ισχύς/κουπ 500m (watt)	Ισχύς/κουπ 1km (watt)	Ισχύς/κουπ 1500m (watt)	Ισχύς/κουπ 2km (watt)
1.72	1.61	1.6	1.63	282.95	231.32	226.82	240.57
1.54	1.48	1.47	1.49	224.26	185.93	183.62	197.72
1.6	1.51	1.5	1.52	252.4	208.43	198.96	206.76
1.62	1.53	1.49	1.47	234.84	198.07	187.11	185.62
1.52	1.41	1.38	1.41	208.11	167.47	158.46	163.54
1.71	1.5	1.48	1.51	317.93	204.91	194.38	206.11
1.6	1.52	1.46	1.47	271.85	220.86	191.56	191.76
1.57	1.48	1.5	1.55	25.44	204.77	214.66	241.44
1.52	1.53	1.51	1.54	180.56	165.02	159.65	173.43
1.62	1.54	1.54	1.56	264.76	222.38	219.85	219.79
1.73	1.61	1.55	1.6	222.67	190	174.44	198.45
1.6	1.61	1.57	1.57	213.33	207.55	195.66	193.92

Πίνακας 16. Κινητικά χαρακτηριστικά Κορασίδων ανά 500m

Δύν/κουπ 500m (N)	Δύν/κουπ 1km (N)	Δύν/κουπ 1500m (N)	Δύν/κουπ 2km (N)	Μεγ.Δυν 500m(N)	Μεγ.Δυν 1km (N)	Μεγ.Δυν 1500m (N)	Μεγ.Δυν 2km (N)
327.95	305.89	310.78	304.54	608.44	567.28	582.89	578.49
380.39	349.74	345.13	355.55	680.26	658.42	642.55	651.24
409.87	383.23	372.65	366.73	709.91	692.68	699.5	695.3
333.47	311.55	296.86	285.7	555.43	536.89	510	491.46
326.78	291.75	285.2	287.06	581.08	536.59	518.83	514.75
435.86	335.18	329.64	340.34	826.57	729.18	698.47	720.27
405.88	339.53	302.51	299	844.74	778.04	734.69	730.5
360.66	321.83	332.61	350.84	648.13	594.67	623.06	667.33
274.83	270.44	272.49	270.26	514.51	492.11	500.88	512.57
348.42	308.75	304.96	302.67	588.96	520.52	503.82	488.79
372	348.67	331.13	351.44	682.8	652.53	616.35	642.93
325.14	307.44	302.05	298.13	529.16	521.07	555.66	555.11

ΙΧ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

2^η Ερευνητική Εργασία

ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΩΤΟΤΥΠΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Ηλικία (έτη)	Ανάστημα (cm)	Σωμ.Μάζα (kg)	Καθ.ανάστ. (cm)	Μ.κορμού (cm)	Μ.άνω άκρου (cm)	Μ.κάτω άκρου(cm)	BMI (kg·m ⁻²)	Λίπος %
14	168.1	57	85	54.2	76.5	89	20.17	11.43
14	184.3	86.9	97	64.2	79.5	93.4	25.58	21.4
17	183	77.9	97	63.5	80.5	92	23.26	15.3
15	176.2	67.6	93	62.8	77.8	89	21.77	12.38
16	180	84.1	98	68	81.5	89.5	25.96	14.53
15	182	82.6	95	65.5	83	94.5	24.94	14.77
15	173.2	70.5	91	60	73	90.5	23.5	12.3
17	186.5	89.3	98	65.5	79	93	25.67	15.67
18	177.1	76	94	62.5	78	88.5	24.23	16.02
14	174.3	66.8	92	58	78	85.5	21.99	11.29
14	168.5	56.9	88	58	74.5	87	20.04	11.83
17	169	72.4	90.5	61.7	76	85	25.35	21.7
14	167	62.9	89.5	66	74	80	22.55	11.2
15.2	178.3	74.7	94	62.54	79.16	90.58	23.49	13.93
15.4	171.98	67	90.8	61.24	76.1	85.2	22.71	14.41

Πίνακας 2. Χρόνοι τριών μεθόδων τακτικής σε sec

Χρόνος 2km (sec) BPS	Χρόνος 2km(sec) SPS	Χρόνος 2km (sec)EPS
446.5	460	457
449.2	433	450.2
426.9	433.5	425.3
391.2	395.3	394.9
418.8	415.6	413.3
439.5	445.2	432.7
415.3	417.4	422.7
388	395.6	394.6
416.4	418.3	433
440.7	452.2	452.2
458.8	469	458.3
415.4	431.3	427.3
459.5	469.1	468
426.5	428.4	428.1
438.2	448.1	447.7

Πίνακας 3. Ταχύτητες τριών μεθόδων τακτικής ανά 500m (m.s⁻¹)

BPS				SPS				SPS			
500m	BPS 1km	BPS 1500m	BPS 2km	500m	SPS 1km	SPS 1500m	SPS 2km	500m	SPS 1km	SPS 1500m	SPS 2km
4.68	4.46	4.33	4.46	4.27	4.27	4.36	4.5	4.44	4.39	4.26	4.27
4.59	4.37	4.34	4.52	4.31	4.31	4.39	4.46	4.43	4.43	4.34	4.55
4.77	4.77	4.6	4.61	4.49	4.51	4.64	4.83	4.72	4.69	4.72	4.69
5.17	5.14	5.06	5.08	4.98	4.99	5.12	5.15	5.17	5.03	4.92	5.15
4.78	4.69	4.69	4.95	4.64	4.65	4.89	5.1	4.83	4.78	4.79	4.96
4.83	4.67	4.47	4.27	4.39	4.39	4.55	4.66	4.56	4.59	4.73	4.61
4.84	4.78	4.78	4.85	4.74	4.71	4.79	4.92	4.89	4.84	4.6	4.6
5.2	5.14	5.12	5.15	5.01	4.99	5.17	5.06	5.14	5.12	4.97	5.05
4.92	4.8	4.72	4.77	4.7	4.7	4.79	4.91	4.81	4.81	4.67	4.76
4.59	4.46	4.51	4.59	4.39	4.38	4.47	4.46	4.55	4.55	4.37	4.24
4.4	4.34	4.32	4.38	4.15	4.19	4.33	4.39	4.33	4.36	4.37	4.39
4.83	4.8	4.79	4.84	4.65	4.61	4.59	4.7	4.92	4.69	4.47	4.67
4.38	4.37	4.39	4.27	4.17	4.19	4.31	4.39	4.29	4.33	4.26	4.21
4.78	4.68	4.63	4.67	4.55	4.57	4.74	4.85	4.67	4.67	4.59	4.76
4.67	4.55	4.48	4.55	4.39	4.39	4.45	4.65	4.55	4.55	4.37	4.44

