



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
Π.Μ.Σ. «ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗΣ
ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΕΑΡΩΝ
ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ**

Πούλος Στυλιανός

**Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΕΔΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ**

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017

© Copyright
ΠΟΥΛΟΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΜΕΛΗ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Ζαχαρόγιαννης Ηλίας
Επίκουρος Καθηγητής

Μαριδάκη Μαρία
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Παραδείσης Γεώργιος
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Του Στυλιανού Πούλου

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 4/7/2017 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του κ. **Στυλιανού Πούλου** με τίτλο: «Επίδραση διαλειμματικής και συνεχόμενης μεθόδου προπόνησης σε επιλεγμένες παραμέτρους φυσικής κατάστασης νεαρών ποδοσφαιριστών» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Η. Ζαχαρόγιαννη**, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Μ. Μαριδάκη**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, **Γ. Παραδείση**, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 15/9/2017 ημέρα Παρασκευή και ώρα 14:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών 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.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Η. Ζαχαρόγιαννης, Επίκουρος Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Μ. Μαριδάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Παραδείσης, Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συμμετοχή μου στον κύκλο σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Φυσικής αγωγής & Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών αποτέλεσε για μένα ιδιαίτερη τιμή και χαρά. Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή προσπάθησα να απαντήσω σε ερευνητικούς προβληματισμούς που δημιουργήθηκαν μέσα από την πολυετή ενασχόλησή μου με τον αθλητισμό και ειδικότερα με το ποδόσφαιρο. Η επιστημονική αναζήτηση, η εσωτερική ανάγκη για συνεισφορά στον αθλητισμό και τον αθλητή, καθώς και το αδιάλειπτο ενδιαφέρον για την βελτίωση του ποδοσφαίρου αποτέλεσαν ισχυρό κίνητρο για την εκπόνηση της παρούσας διατριβής. Θέλω να ευχαριστήσω τους κυρίους. Σωτηρόπουλο Αριστομένη Αναπληρωτή καθηγητή ΣΕΦΑΑ, Παραδείση Γεώργιο Αναπληρωτή Καθηγητή ΣΕΦΑΑ, την κυρία Μαριδάκη Μαρία Αναπληρώτρια καθηγήτρια ΣΕΦΑΑ και ιδιαίτερα τον κύριο Ζαχαρόγιαννη Ηλία Επίκουρο Καθηγητή ΣΕΦΑΑ, για την συνεργασία και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Επίσης αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους δοκιμαζόμενους ποδοσφαιριστές, που έλαβαν μέρος στην παρούσα μελέτη η οποία χωρίς αυτούς δεν θα ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί, καθώς και τη συνεργάτιδά μου Σοφία Λάμπρη για την συνεισφορά της στην ολοκλήρωση της διατριβής. Θέλω ακόμα να ευχαριστήσω τον θείο μου Δημήτρη Λάρδα τον άνθρωπο που με παρότρυνε να ασχοληθώ με τον αθλητισμό και μου δίδαξε τις αρχές και τις αξίες του. Οφείλω τέλος να αφιερώσω την παρούσα διατριβή στον αείμνηστο πατέρα μου Δημήτρη Πούλο, του οποίου το ήθος και ο υποδειγματικός χαρακτήρας αποτέλεσαν για μένα σημείο αναφοράς και στάση ζωής.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΝΕΑΡΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη προσπάθησε να εξετάσει την επίδραση της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (HIT) και της συνεχόμενης προπόνησης υπομέγιστης έντασης (CONT) στην καρδιοαναπνευστική αντοχή και τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά νεαρών αθλητών. 30 Έλληνες ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές ηλικίας $19,0 \pm 2,2$ ετών χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, 2 πειραματικές (ομάδα έντονης διαλειμματικής προπόνησης HIT, ομάδα συνεχόμενης προπόνησης υπομέγιστης έντασης CONT) και 1 ομάδα ελέγχου (CONTROL). Οι πειραματικές ομάδες πραγματοποίησαν 16 προπονητικές μονάδες, 2 φορές την εβδομάδα. Στη ομάδα HIT εφαρμόστηκε για πρώτη φορά ένα συνδυαστικό πρωτόκολλο τρεξίματος και παιχνιδιών με μπάλα, καθώς 1^η προπόνηση αποτελούνταν από τρεξίματα 15 s με 15 s διάλειμμα στο 120%VO₂max και καθαρό χρόνο άσκησης 8 min και η 2^η από 4 X4 min παιχνίδια μικρού χώρου (4v4) στο 90% VO₂max και διάλειμμα 3 min. Στην 1^η προπόνηση της ομάδας CONT οι αθλητές έτρεχαν με ταχύτητα που αντιστοιχούσε στο 75%VO₂max, για 40 min. Στην επόμενη έπαιζαν παιχνίδια 10 v 10 σε ολόκληρο γήπεδο, διάρκειας 40 λεπτών. Η ομάδα CONTROL εκτελούσε το εβδομαδιαίο πρόγραμμα προπόνησης. Κανένα πρόγραμμα προπόνησης δεν διαφοροποίησε σημαντικά το βάρος και το %λίπους, τη VO₂max, τη vVO₂max, τη vVT, την επίδοση στη δοκιμασία RAST, την επίδοση στη δοκιμασία επιδεξιότητας Illinois, την μέγιστη και σχετική δύναμη των σκελών. Επίσης, καμία από τις παραπάνω παραμέτρους απόδοσης δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά ως προς τη περίοδο μέτρησης (πριν και μετά την εφαρμογή των προγραμμάτων προπόνησης). Μόνο ο χρόνος επιτάχυνσης των 10 μέτρων (t10) βελτιώθηκε σημαντικά στην ομάδα HIT στη 2^η μέτρηση σε σχέση με την ομάδα CONTROL ενώ δεν υπήρξαν διαφορές στο χρόνο των 35 μέτρων (t35). Συμπερασματικά, ο συνδυασμός των προγραμμάτων που εφαρμόσαμε δεν είχε την απαραίτητη εβδομαδιαία ένταση και διάρκεια, για

να βελτιώσει τις παραμέτρους απόδοσης που εξετάσαμε σε καλά προπονημένους ποδοσφαιριστές, αν και βρέθηκαν ενδείξεις για τη βελτίωση της ικανότητας επιτάχυνσης.

Λέξεις κλειδιά: προπόνηση ποδοσφαίρου, διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, συνεχόμενη προπόνηση υπομέγιστης έντασης, ικανότητα σπριντ.

EFFECTS OF THE CONTINUOUS AND CONTINUOUS TRAINING METHODS IN SELECTED PARAMETERS OF NATIONAL FOOTBALL

Poulos Stylianos

Department of Physical Education and Sports Science, University of Athens

Abstract

The present study tried to investigate the effect of high intensity interval training (HIT) and continuous moderate intensity training (CONT) on cardiovascular aerobic capacity, repeated sprint ability and muscle strength of young athletes (age $19,0 \pm 2,2$ years) . 30 Greek amateur soccer players were randomized into a high intensity interval training group (HIT n = 10), a continuous moderate intensity training group (CONT n = 10) and a control group (Control n = 10). HIT and CONT groups executed 16 training sessions, 2 per week while CONTROL group continued regular soccer training routine. In the first week training session of the HIT group the athletes performed high intensity ($120\%VO_2max$) interval running (15s sprints interspersed by 15s of recovery) of 8 min total volume while in the second week session they played 4x4 min small sided games (4v4) with 3 min rest between sets. In parallel the first week session of the CONT group was consisted of 40 min running at $70\% VO_2max$ and the second one of 10v10 games for 40min. No training regiment changed significantly body weight and % of fat, VO_2max , vVO_2max , vVT , RAST, t35m, Illinois test performance, and maximal leg strength. Also there were no significant differences before and after training interventions. Only acceleration time of 10m (t10) decreased significantly in the HIT group compared to CONTROL after the training intervention. In conclusion the combination of the training regiments of this study did not have the appropriate intensity and volume to improve the performance parameters we measured in well trained young soccer players despite the indices of increased acceleration ability (t10m).

Key words: soccer training, high intensity interval training, continuous moderate intensity training, sprinting ability

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό τριμελούς επιτροπής.....	iv
Ευχαριστίες	v
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα	vi
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα (abstract)	viii
Πίνακας περιεχομένων	ix
Κατάλογος Πινάκων	xi
Κατάλογος Σχημάτων	xii
Κατάλογος Εικόνων	xiv
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών.....	xiv
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.1
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	1
1.2 Σημασία της έρευνας.....	2
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....	2
1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	2
1.5 Διευκρίνιση όρων.....	3
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	4
2.1 Αερόβια απόδοση.....	4
2.1.1 Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου.....	4
2.1.2 Αναπνευστικό κατώφλι.....	5
2.2 Αναερόβια απόδοση.....	6
2.3 Καρδιακή συχνότητα	7
2.4 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	7
2.5 Δύναμη	8
2.6 Διαλειμματική ή συνεχόμενη μέθοδος προπόνησης.....	8
2.7 Αερόβια προπόνηση υπομέγιστης έντασης μεγάλης διάρκειας.....	9
2.8 Διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης μικρής διάρκειας.....	10
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	17
3.1 Συμμετέχοντες.....	17
3.2 Εργαστηριακές μετρήσεις – όργανα μετρήσεων.....	18