Πίνακας 4. Κινητικά χαρακτηριστικά της τακτικής BPS στα 2km

Αριθμ.κουπ 2km	Ρυθμός (strokes.min ⁻¹)	Μ.Κουπιάς (cm)BPS	Ταχ.λαβής (m.s ⁻¹) BPS	Δύναμ/κουπ(N) BPS	Μέγ.δύναμη (N)BPS	Χρόν.ΜεγΔύναμη BPS	Ισχύς/κουπ BPS(watt)
208	28.14	153.25	1.63	417.13	688.59	0.29	279.96
204	27.61	160.62	1.56	385.99	807.3	0.4	271.7
205	29.76	148.62	1.63	422.29	782.75	0.34	304.85
207	31.65	151.7	1.6	400.37	742.14	0.34	276.01
202	31.04	151.78	1.79	526.69	826.3	0.34	377.66
202	29.06	160.27	1.6	418.18	752.13	0.4	324.99
218	31.5	136.85	1.76	488.07	880.45	0.3	317.98
193	30	162.5	1.96	570.87	921.67	0.24	365.46
211	30.5	153.84	1.67	423.72	811.72	0.34	329.73
209	28.5	157.94	1.64	381.26	762.18	0.45	288.66
219	28.84	141.13	1.57	397.74	721.68	0.38	237.61
218	31.53	141.6	1.7	471.67	807.62	0.32	314.61
234	30.25	133.21	1.57	380.7	655.52	0.36	238.81
205	29.64	153.19	1.64	430.49	781.54	0.34	302.04
218	29.92	145.54	1.63	411.02	751.74	0.37	281.88

Πίνακας 5. Κινητικά χαρακτηριστικά της τακτικής SPS στα 2km

Αριθμ.κουπ 2km SPS	Ρυθμός (strokes.min ⁻¹) SPS	Μ.Κουπιάς(cm) SPS	Ταχ.λαβής(m.s ⁻¹) SPS	Δύναμ/κουπ (N)SPS	Μέγ.δύναμ(N) SPS	Χρόν.ΜεγΔύναμ SPS	Ισχύς/κουπ(N) SPS
193	25.34	153.29	1.52	426.21	749.92	0.31	261.69
203	28.55	155.09	1.66	432.86	779.83	0.35	302.18
208	29.46	156.29	1.61	425.94	751.21	0.31	293.67
209	28.37	154.19	1.63	422.9	719.4	0.34	274.52
201	30.68	160.69	1.79	474.18	879.43	0.35	382.94
198	28.87	168.05	1.77	424.63	797.07	0.4	342.08
210	30.38	142.84	1.74	474.18	846	0.34	322.5
197	30.04	154.58	1.83	550.24	906.46	0.32	368.18
206	29.61	156.62	1.8	425.84	809.89	0.35	330.82
207	27.65	165.65	1.62	370.46	732.62	0.41	275.05
205	26.46	150.63	1.54	401.62	701.73	0.35	232.3
200	28.21	154.91	1.63	427.39	812.88	0.38	305.05
213	27.49	143.44	1.55	370.79	651.36	0.38	237.37
202	28.48	155.91	1.64	436.42	775.96	0.33	303
206	27.88	154.25	1.63	399.22	741.69	0.37	276.12

Πίνακας 6. Κινητικά χαρακτηριστικά της τακτικής EPS στα 2km

Αριθμ.κουπ 2km EPS	Ρυθμός (strokes.min ⁻¹) EPS	Μ.Κουπιάς (cm) EPS	Ταχ.λαβής(m.s ⁻¹) EPS	Δύναμ/κουπ(N) EPS	Μέγ.δύναμ(N) EPS	Χρόν.ΜεγΔύναμ EPS	Ισχύς/κουπ(watt) EPS
198	26.11	153.66	1.64	428.5	692.83	0.28	258.93
196	26.33	159.84	1.58	444.7	829.93	0.36	275.02
208	29.66	151.78	1.67	418.66	779.35	0.32	313.56
206	28.75	157.47	1.65	406.31	757.69	0.33	301.06
201	30.86	155.88	1.84	477.83	875.23	0.36	387.73
209	30.44	157.95	1.9	443.48	776.28	0.35	333.69
212	30.36	142.55	1.65	475.19	849.1	0.33	305.53
192	29.27	159.88	1.78	489.3	955.65	0.34	381.85
206	28.86	152.54	1.66	431.43	786.8	0.34	300.29
212	28.28	158.89	1.59	401.79	731.32	0.38	268.56
212	27.91	148.05	1.53	385.59	747.11	0.34	246.51
212	29.99	148.08	1.64	420.41	796.47	0.35	305.11
220	28.38	136.46	1.52	385.49	650.64	0.35	225.95
202	28.34	155.73	1.67	435.2	787.01	0.33	307.26
212	28.68	148.8	1.58	404.94	742.46	0.35	269.28