3.3 Υπαίθριες μετρήσεις – όργανα μετρήσεων	25
4. Στατιστική ανάλυση	26
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	27
4.1 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	27
4.2 Παράμετροι καρδιοαναπνευστικής αντοχής	27
4.3 Ταχύτητα 10 μ και 35 μ.....	29
4.4 Δοκιμασία επιδεξιότητας Illinois	30
4.5 Ισοκινητική αξιολόγηση εκτεινόντων καμπτήρων γονάτου	31
4.6 Αναερόβια ισχύς - δοκιμασία RAST (μέση ισχύς Watt.kg ⁻¹)	34
V.ΣΥΖΗΤΗΣΗ	36
VI. ΑΝΑΚΑΙΦΑΛΛΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	40
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41
VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	49
10.1 Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου.....	50
10.2 Έντυπο ιστορικού υγείας δοκιμαζομένων	52
10.3 Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενων για εργομέτρηση	55
10.4 Έντυπο πρωτογενών στοιχείων εργομέτρησης.....	57
10.5 Κλίμακα αντιληπτικής κόπωσης Borg.....	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Η επίδραση της υψηλής έντασης διαλειμματικής προπόνησης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά ποδοσφαιριστών και την απόδοση	13
Πίνακας 2.2. Η επίδραση της αερόβιας προπόνησης υψηλής έντασης που εκτελείται σε αγωνιστικά τετράγωνα με μπάλα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και την απόδοση σε ποδοσφαιριστές.....	15
Πίνακας 3.3. Σχέδιο εβδομαδιαίου προγράμματος προπόνησης πειραματικών ομάδων.....	17
Πίνακας 4.1. Μέσες τιμές \pm sd μάζας σώματος και % σωματικού λίπους των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.....	27
Πίνακας 4.2. Μέσες τιμές \pm sd VO_2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$), vVO_2max και vVT των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.....	27
Πίνακας 4.3. Μέσες τιμές \pm sd δοκιμασίας ικανότητας επιτάχυνσης (t_{10m}) και δρόμου 35m των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.....	29
Πίνακας 4.4. Μέσες τιμές \pm sd επίδοσης της δοκιμασίας επιδεξιότητας Illinois	31
Πίνακας 4.5. Μέσες τιμές \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης ($Nm.kg^{-1}$) εκτεινόντων-καμπτήρων γονάτου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης για τις ομάδες HIT, CONT και CONTROL	32
Πίνακας 4.6. Μέση τιμή \pm sd αναερόβιας ισχύος - RAST test (μέση ισχύς, $Watt.kg^{-1}$) πριν και μετά την εφαρμογή προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες HIT και CONT καθώς και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	34

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 3.1** Γραφική αναπαράσταση της σχέσης του %VO₂max ενός δοκιμαζομένου με την ταχύτητα τρεξίματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της vVO₂max.....18
- Σχήμα 3.2** Γραφική αναπαράσταση υπολογισμού ταχύτητας στο αναπνευστικό κατώφλι σε ένα δοκιμαζόμενο χρησιμοποιώντας συγχρόνως τον όγκο του εκπνεόμενου αέρα, το αναπνευστικό ισοδύναμο του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα22
- Σχήμα 3.3** Γραφική αναπαράσταση διαδικασίας εντοπισμού vVO₂max σε δύο δοκιμαζόμενους στη διάρκεια προσπάθειας με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση πάνω σε δαπεδοεργόμετρο.....23
- Σχήμα 4.1** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd VO₂max (ml.kg⁻¹.min⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL)28
- Σχήμα 4.2** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd vVO₂max (km.h⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL)28
- Σχήμα 4.3** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd vVT (km.h⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL)29
- Σχήμα 4.4** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd της ικανότητας επιτάχυνσης (t10m). Σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ της ομάδας HIT και ομάδας ελέγχου (CONTROL) στη 2^η μέτρηση (post)30
- Σχήμα 4.5** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd t35m (s) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL)30
- Σχήμα 4.6** Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd επίδοσης (χρόνος) δοκιμασίας επιδεξιότητας Illinois πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).....31

Σχήμα 4.7	Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg^{-1}) των εκτεινόντων του δεξιού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	32
Σχήμα 4.8	Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg^{-1}) των εκτεινόντων του αριστερού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	33
Σχήμα 4.9	Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg^{-1}) των καμπτήρων του δεξιού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	33
Σχήμα 4.10	Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg^{-1}) των καμπτήρων του αριστερού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	34
Σχήμα 4.11	Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέσης αναερόβιας ισχύος (Nm.kg^{-1}) πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).....	35

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1	Μέτρηση υποπλάτιας δερματοπτυχής με δερματοπτυχόμετρο Harpenden.....	19
Εικόνα 3.2	Μέτρηση της κατανάλωσης O ₂ με τη χρήση σάκων Douglas στη διάρκεια της δοκιμασίας με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα τρεξίματος.....	20
Εικόνα 3.3	Ο αισθητήρας πομπός Polar (T31) που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας.....	21
Εικόνα 3.4	Ο αναλυτής Lactate Plus που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του γαλακτικού.....	24
Εικόνα 3.5	Ισοκινητική αξιολόγηση κάτω άκρων με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Technogym Rev7000.....	24
Εικόνα 3.6	Φωτοκύτταρα (Microgate) για την μέτρηση του χρόνου των 10 & 35μ.....	25
Εικόνα 3.7	Γραφική αναπαράσταση δοκιμασίας επιδεξιότητας RAST test	25
Εικόνα 3.8	Γραφική αναπαράσταση δοκιμασίας επιδεξιότητας Illinois.....	26

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

1RM	1 μέγιστη επανάληψη
BMI	δείκτης μάζας σώματος
BP	πίεση αίματος
bpm	σφυγμοί ανά λεπτό
BV	όγκος αίματος
CMJ	άλμα με προδιάταση
CO	καρδιακή παροχή
CO₂	διοξείδιο του άνθρακα

Cont	προπόνηση χαμηλής έντασης – μεγάλης διάρκειας
F	δύναμη
FB	αναπνευστική συχνότητα
FEV1	βιαίως εκπνεόμενος όγκος αέρα σε 1 sec
FEV1/FVC	πηλίκο της FEV1/FVC
FM	λιπώδης σωματική μάζα
FR	συχνότητα αναπνοής
FVC	βιαίως εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα
HIT	προπόνηση υψηλής έντασης – μικρής διάρκειας
HIIT	διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης – μικρής διάρκειας
kcal	χιλιοθερμίδες- μονάδα μέτρησης κατανάλωσης ενέργειας
kg	κιλό - μονάδα μέτρησης μάζας σώματος
kJ	κιλοτζάουλ – μονάδα μέτρησης ενέργειας
kl/h	χιλιόμετρα ανά ώρα
L	λίτρο – μονάδα μέτρησης όγκου
La	γαλακτικό
m	μάζα
min	λεπτό
ml	χιλιοστόλιτρο
mol	γραμμομόριο - μονάδα μέτρησης ύλης ενός σώματος
mmol/lit	χιλιοστό του mol ανά λίτρο
mM/lit	εκατομμυριοστό του mol ανά λίτρο
m/sec	μέτρα ανά δευτερόλεπτο

O₂	οξυγόνο
PCr	φωσφοκρεατίνη
RFD	ρυθμός ανάπτυξης δύναμης
RER	η αναλογία του παραγόμενου CO ₂ με το προσλαμβανόμενο O ₂
RPE	δείκτης αντιλαμβανόμενης κόπωσης
RQ	αναπνευστικό πηλίκο
s	δευτερόλεπτο
SJ	κατακόρυφο άλμα
VCO₂	όγκος παραγόμενου CO ₂
VE	πνευμονικός αερισμός
VEstpd	όγκος εκπνοής σε πρότυπη θερμοκρασία, πίεση, χωρίς υδρατμούς
VO₂	όγκος προσλαμβανόμενου O ₂
VO₂max	μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
vVO₂max	ταχύτητα επίτευξης της VO ₂ max
%VO₂	εκατοστιαία αναλογία της VO ₂
VT	όγκος αέρα μίας εκπνοής
vVT	ταχύτητα επίτευξης του VT
Watt	μονάδα μέτρησης ισχύος
AK	αναπνευστικό κατώφλι
a	επιτάχυνση
ΓΚ	γαλακτικό κατώφλι
ΔΟ	δρομική οικονομία
ΚΣ	καρδιακή συχνότητα

μ1	μονάδα μήκους ίση με το εκατομμυριοστό του μέτρου
ΜΚΣ	μέγιστη καρδιακή συχνότητα
% ΜΚΣ	εκατοστιαία αναλογία της μέγιστης καρδιακής συχνότητας
μl	μικρόλιτρο
ΟΠ	όγκος παλμού

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Το ποδόσφαιρο είναι αναμφισβήτητα ένα από τα δημοφιλέστερα αθλήματα στον κόσμο. Είναι ακόμα γνωστό ότι η αθλητική απόδοση στο ποδόσφαιρο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η φυσική κατάσταση, η τεχνική κατάρτιση, η αγωνιστική τακτική και η διάθεση για μέγιστη προσπάθεια είναι παράμετροι που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία ότι μπορούν να διαμορφώσουν το αποτέλεσμα ενός αγώνα. Η φυσική κατάσταση αποτελεί έναν από τους καθοριστικότερους παράγοντες αγωνιστικής επιτυχίας στο ποδόσφαιρο (Ekblom, 1986). Η υψηλή ένταση της προσπάθειας στη διάρκεια του αγώνα που περιλαμβάνει πολλές επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, αλλαγές κατεύθυνσης, άλματα, κοψίματα (τάκλιν), περιστροφές, κεφαλιές και λακτίσματα της μπάλας σε συνδυασμό με τις τεχνικές δεξιότητες φαίνεται ότι εξαντλεί σταδιακά όλα τα ενεργειακά συστήματα του ποδοσφαιριστή (Tysvaer & Storli, 1981; Weineck, 1997). Οι ενεργειακές απαιτήσεις σε elite αθλητές είναι υψηλές, σε συνδυασμό και με τον αριθμό των αγώνων που πραγματοποιούνται σε κάθε αγωνιστική περίοδο. Στο παγκόσμιο κύπελλο της Ν. Αφρικής (2010) παρατηρήθηκε πως πολλοί Ισπανοί ποδοσφαιριστές ξεπέρασαν τους 70 αγώνες, συμπεριλαμβάνοντας εγχώριους, διεθνείς και φιλικούς (Nédélec, McCall, Carling, Legall, Berthoin & Dupont, 2012). Τα τελευταία χρόνια η αθλητική επιστήμη έχει δώσει σημαντικές πληροφορίες όσον αφορά τις ενεργειακές απαιτήσεις της αγωνιστικής προσπάθειας, τις προσαρμογές της προπόνησης στη διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας, τις μυϊκές ομάδες που χρησιμοποιεί κυρίως ο ποδοσφαιριστής καθώς και την μορφή της προπόνησης που πρέπει να χρησιμοποιήσει για να μεγιστοποιήσει την απόδοσή του (Stolen, 2005).