Πίνακας 7. Πρωτογενή δεδομένα VO_{2peak}

VO _{2peak} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	V@AK (km/h)	Hrmean (beats·min ⁻¹) V@AK	Hrpeak (beats·min ⁻¹)	Hrmean (beats·min ⁻¹)	RPE	La 3' (mmol·l ⁻¹)	La 5' (mmol·l ⁻¹)	La 7' (mmol·l ⁻¹)
61.25	13	167.5	190	167	15	12.6	12.3	13.3
48.67	13	161.5	198	177	13	15.8	10.4	7.1
61.17	14	169.5	202	175	14	14.1	8.1	9.1
61.47	13.5	162.5	202	176	12	10.6	9.9	10.4
60.07	14.5	157.5	193	165	16	13.6	10.9	12.6
55.02	14.5	182.5	197	187	17	10.9	13.3	15.1
61.62	15	182.5	197	177	15	15.2	21.3	17.3
52.68	15.2	150.5	184	157	15	11.2	12.7	11.9
61.58	14.5	181.5	207	177	18	17.1	12.8	18.1
66.61	14	172.5	199	174	15	17.3	10.7	9.8
65.47	12.5	157.5	189	170	16	15.6	10.8	10.6
64.78	14	150.5	198	166	15	10.6	10.3	9.6
57.53	13	147.5	190	160	17	16	13.9	12.2
58.53	13.6	163.7	197	172	14	13.34	10.32	10.5
63.19	13.6	161.9	196	169	16	15.32	11.7	12.06

Πίνακας 8. Γαλακτικό (mmol·l⁻¹) στην αποκατάσταση (3^ο, 5^ο, 7^ο λεπτό)

La 3'BPS	La 5'BPS	La 7'BPS	La 3'SPS	La 5'SPS	La 7'SPS	La 3'EPS	La 5'EPS	La 7'EPS
14	15.7	15.1	15	18.1	11.8	15.5	15.5	13
16.2	16.9	12.9	15	15	13	14.4	15.2	14.2
17.9	16	16.8	13.8	13.9	11.4	15.3	16.2	13.4
13.6	12.2	12	15.6	16.6	10.8	13.2	13.2	10.2
17.4	16.1	19.3	16.2	15.6	17.7	15.8	14.8	14
13.9	16.1	12.1	14.7	15.2	12.1	15.3	13.4	14
16.5	22.2	19.3	17.8	16.5	16.5	16.6	18.9	15.1
19.3	18.4	10.9	13.7	15.7	15.8	16	12.7	14.3
17.7	14.8	16.7	13.3	14.2	11.6	15	15	14
12.8	15.2	15.3	11.3	15	10.9	15.5	16.6	14.6
12.3	12.8	13	19.3	15	18.3	18.1	17.8	16.2
19.6	21.4	18	15.8	12.9	13.9	18.4	15.4	14.8
19.5	14.8	12.2	16.3	12.9	11.7	17.1	13.8	14.5
15.82	15.38	15.22	15.12	15.84	12.94	14.84	14.98	12.96
16.38	15.8	15.04	15.2	14	13.28	16.82	15.72	14.82

Πίνακας 9. Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (RPE) των τριών μεθόδων τακτικής

RPE BPS	RPE SPS	RPE EPS
16	16	17
15	14	13
17	17	16
13	13	13
17	13	15
18	17	18
14	12	16
17	11	17
13	12	15
15	15	16
16	15	17
16	15	14
15	15	16
16	15	15
15	14	16

Πίνακας 10. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της BPS

<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) BPS Q1</i>	<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) BPS Q2</i>	<i>SL (cm) BPS Q1</i>	<i>SL (cm) BPS Q2</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) BPS Q1</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) BPS Q2</i>
30.15	27.59	151.58	154.25	1.66	1.63
28.46	26.78	155.72	161.31	1.63	1.51
31.61	28.25	147.04	152.23	1.63	1.66
29.41	28.47	152.43	154.56	1.66	1.65
31.6	30.46	151.25	153.96	1.79	1.81
28.31	28.14	160.02	160.6	1.74	1.71
31.37	30.68	136.93	137.83	1.78	1.79
29.38	29.33	131.38	131.85	1.95	1.98
30.49	29.55	151.94	155.51	1.7	1.69
29.68	27.51	156.35	158.43	1.64	1.61
29.46	28.05	140.76	141.98	1.59	1.59
29.98	30.87	141.06	141.66	1.69	1.7
31.08	30.64	133.98	134.27	1.57	1.57
30.5	29.3	150.3	151.1	1.69	1.7
29.4	28.1	147.6	149.3	1.73	1.72

Πίνακας 11. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της BPS

<i>Fstr (N) BPS Q1</i>	<i>Fstr (N) BPS Q2</i>	<i>Fpeak (N) BPS Q1</i>	<i>Fpeak (N) BPS Q2</i>	<i>Time Fpeak BPS Q1</i>	<i>Time Fpeak BPS Q2</i>	<i>Pstr (watt) BPS Q1</i>	<i>Pstr (watt) BPS Q2</i>
454.17	411.73	742.34	687.57	0.28	0.28	317.81	273.52
436.98	367.96	837.94	771.78	0.43	0.41	307	252.17
451.43	447.65	808.02	826.85	0.32	0.33	319.41	317.68
448.56	415.94	783.92	784.09	0.36	0.32	320.17	293.11
551.26	534.4	851.84	838.8	0.4	0.33	394.06	381.86
433.48	401.72	762.82	725.78	0.49	0.4	326.96	305.16
500.02	485.32	862.85	882.96	0.38	0.31	326.43	311
591.91	571.87	959.85	930.75	0.23	0.23	368.76	355.77
459.17	423.92	859.39	816.84	0.41	0.33	353.8	325.94
386.15	371.75	782.09	762.49	0.45	0.41	300.74	276.53
408.16	393.91	704.65	723	0.38	0.33	247.22	232.02
506.09	473.29	839.73	813.93	0.38	0.32	318.19	309.57
387.08	379.03	658.77	659.62	0.36	0.36	247.63	241.83
453.3	442.3	829.7	799.7	0.34	0.33	337.9	307.9
450.1	439.3	791.4	783.6	0.43	0.42	349.7	338.8

Πίνακας 12. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της SPS

<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) SPS Q1</i>	<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) SPS Q2</i>	<i>SL (cm) SPS Q1</i>	<i>SL (cm) SPS Q2</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) SPS Q1</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) SPS Q2</i>
23.44	23.74	153.06	154.83	1.48	1.49
27.6	28.5	159.3	160.2	1.52	1.53
26.5	27.3	156.68	156.82	1.58	1.59
26.62	27.17	154.2	155.5	1.55	1.57
30	29.36	158.52	161.79	1.77	1.78
26.08	26.64	170.96	170.74	1.69	1.71
29.45	29.28	143.31	143.46	1.71	1.7
28.34	28.63	156.68	156.06	1.86	1.82
27.79	28.08	155.22	156.9	1.76	1.8
26.5	25.65	163.36	167.2	1.59	1.61
24.35	24.24	150.21	151.33	1.5	1.51
24.37	27.02	156.18	155.31	1.67	1.63
25.36	25.71	141.8	144.04	1.51	1.53
28.8	28	149.7	150	1.7	1.69
27.5	28	150.3	151.2	1.69	1.7