Σε όλη τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα (90 min) επαγγελματικής κατηγορίας οι αθλητές καλύπτουν συνολική απόσταση 10-12 km (Stolen, Chamari, Castagna & Wisloff, 2005). Ο ποδοσφαιριστής επίσης στη διάρκεια του αγώνα εκτελεί και άλλης μορφής δραστηριότητες όπως: άλματα, τάκλιν, σουτ, στροφές, πολύ μικρής διάρκειας (5-10m) σπριντ, αλλαγή ρυθμού τρεξίματος ενώ για τη διατήρηση του ελέγχου της μπάλας από την πίεση του αντιπάλου χρειάζεται δύναμη και ισορροπία (Stolen *et al.*, 2005). Το ποδόσφαιρο είναι διαλειμματικής μορφής άσκηση και χαρακτηρίζεται περίπου από 1200 άκυκλες κινήσεις και απρόβλεπτες αλλαγές κατεύθυνσης (κάθε 3-5 s). Σε κινητική ανάλυση αθλητών από αγώνες υψηλού επίπεδου φαίνεται πως διανύουν 2 με 3 km με υψηλής έντασης τρέξιμο (>15 km.h⁻¹) και περίπου 600 m σπριντ (>20 km.h⁻¹). Οι συγκεκριμένες αποστάσεις είναι μεγαλύτερες 28% και 58% από τις αντίστοιχες ερασιτεχνών ποδοσφαιριστών (Mohr, Krusturp & Bangsbo, 2003; Di Salvo, 2007; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts & Wisloff, 2009; Iaia, Rampinini & Bangsbo, 2009; Reilly, Bangsbo & Franks, 2000).

Για να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα προπόνησης πρέπει να γίνουν κατανοητές οι ενεργειακές απαιτήσεις του αγώνα. Από την τιμή της μέσης καρδιακής συχνότητας στη διάρκεια ενός αγώνα (Krusturp, Mohr, Nybo, Jensen, Nielsen & Bangsbo, 2006) φαίνεται ότι οι ποδοσφαιριστές χρησιμοποιούν περίπου το 70-75% της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου (VO₂max). Το 90% περίπου της ενέργειας σε ένα αγώνα ποδοσφαίρου απελευθερώνεται από το σύστημα του O₂ (Krusturp *et al.*, 2006).

Ωστόσο είναι επίσης σημαντικό να αναπτυχθεί και η ικανότητα να πραγματοποιούνται έντονες δραστηριότητες παρατεταμένης διάρκειας. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με συστηματική διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (high intensity interval training-ΗΙΙΤ). Η σημαντική συνεισφορά επίσης των αναερόβιων συστημάτων απελευθέρωσης ενέργειας: της αναερόβιας γλυκόλυσης και της φωσφοκρεατίνης φαίνεται από το πλήθος των διαφορετικών έντονων κινητικών δραστηριοτήτων (150-250 μέγιστες προσπάθειες μικρής διάρκειας) που μειώνουν τα επίπεδα φωσφοκρεατίνης (Pcr), και αυξάνουν τη συγκέντρωση του γαλακτικού στους μύς και το αίμα (Krustrup *et al.*, 2006). Ένας σημαντικός αριθμός ερευνών έχει αναλύσει τις απαιτήσεις του ποδοσφαιρικού αγώνα και τις επιδράσεις της προπόνησης φυσικής κατάστασης (Mohr *et al.*, 2007; Rampinini *et al.*, 2007; Brandley *et al.*, 2009; Impellizzeri *et al.*, 2006; Bravo *et al.*, 2008; McMillan, Helgerud, Macdonald & Hoff, 2005). Δημοσιευμένες μελέτες ωστόσο σχετικές με την επίδραση της έντονης διαλειμματικής προπόνησης στα αερόβια και αναερόβια χαρακτηριστικά των ποδοσφαιριστών είναι ελάχιστα.

1.2. Σημασία της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει την επίδραση της υψηλής έντασης μικρής διάρκειας διαλειμματικής προπόνησης και χαμηλής έντασης μεγάλης διάρκειας συνεχόμενης μεθόδου προπόνησης σε επιλεγμένες παραμέτρους φυσικής κατάστασης σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

Τα αποτελέσματα της μελέτης βοήθησαν: α) στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου προπόνησης νεαρών ερασιτεχνών ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου, και β) στην αποσαφήνιση της απόκρισης των παραμέτρων φυσικής κατάστασης στην διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης.

Η ερευνητική υπόθεση είναι ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των νεαρών ποδοσφαιριστών που συμμετείχαν στην έρευνα, οι οποίες προέρχονται από τις δύο μεθόδους προπόνησης που χρησιμοποιήθηκαν. Οι προσαρμογές που προέκυψαν από τη διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης, μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση.

Η μηδενική υπόθεση είναι ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία από τις παραμέτρους φυσικής κατάστασης μεταξύ των δυο μεθόδων προπόνησης.

Ανεξάρτητες μεταβλητές είναι οι μέθοδοι προπόνησης: διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης και η συνεχόμενη μέθοδος προπόνησης υπομέγιστης έντασης.

Εξαρτημένες μεταβλητές είναι οι παράμετροι καρδιαναπνευστικής αντοχής και τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά.

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

- Οι ποδοσφαιριστές αγωνίζονταν στην ίδια ομάδα ερασιτεχνικού πρωταθλήματος (Α' Ερασιτεχνική Κατηγορία).
- Οι ποδοσφαιριστές είχαν προπονητική ηλικία 6±2 έτη.

- Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση στο ίδιο εργαστήριο, κάτω από τις ίδιες συνθήκες και χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία και όργανα μέτρησης.
- Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση στο ίδιο γήπεδο, κάτω από τις ίδιες συνθήκες και χρησιμοποιώντας την ίδια μεθοδολογία και όργανα μέτρησης.
- Η έρευνα είχε δείγμα μόνο έλληνες ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.
- Από τις παραμέτρους που περιορίζουν την απόδοση στο ποδόσφαιρο εξετάστηκαν μόνο επιλεγμένες παράμετροι φυσικής κατάστασης..
- Τα αποτελέσματα της μελέτης έχουν εφαρμογή σε νέους ποδοσφαιριστές 20±2 ετών.

1.5. Διευκρίνιση όρων

Αερόβια Αντοχή-Βασική αντοχή: Ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης ταχύτητας/έργου για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, ή ως η ανώτατη ταχύτητα/έργο, που μπορεί να διατηρηθεί για μια ορισμένη χρονική διάρκεια ή απόσταση (Bosquet *et al.*, 2002).

Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου: Ο ανώτατος όγκος οξυγόνου, που καταναλώνουν τα κύτταρα σε μέγιστη προσπάθεια. (Κλεισούρας, 2004).

Ταχύτητα στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου: Η ταχύτητα τρεξίματος που αντιστοιχεί στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου έτσι όπως προσδιορίζεται στη διάρκεια δοκιμασίας με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση έως εξάντληση. (Munoz, 2015).

Αναπνευστικό κατώφλι: Ως αναπνευστικό κατώφλι ορίζεται το έργο ή το %VO₂max που συμπίπτει με την απότομη αύξηση του πνευμονικού αερισμού ή την αλλαγή της συμπεριφοράς του πνευμονικού ισοδύναμου του O₂ ή CO₂ κατά την προοδευτικά αυξανόμενη ένταση της άσκησης (Κλεισούρας, 2004).

Ευλυγισία: Είναι η ικανότητα μεγάλου κινητικού εύρους ενός υποσύνολου αρθρώσεων.

Ευκαμψία: Είναι η ικανότητα κινητικού εύρους μιας άρθρωσης.

Ευκινησία: Είναι η ικανότητα μετακίνησης ενός σώματος ως προς το χώρο και το χρόνο.

Δύναμη: Σύμφωνα με τη Φυσική «δύναμη, ασκούμενη σε ένα σώμα, λέγεται η αιτία που προκαλεί μεταβολή στην κινητική κατάσταση του σώματος». Στη βιολογία, δύναμη ορίζεται ως η ικανότητα ενός μυός ή μιας ομάδας μυών να παράγουν έργο (McArdle, Katch, & Katch, 2000).

Ταχύτητα: Ως ταχύτητα ενός σώματος ορίζεται ο ρυθμός μεταβολής της θέσης του ως προς το χρόνο.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Αερόβια απόδοση

Η υψηλή ένταση της προσπάθειας στη διάρκεια του αγώνα φαίνεται ότι εξαντλεί σταδιακά όλα τα ενεργειακά συστήματα του ποδοσφαιριστή (Weineck, 1997; Tysvaer και Storli, 1981). Το 90% της ενέργειας απελευθερώνεται από το σύστημα O_2 (Krustrup, Mohr, Nybo, Jensen, Nielsen, και Bangsbo, 2006). Αναερόβια γλυκόλυση και σύστημα φωσφοκρεατίνης συνεισφέρουν σε διαφορετικές έντονες δραστηριότητες μικρής διάρκειας. Έγκυροι δείκτες πρόβλεψης της αερόβιας απόδοσης θεωρούνται η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και το αναερόβιο κατώφλι.