Πίνακας 13. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της SPS

<i>Fstr (N) SPS Q1</i>	<i>Fstr (N) SPS Q2</i>	<i>Fpeak (N) SPS Q1</i>	<i>Fpeak (N) SPS Q2</i>	<i>Time Fpeak SPS Q1</i>	<i>Time Fpeak SPS Q2</i>	<i>Pstr (watt) SPS Q1</i>	<i>Pstr (watt) SPS Q2</i>
438.13	426.19	765.33	749.57	0.31	0.3	250.04	247.11
343.2	329.5	754.9	766.2	0.4	0.41	238.1	244.4
433.65	413.14	750.25	741.68	0.32	0.33	271.31	272.22
404.32	406.36	682.36	690.33	0.36	0.36	243.8	252.19
480.92	464.38	877.86	872.38	0.41	0.35	368.04	363.55
422.94	411.45	757.17	758.66	0.51	0.41	306.08	305.62
480.25	459.88	838.25	822.92	0.35	0.35	316.15	304.57
559.57	543.54	934.66	915.27	0.34	0.34	361.83	351.08
434.59	418.16	823.48	807.92	0.43	0.35	317.59	312.52
381.68	380.24	766.38	734.87	0.49	0.42	271.38	262.31
404.94	403.38	660.21	680.84	0.43	0.37	216.5	217.67
483.65	429.65	895.81	819.59	0.39	0.37	304.86	296.36
379.92	370.65	647.32	647.53	0.39	0.39	222.98	224.07
431.4	412	809.1	797.7	0.35	0.34	317.3	306.5
437.8	424.9	775.6	768.2	0.45	0.44	323.8	319.1

Πίνακας 14. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της EPS

<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) SPS Q1</i>	<i>Ρυθμός (stroke.min⁻¹) SPS Q2</i>	<i>SL (cm) SPS Q1</i>	<i>SL (cm) SPS Q2</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) SPS Q1</i>	<i>Hv (m.s⁻¹) SPS Q2</i>
25.81	25.97	152.48	153.77	1.68	1.64
23.73	25.16	164.79	163.58	1.55	1.56
27.45	28.44	153.37	153.34	1.68	1.67
27.4	27.9	159.84	156.74	1.6	1.64
31.96	29.97	154.53	156.39	1.83	1.82
29.71	29.92	158.96	158.35	1.89	1.89
32.51	30.56	141.84	144.96	1.67	1.67
28.04	29.08	163.02	162.38	1.83	1.79
29.7	29	154.1	155	1.79	1.8
28.33	27.32	153.19	160.82	1.59	1.61
26.53	27.29	148	149.63	1.51	1.53
30.54	30.57	148.35	148.54	1.71	1.64
27.72	29	136.39	136.78	1.53	1.54
30	30	148.5	148	1.71	1.7
28.3	29.1	149.9	149	1.71	1.72

Πίνακας 15. Κινητικά χαρακτηριστικά στα δύο πρώτα 500m της EPS

<i>Fstr</i> (N) SPS Q1	<i>Fstr</i> (N) SPS Q2	<i>Fpeak</i> (N) SPS Q1	<i>Fpeak</i> (N) SPS Q2	Time <i>Fpeak</i> SPS Q1	Time <i>Fpeak</i> SPS Q2	<i>Pstr</i> (watt) SPS Q1	<i>Pstr</i> (watt) SPS Q2
463.38	433.79	748.45	712.24	0.31	0.28	274.17	260.08
481.38	450.54	847.27	849.89	0.37	0.37	277.52	271.35
456	419.84	828.06	798.72	0.32	0.32	320.52	306
409.9	404.16	731.7	765.86	0.34	0.33	289.44	292.44
507.76	469.58	914	864.87	0.4	0.35	415.29	373.35
451.65	430.42	773	761.65	0.38	0.35	333.84	320.94
497.04	487.32	843.84	866.51	0.39	0.34	336.31	319.28
518.97	499.91	1031.44	985.17	0.33	0.33	400.06	390.11
409.9	419.9	801.1	810.7	0.34	0.35	333.8	305.5
438.96	416.54	784.9	749.26	0.36	0.38	279.35	272.98
391.65	383.02	716.65	732.68	0.41	0.35	243.11	243.31
472.35	413.22	863.35	777.22	0.35	0.34	348.86	300.38
404.04	386.41	662.77	648.37	0.35	0.35	231.85	232.82
445.7	435.3	819.7	809.7	0.33	0.33	329.1	307.9
443.9	445.1	783.1	781.7	0.44	0.45	331.1	337.4

Πίνακας 16. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι στα δύο πρώτα 500m της τακτικής BPS

VE Q1 (l·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VE Q2 (l·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
171.53	5383.34	5447.42	94.44	270.31	6998.7	8538.9	122.78
195.49	7110.5	7383.97	81.82	310.79	7891.2	9596.6	90.81
176.22	6061.03	5479.18	77.82	334.28	8006.55	9841.66	102.78
134.74	5519.14	5323.73	81.65	277.53	8139.72	10049.4	120.41
164.76	5315.17	4683.27	63.21	288.49	8168.27	9054.83	97.13
185.48	5543.93	4830.82	67.12	294.6	8051.28	8623.89	97.47
145.42	5590.4	5482.04	79.3	263.13	8204.54	9804.12	116.38
194.01	6131.79	5617.7	68.66	325.09	9139.66	10351.9	102.35
179.63	6118.76	5361.33	80.51	269.86	8099.94	9002.45	106.58
132.82	5219.34	4678.49	78.14	250.29	7831.87	9025.77	117.24
141.41	5230.93	4618.3	91.93	232.81	7189.58	8154.19	126.35
186.4	5989.67	5616.53	82.73	280.53	8025.87	9199.68	110.85
149.74	4409.56	4462.91	71.01	250.24	6801.02	7960.11	109.52