2.1.1. Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Για να επιτύχει ένας ποδοσφαιριστής υψηλό επίπεδο απόδοσης απαιτείται η ανάπτυξη των βασικών αλλά και ειδικών ικανοτήτων φυσικής κατάστασης. Στη βιβλιογραφία έχει δημοσιευθεί σχετικά υψηλό για αθλητές ομαδικού αθλήματος ($58-68 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) εύρος διακύμανσης τιμών της $VO_2\text{max}$. Σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (Ekblom, 2009) φαίνεται ότι η υψηλή βασική αντοχή συμβάλλει σημαντικά στην εκτέλεση της αγωνιστικής τακτικής. Οι τιμές επίσης των επαγγελματιών παικτών είναι υψηλότερες από αυτές των ερασιτεχνών, ενώ αυτό πιθανόν να οφείλεται στην ποιότητα της προπόνησης και το επίπεδο ανταγωνισμού στον αγώνα (Ekblom, 2009). Οι υψηλότερες τιμές της $VO_2\text{max}$ έχουν παρατηρηθεί μετά την περίοδο προετοιμασίας. Οι Nowacki, Cai, Buhl, και Krummelbein, (1988) σε μετά ανάλυση 26 ερευνών σχετικών με την $VO_2\text{max}$ ποδοσφαιριστών αναφέρουν μέσες τιμές $69.2 \pm 7.8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, σε παίκτες της Εθνικής Γερμανίας και $58.3 \pm 4.3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ σε παίκτες της Εθνικής Αυστραλίας. Επίσης ο Ekblom (1986), αναφέρει εύρος τιμών σε Σουηδούς παίκτες ερασιτεχνικών κατηγοριών $45-50 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, ενώ σε παλαιότερη μελέτη (Di Prampero, Limas, και Limas, 1970) με Αιθίοπες παίκτες η μέση τιμή ($43 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) ήταν σημαντικά μικρότερη. Οι Astrand και Rodahl, (1986) έχουν δημοσιεύσει μέση τιμή της $VO_2\text{max}$ $56,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ της Σουηδικής Εθνικής Ομάδας ενώ το αντίστοιχο εύρος Γερμανών ποδοσφαιριστών που αγωνίζονται σε ερασιτεχνική κατηγορία ήταν $50-56 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Nowacki, Cai, Buhl & Krummelbein, 1988). Οι Faina, Galozzil, Lupo, Colli, Sassi, και Marini, (1988) ακόμα σε ερασιτέχνες παίκτες ανέφεραν μέση τιμή $64.1 \pm 7.2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, η οποία δεν διέφερε σημαντικά από την αντίστοιχη μέση τιμή 17 επαγγελματιών παικτών. Οι Dallas και Sidekirs (1985), έχουν καταγράψει μεγάλο εύρος διακύμανσης $51.7 - 74.0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Οι Puga, Ramos, Agostinho, Lomba, Costra, και Freitas (1993) αναφέρουν μέση τιμή της $VO_2\text{max}$ σε επαγγελματίες παίκτες της Α΄ Εθνικής Κατηγορίας του Πορτογαλικού πρωταθλήματος $59.6 \pm 7.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Σε Έλληνες επαγγελματίες έχουν δημοσιευθεί μέσες τιμές 54.8 ± 4.9 (Tokmakidis, Tsopanakis, Tsarouchas, Kioussis, και Hatjikonstantinou, 1986) και $58.7 \pm 3.7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Βόλακλης, Κασαμπαλής και Τοκμακίδης, 1998). Η $VO_2\text{max}$ βελτιώνεται σημαντικά μέσω της προπόνησης στην περίοδο της προετοιμασίας (Reilly και Thomas, 1979).

Από την υψηλή συσχέτιση της εκατοστιαίας αναλογίας της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ($\%HR\text{max}$) με το $\%VO_2\text{max}$ ($\%HR-\%VO_2$) μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τιμή της καρδιακής συχνότητας για τον προσδιορισμό του $\%VO_2$. Έτσι, για μέσο

ποσοστό 85% HRmax που έχει παρατηρηθεί στη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα οι ποδοσφαιριστές χρησιμοποιούσαν περίπου το 75%VO₂max (Stølen, Chamari, Castagna, και Wisloff, 2005).