Πίνακας 17. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι στα δύο πρώτα 500m της τακτικής SPS

VE Q1 (l·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VE Q2 (l·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
122.29	4343.03	3754.4	74.87	165.64	5187.26	5833.88	89.44
123.28	5604.67	4295.55	71.95	230.23	7876.17	7684.07	101.11
117.48	5044.36	4537.12	74.62	224.18	7482.2	7876.97	110.68
149.71	5569.29	4186.45	65.91	258.22	8367.61	8529.51	99.02
156.98	5917.08	4283.67	72.51	273.17	8500.67	8335.39	104.17
146.94	5810.8	4566.34	81.84	257.24	8150.69	8310.78	114.79
161.13	5508.33	4420.17	61.68	321.67	8835.64	9271.93	98.94
181.13	6470.15	5338	85.13	265.34	8433.7	8883.75	110.97
114.2	5448.7	4014.23	81.57	220.31	8200.43	8173.02	122.76
107.58	4922.04	3911.56	85.31	205.33	7493.67	7912.94	129.87
145.64	5962.55	4596.03	82.35	291.21	8632.57	9433.82	119.23
138.82	5032.82	4239.56	79.63	230.11	7114.55	7260.76	112.57

Πίνακας 18. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι στα δύο πρώτα 500m της τακτικής EPS

VE Q1 (l·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q1 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q1 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	VE Q2 (l·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VCO2 Q2 (ml·min ⁻¹)	VO2 Q2 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
243.41	8785.8	7967.2	151.48	304.83	7991.67	9063.25	137.78
196.09	7144.18	6788.66	82.21	328.48	8745.63	10558.94	100.64
137.19	5657.15	4859.52	72.62	270.62	7638.69	8567.43	98.06
122.98	5213.37	4498.23	76.33	250.63	8369.47	8954.06	122.54
181.76	5772.27	4840.59	68.64	286.57	8585.19	9006.78	102.08
189.73	5240.46	3713.78	63.44	299.7	8538.8	8244.81	103.37
164.37	5968.11	5099.26	84.06	278.06	7757.9	8944.41	109.26
150.27	5078.22	4256.12	55.87	337.62	8716.36	10071.39	95.89
139.25	5373.67	4444.54	80.44	255.43	7980.63	8968.95	119.47
103.98	4350.27	3553.58	75.39	215.58	6808.12	7883.08	117.99
188.79	5775.77	5524.61	79.77	275.76	7207.75	8915.42	99.55
140.55	4688.95	4283.66	74.19	242.47	6793.2	7885.71	107.48

Πίνακας 19. Χρόνοι των τριών μεθόδων τακτικής ανά 1000m (sec)

0-1km BPS	0-1km SPS	0-1km EPS	1km-2km BPS	1km-2km SPS	1km-2km EPS
218.00	234.00	225.15	227.60	225.90	230.50
224.80		224.16	225.80		225.20
208.90	221.12	211.16	216.11	210.13	212.70
210.00	228.00	217.00	228.90	215.00	213.11
193.90	200.00	194.00	196.14	194.60	198.80
210.00	214.00	207.00	207.00	200.30	204.12
207.00	211.00	205.00	207.60	205.90	216.13
193.00	199.00	194.00	194.80	194.16	199.70
205.00	212.00		209.17	205.12	
221.00	228.00	220.00	218.18	223.90	
228.00	239.00	229.00	229.80	228.13	227.12
207.00	215.00	207.00	207.60	215.30	218.90
228.00	239.00	231.00	231.00	229.10	235.10
210.93	219.42	213.08	216.93	209.19	214.07
212.71	220.43	214.33	214.02	214.52	219.39

Πίνακας 20. Κινητικά χαρακτηριστικά 0 – 1km της τακτικής BPS

0-1km SR(strokes.min ⁻¹) BPS	0-1km SL (cm)	0-1km Hv (m.s ⁻¹) BPS	0-1km Fstr (N) BPS	0-1km Fpeak(N) BPS	0-1km TimeFpeak (mm/s) BPS	0-1km Pstr(watt) BPS
28.9	152.88	1.64	433.89	716.58	0.28	296.47
27.61	158.54	1.57	402.12	804.53	0.39	279.32
29.94	149.61	1.65	449.53	817.43	0.33	318.58
35.98	153.5	1.65	432.25	784.01	0.32	306.65
31.6	152.59	1.8	542.83	845.32	0.34	387.96
28.22	160.31	1.72	417.44	744.11	0.41	315.95
31.03	137.37	1.78	429.74	872.81	0.32	318.78
29.36	131.62	1.96	581.78	945	0.23	362.2
30.02	153.72	1.69	441.55	838.12	0.35	339.87
28.63	157.36	1.62	379.15	772.57	0.4	288.98
28.76	141.36	1.59	401.1	713.74	0.33	239.68
30.44	141.37	1.69	489.23	826.46	0.33	313.72
30.86	134.13	1.57	383.09	659.19	0.36	244.75
29.87	142.42	1.7	443.62	803.98	0.33	310.14
30.37	154.57	1.67	446.34	785.33	0.34	317.48

Πίνακας 21. Κινητικά χαρακτηριστικά 1km – 2km της τακτικής BPS

1km-2km SR(strokes.min ⁻¹) BPS	1km-2km SL(cm) BPS	1km-2km Hv(m.s ⁻¹) BPS	1km-2km Fstr (N) BPS	1km-2km Fpeak (N) BPS	1km-2km TimeFpeak(mm/s) BPS	1km-2km Pstr (watt) BPS
27.37	153.62	1.61	400.37	660.59	0.29	263.46
27.6	162.65	1.56	370.17	809.47	0.4	264.23
29.72	147.42	1.61	394.95	744.5	0.4	291.06
27.45	149.95	1.55	369.41	701.47	0.34	291.06
31.02	151	1.79	510.87	807.65	0.34	367.56
29.88	160.24	1.77	418.9	759.84	0.4	333.67
32.38	136.36	1.74	483.57	887.81	0.3	317.21
30.41	130.69	1.95	560.52	899.54	0.24	356.94
31	153.95	1.65	407.03	786.37	0.34	320.24
28.24	158.53	1.65	383.4	751.69	0.45	288.33
28.92	140.89	1.56	394.42	729.56	0.38	235.54
32.55	141.81	1.7	455.35	790.12	0.32	315.41
35.66	132.29	1.56	378.32	651.85	0.36	232.86
31.31	142.07	1.68	437.52	785.27	0.34	295.22
28.84	154.15	1.65	410.77	747.25	0.36	301.84

Πίνακας 22. Κινητικά χαρακτηριστικά 0 – 1km της τακτικής SPS

0-1km SR (strokes.min ⁻¹) SPS	0-1km SL (cm) SPS	0-1km Hv(m.s ⁻¹) SPS	0-1km Fstr(N) SPS	0-1km Fpeak(N) SPS	0-1km TimeFpeak(mm/s) SPS	0-1km Pstr(watt) SPS
23.59	153.96	1.49	432.03	757.28	0.3	248.54
26.91	156.75	1.58	423.18	745.87	0.32	271.77
26.9	154.86	1.56	405.36	686.42	0.36	248.07
29.68	160.14	1.77	472.73	875.15	0.35	365.82
26.36	170.85	1.7	417.91	757.91	0.43	305.85
29.35	143.4	1.7	470.06	830.65	0.35	310.22
28.47	156.39	1.84	551.29	924.53	0.34	356.39
27.94	156.07	1.77	426.29	815.63	0.36	315.03
26.08	165.26	1.6	380.96	750.78	0.42	266.88
24.56	152.96	1.47	323.97	582.23	0.43	197.55
25.78	155.72	1.65	454.89	855.22	0.38	300.34
25.53	142.93	1.52	375.24	647.42	0.39	223.53
26.82	153.24	1.65	426.1	772.35	0.38	281.42
26.68	159.31	1.62	430.24	764.53	0.35	288.01

Πίνακας 23. Κινητικά χαρακτηριστικά 1km – 2km της τακτικής SPS

1km-2km SR(strokes.min ⁻¹) SPS	1km-2km SL(cm) SPS	1km-2km Hv(m.s ⁻¹) SPS	1km-2km Fstr(N) SPS	1km-2km Fpeak(N) SPS	1km-2km TimeFpeak (mm/s)SPS	1km-2km Pstr(watt) SPS
26.92	152.67	1.54	420.91	743.21	0.31	273.67
31.73	155.72	1.63	425.77	751.65	0.31	310.96
29.77	153.56	1.7	439.63	750.84	0.34	299.72
31.65	161.26	1.82	475.58	883.57	0.35	399.55
31.15	165.43	1.83	431.34	832.46	0.4	374.83
31.36	142.31	1.78	478.08	860.49	0.34	334.09
31.46	152.93	1.82	549.47	889.76	0.32	379
31.12	157.11	1.82	425.01	804.29	0.35	344.94
29.09	166.06	1.65	360.84	715.96	0.41	282.53
30.47	148.91	1.53	313.53	564.96	0.42	230.21
30.26	154.09	1.61	406.07	777.94	0.37	309.07
29.26	143.96	1.58	366.79	654.91	0.38	249.85
30.43	152.19	1.68	414.25	752.62	0.37	304.24
30.24	157.73	1.7	438.65	792.35	0.34	331.75

Πίνακας 24. Κινητικά χαρακτηριστικά 0 – 1km της τακτικής EPS

0-1km SR (strokes.min ⁻¹) EPS	0-1km SL (cm) EPS	0-1km Hv(m.s ⁻¹) EPS	0-1km Fstr(N) EPS	0-1km Fpeak(N) EPS	0-1km TimeFpeak (mm/s) EPS	0-1km Pstr(watt) EPS
25.89	153.14	1.66	448.28	729.96	0.29	266.97
24.46	164.24	1.55	465.73	848.74	0.37	274.59
27.95	153.36	1.67	437.55	813.09	0.32	313.11
27.65	158.29	1.62	407.03	748.78	0.33	290.94
31	155.43	1.84	489.25	890.18	0.35	394.96
29.82	158.65	1.89	440.93	767.27	0.36	327.5
31.57	143.36	1.67	492.26	854.77	0.33	328.07
28.57	162.69	1.82	509.24	1007.8	0.33	394.97
27.83	156.97	1.6	427.86	767.25	0.37	276.19
26.92	148.85	1.52	387.37	724.38	0.35	243.29
30.56	148.45	1.67	442.06	819.06	0.34	323.93
28.37	136.59	1.53	394.98	655.37	0.35	232.35
28.97	149.48	1.64	442.29	804.77	0.35	299.8
27.79	157.18	1.71	448.13	799.67	0.34	311.34

Πίνακας 25. Κινητικά χαρακτηριστικά 1km – 2km της τακτικής EPS

1km-2km SR(strokes.min ⁻¹) EPS	1km-2km SL(cm) EPS	1km-2km Hv(m.s ⁻¹) EPS	1km-2km Fstr(N) EPS	1km-2km Fpeak(N) EPS	1km-2km TimeFpeak (mm/s)EPS	1km-2km Pstr (watt) EPS
26.3	154.15	1.62	409.88	657.88	0.28	251.36
27.95	156.03	1.62	426.48	813.64	0.36	275.39
31.14	149.96	1.67	399.18	744.33	0.32	311.61
29.78	156.54	1.68	405.54	766.03	0.33	310.58
30.73	156.31	1.84	466.74	860.72	0.36	380.71
31.06	157.27	1.91	445.97	785.05	0.35	339.87
29.14	141.71	1.62	457.81	843.32	0.33	282.56
29.91	157.29	1.76	470.96	907.67	0.34	369.77
28.69	160.64	1.58	378.07	698.62	0.38	261.6
28.83	147.28	1.54	383.92	768.58	0.34	249.56
29.44	147.73	1.61	399.16	774.32	0.35	286.64
28.28	136.35	1.5	376.17	646.02	0.35	218.9
29.05	148.5	1.6	411.01	773.08	0.35	278.17
29.49	155.04	1.72	425.63	771.27	0.33	311.58

Πίνακας 26. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 0- 1km BPS

0-1km VO ₂ (ml·min ⁻¹) BPS	0-1km VCO ₂ (ml·min ⁻¹) BPS	0-1km VE/VO ₂ BPS	0-1km VE/VCO ₂ BPS	0-1km VO ₂ (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) BPS	0-1km RER BPS
9995.29	10454.64	37.57	32.43	186.02	1.16
14028.9	15921.16	33.85	29.37	161.44	1.15
13326.49	14688.94	38.15	33.81	171.07	1.13
14255.72	16241.76	31.94	27.53	210.88	1.16
14406.88	14853.88	35.32	33.29	171.31	1.06
14187.6	14268	37.42	35.72	171.76	1.04
14477.37	16247.88	31.29	26.96	205.35	1.15
16075.65	17074.24	34.94	32.61	180.02	1.07
14648.17	15085.15	32.46	31.17	192.74	1.05
13758.48	14668.06	30.62	27.91	205.96	1.09
12886.1	13515.78	31.12	29.22	226.46	1.06
14542.57	15678.47	34.38	31.57	200.86	1.09
11844.56	13206.24	36.76	32.22	190.73	1.14
13366.8	14404.7	33.08	30.24	200.3	1.09
14033.27	14432.07	35.36	31.28	180.14	1.13

Πίνακας 27. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 1km- 2km BPS

1km-2Km VO ₂ (ml·min ⁻¹) BPS	1km-2Km VCO ₂ (ml·min ⁻¹) BPS	1km-2Km VE/VO ₂ BPS	1km-2Km VE/VCO ₂ BPS	1km-2Km VO ₂ (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) BPS	1km-2Km RER BPS
14338.9	14216.31	71.79	63.29	277.09	2.64
16568.49	18804.01	63.69	56.03	190.66	2.01
16648.83	20058.32	71.71	59.48	213.72	1.93
17722.33	20582.23	63.59	54.73	262.16	2.11
17115.16	19734.78	46.22	40.03	203.51	1.46
17169.97	18789.26	53.82	49.13	207.86	1.58
16862.66	19957.27	49.51	41.83	239.18	1.72
19331.65	22080.23	45.4	39.74	216.47	1.43
16989.15	19886.4	54.97	46.94	223.54	1.74
16176.81	18749.63	55.27	47.56	242.16	1.89
14386.13	16322.06	66.89	58.91	252.83	2.19
17401.2	19762.01	51.93	45.62	240.35	1.65
14487.36	16885.1	70.85	60.77	233.29	2.15
16519.28	19091.81	56.4	48.76	235.4	1.82
16478.74	18679.13	63.4	54.71	229.43	2.03

Πίνακας 28. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 0- 1km SPS

0-1km VE (l·min ⁻¹) SPS	0-1km VO2 (ml·min ⁻¹)SPS	0-1km VCO2 (ml·min ⁻¹)SPS	0-1km VE/VO2 SPS	0-1km VE/VCO2 SPS	0-1km VO2(ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) SPS	0-1km RER SPS
331.23	11999.41	11459.52	30.89	30.29	206.88	1.02
368.63	13918.56	12447.65	28.16	30.05	178.67	0.93
363.63	13107.8	13012.5	29.16	28.38	193.9	1.03
445.47	14718.07	13658.54	31.82	33.68	174.17	0.96
454.19	15074.52	13452.17	30.49	34.06	184.74	0.92
424.6	14511.81	13603.85	30.31	31.35	204.39	0.97
519.76	15246.98	14785.28	34.94	32.61	170.74	1.07
462.84	15260.41	14743.35	30.4	31.43	200.79	0.98
353.84	14209.69	12868.39	26.28	28.26	212.71	0.94
326.22	13045.36	12443.39	26.41	26.57	226.08	0.99
443.62	15132.23	14560.22	29.95	30.83	209.01	0.97
381.71	12589.64	12035.78	32.01	32.82	199.2	0.98
416.08	14285.16	13577.18	30.04	30.55	203.27	0.98
377.24	13435.96	12644.55	30.01	30.6	188.41	0.98

Πίνακας 29. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 1km- 2km SPS

1km-2Km VE (l·min ⁻¹) SPS	1km-2Km VO2 (ml·min ⁻¹)SPS	1km-2Km VCO2(ml·min ⁻¹) SPS	1km-2Km VE/VO2 SPS	1km-2Km VE/VCO2 SPS	1km-2Km VO2 (ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) SPS	1km-2Km RER SPS
481.15	13484.03	15950.17	64.15	53.77	277.09	2.1
632.18	16899.38	18453.65	56.69	51.82	216.94	1.64
559.29	15722.14	18185.54	57	47.23	232.57	1.85
614.14	17345.91	19860.46	45.08	39.35	205.27	1.45
629.97	17220.18	1913.27	48.75	43.88	211.03	1.48
575.4	16589.63	17654.12	51.42	48.32	233.65	1.57
708.33	18478.09	20123.49	47.27	43.42	206.92	1.34
596.44	16929.43	19734.21	50.06	42.87	22.75	1.65
574.31	17525.7	19329.26	56.25	50.95	262.36	1.89
474.79	15402.11	17142.27	56.74	50.78	265.54	2.01
569.56	17223.1	18479.81	52.24	48.66	237.88	1.69
538.09	15182.58	16320.79	65.58	61.01	240.23	1.98
576.7	16761.52	18397.71	54.22	49.43	209.9	1.73
571.69	15862.86	18112.45	55.73	48.04	232.96	1.76

Πίνακας 30. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 0- 1km EPS

0-1km VE(l·min ⁻¹) EPS	0-1000m VO2(ml·min ⁻¹) EPS	0-1km VCO2(ml·min ⁻¹) EPS	0-1km VE/VO2 EPS	0-1km VE/VCO2 EPS	0-1km VO2(ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) 1) EPS	0-1km RER EPS
386.32	12095.23	12092.8	34.01	33.72	33.72	1.02
436.58	14262.19	15013.25	32.22	29.58	164.12	1.09
431.42	13759.53	14079.57	33.4	31.63	176.63	1.05
390.51	14042.83	13986.77	28.53	27.93	205.61	1.02
498.33	15166.19	14808.07	34.48	34.43	180.33	1.01
515.76	14678.23	13119.23	35.94	41.33	177.7	0.91
466.04	14098.97	14827.94	33.98	31.55	198.57	1.08
527.52	14737.07	15465.66	35.98	34.47	162.12	1.05
418.72	13988.07	14240.04	31.28		209.4	
342.48	11794.49	12252.86	30.93	28.59	204.41	1.08
491.9	13476.98	15404.41	36.87	32.06	186.15	1.15
404.72	12197.19	12999.2	34.67	31.5	192.99	1.1
441.89	13382.13	14198.35	33.95	31.63	192.27	1.09
428.63	13865.19	14471.92	34.03	31.52	152.08	1.04

Πίνακας 31. Καρδιοαναπνευστικές παράμετροι 1km- 2km EPS

1km-2Km VE(l·min ⁻¹) EPS	1km-2Km VO2(ml·min ⁻¹) EPS	1km-2Km VCO2(ml·min ⁻¹) EPS	1km-2Km VE/VO2 EPS	1km-2Km VE/VCO2 EPS	1km-2Km VO2(ml·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹) EPS	1km-2Km RER EPS
535.77	14492.99	15420.05	68.74	64.66	247.87	1.95
592.73	16442.45	18876.96	63.04	54.88	189.22	2.01
695.32	16667.8	19128.81	65.08	56.7	213.99	1.78
578.39	16172.78	18630.15	55.57	48.16	236.79	1.78
621.01	18135.96	19549.41	37.92	35.15	215.65	1.18
642.24	17448.44	17476.72	51.52	51.42	211.24	1.4
612.18	16095.89	18715.22	60.99	52.48	226.7	1.86
725.08	18327.44	21145.1	52.17	45.21	201.62	1.52
640.97	17366.56	20424.85	69.55	59.14	259.97	2.22
543.97	13703.22	16936.85	69.96	56.47	242.56	2.21
544.64	15699.58	17441.19	56.61	50.91	216.84	1.81
549.18	14150.35	16687.88	74.47	63.13	223.89	2.26
602.67	15890.51	18558.52	63.96	54.55	228.59	1.98
604.64	16382.39	18321.07	58.07	51.91	220.7	1.74

Πίνακας 32. Κινητική της πρόσληψης οξυγόνου ($t_{1/2}$) στην τακτική BPS

VO2 1 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) BPS	VO2 2 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) BPS	VO2 3 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) BPS	VO2 4 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) BPS
2957.98	3692.79	3742.91	3762.06
3155.32	4025.64	3999.44	4190.86
3086.59	3935.08	4206.34	4384.59
2886.73	4459.95	4539.02	4700.91
2993.93	4886.2	5000.29	5193.98
3010.28	4348.3	4523.96	4701.8
3096.09	4531.38	4696.66	4796.76
3477.17	5177.76	5603.23	5923.36
3411.9	4471.52	4664.93	4773.44
2789.66	4069.03	4189.98	4322.57
2704.14	3646.94	3727.88	3855.69
3329.16	4397.17	4623.54	4824.79
2282.18	3401.97	3569.92	3675.69
3016.11	4199.93	4297.6	4446.48
2903.41	3997.33	4155.25	4290.44

Πίνακας 33. Κινητική της πρόσληψης οξυγόνου ($t_{1/2}$) στην τακτική SPS

VO2 1 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) SPS	VO2 2 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) SPS	VO2 3(ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) SPS	VO2 4 (ml·min ⁻¹) ($t_{1/2}$ 500m) SPS
2604.58	3286.04	3386.01	3444.13
2095	4045	4150	4185
2901.22	3973.64	4261.07	4490.04
2560.23	3719.86	3918.03	4044.15
3067	4762.55	4978.19	5200.25
3134.9	4551.55	4750.94	4850.09
3135.3	4367.34	4602.54	4738.95
3000.82	5016.89	5271.13	5443.17
3545.12	4444.16	4742.86	4828.38
2818.27	4009.18	4306.82	4469.54
2527.22	3564.94	3778.32	3893.15
3198	4600.85	4700.51	4698.73
2516.41	3378.16	3587.16	3665.26
2783.26	3935.52	4135.83	4294.64
2921	3999.46	4223.13	4311.01

Πίνακας 34. Κινητική της πρόσληψης οξυγόνου ($t_{1/2}$) στην τακτική EPS

VO2 1 (ml·min ⁻¹) (t1/2 500m) EPS	VO2 2 (ml·min ⁻¹) (t1/2 500m) EPS	VO2 3 (ml·min ⁻¹) (t1/2 500m) EPS	VO2 4 (ml·min ⁻¹) (t1/2 500m) EPS
2522.59	3483.16	3668	3746.35
3089.85	4025.79	4188.99	4281.58
3053.35	4172.39	4279.33	4368.49
2671.57	4025.41	4670.67	4571.52
3213.89	5046.24	5315.99	5382.52
2945.86	4596.46	4896.76	5043.08
3401.57	4212.94	4506.92	4636.69
2866.08	4784.6	5314.19	5502.28
3475	4450	4467	4700
2838.48	4085.44	4339.36	4420.41
2263.76	3340.18	3574.22	3698.27
3261.06	4079.34	4195.51	4282.12
2432.39	3440.95	3571.44	3611.52
2910.25	4150.59	4424.59	4470.09
2698.92	3736.47	3920.13	4003.08

Πίνακας 35. Χρόνος επίτευξης VO_{2peak} (ml·kg⁻¹·min⁻¹) των τριών μεθόδων τακτικής

VO2peak BPS	Time BPS	VO2peak SPS	Time SPS	VO2peak EPS	Time EPS
62.29	50	60.62	110	62.63	50
46.85	70	48.05	60	47.16	50
50.84	70	52.11	70	54.53	80
65.72	70	55.67	60	62.71	80
62.14	70	56.55	60	60.98	50
52.79	70	53.98	80	57.11	70
62.03	60	59.65	70	61.13	80
56.21	70	53.52	70	51.59	80
60.56	90	59.15	90	61.3	80
56.81	70	61.55	90	64.17	80
64.63	100	65.12	100	61.48	120
64.14	120	63.49	80	57.02	80
56.06	90	57.65	60	56.18	80
56.02	70	58.02	90	57.55	80
62.18	60	62.69	60	62.25	80