Οι αντίστοιχες τιμές της κατανάλωσης O₂ είναι περίπου 45, 48.8, και 52.5 ml.kg⁻¹.min⁻¹ για ποδοσφαιριστή με VO₂max 60, 65, και 70 ml.kg⁻¹.min⁻¹ αντίστοιχα. (Stølen *et al.*, 2005). Για ποδοσφαιριστή ακόμα με μάζα σώματος 75 kg και VO₂max 60, 65 και 70 ml.kg⁻¹.min⁻¹ η κατανάλωση ενέργειας στη διάρκεια του αγώνα είναι περίπου 1519, 1645 και 1772 kcal λαμβάνοντας υπόψη ότι ο μεταβολισμός 1L O₂ αποδίδει 5 kcal Ο Casajus (2001) παρατήρησε πως η τιμή της VO₂max είναι μεγαλύτερη προς στο τέλος της αγωνιστικής περιόδου ενώ οι Heller, Prochanza, Bunk, Dlouha, και Novotny (1992) δεν συμφωνούν με τον παραπάνω. Είναι πιθανόν η διαφορά στις τιμές της VO₂max να οφείλεται στο αρχικό επίπεδο της παραμέτρου που επηρεάζει την διακύμανσή της κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

2.1.2. Αναπνευστικό κατώφλι

Η VO₂max είναι η φυσιολογική παράμετρος που χρησιμοποιείται συνήθως, για να προβλέψει το επίπεδο απόδοσης σε αγωνιστικές προσπάθειες διάρκειας >2 λεπτά. Η υψηλή τιμή της παραμέτρου σχετίζεται με την απόδοση σε προσπάθειες που υποστηρίζονται ενεργειακά κυρίως από το σύστημα του O₂ (Åstrand, 1976; Saltin και Åstrand, 1967). Η ταχύτητα/έργο που αντιστοιχεί στο αναπνευστικό κατώφλι φαίνεται ότι σχετίζεται συστηματικά υψηλότερα με την επίδοση στην αντοχή συγκριτικά με την απόλυτη ή σχετική τιμή της VO₂max (Edwards, Clark, και Macfadyen, 2003). Έχουν επίσης δοθεί πολλές ερμηνείες σχετικά με τα φυσιολογικά γεγονότα που προκαλούν αλλαγή στη συμπεριφορά των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό του αναπνευστικού ουδού έτσι έχει προταθεί ένα πλήθος διαφορετικών μεθόδων προσδιορισμού (Svedahl και MacIntosh., 2003; Hollmann, 2001; Faude, Kindermann και Meyer, 2009).

Την δεκαετία του πενήντα (1950) η ικανότητα της αερόβιας απόδοσης σε ασθενείς και αθλητές βασιζόταν μόνο στον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (Hill και Lupton, 1923; Hollmann, 2001). Από πολύ νωρίς το 1964 οι Wasserman και McIlroy και το 1973 οι Wasserman και συνεργάτες εισήγαγαν τον όρο αναερόβιο κατώφλι. Αργότερα οι Kindermann, Gabriel, Coem και Urhausen (1979) αναγνώρισαν το αναερόβιο κατώφλι ως την παράμετρο που μπορεί με μεγάλη ακρίβεια να αξιολογήσει την ικανότητα αερόβιου έργου. Τα τελευταία χρόνια, το αναερόβιο κατώφλι θεωρείται έγκυρος δείκτης απόδοσης, καθώς εμφανίζει υψηλή συσχέτιση με την απόδοση σε μέγιστες προσπάθειες διάρκειας >2 min (Faude *et al.*, 2009). Υπάρχουν δεκάδες μελέτες στην βιβλιογραφία που έχει χρησιμοποιηθεί το AK στα αγωνίσματα αντοχής, κυρίως για πρόβλεψη απόδοσης και στα ομαδικά για την εκτίμηση των προσαρμογών των προγραμμάτων προπόνησης. Οι Allen και συνεργάτες (1985) και πιο πρόσφατα ο Noakes (2008) ανέφεραν ότι άτομα με παρόμοια τιμή στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου είναι δυνατό να διαφέρουν στην απόδοσή τους σε αερόβια αθλήματα. Επίσης έχει αναφερθεί ότι άτομα με καλή φυσική κατάσταση μπορούν να βελτιώσουν την αερόβια αντοχή τους χωρίς να αυξήσουν την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Ivy, Costill και Maxwell, 1980).

Τα κριτήρια για τον προσδιορισμό του αναπνευστικού ουδού συνήθως είναι το σημείο της άσκησης που αυξάνει απότομα ο όγκος του εκπνεόμενου αέρα, της παράλληλης αύξησης στον όγκο του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (VCO₂)

και της ταυτόχρονης αύξησης του αναπνευστικού (RER) πηλίκου (Wasserman, Whipp, Koyl και Beaver, 1973). Για τον εντοπισμό του αναπνευστικού ουδού έχουν ωστόσο χρησιμοποιηθεί και το αναπνευστικό ισοδύναμο του οξυγόνου (V_E/V_{O_2}) και του διοξειδίου του άνθρακα (V_E/V_{CO_2}). Ο Wasserman και συνεργάτες (1973) ανέφεραν ότι το αναπνευστικό κατώφλι συμπίπτει με το γαλακτικό κατώφλι. Σε άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για να ερευνηθεί η VO_{2max} και το αναερόβιο κατώφλι σαν δείκτες προσδιορισμού του επιπέδου φυσικής κατάστασης σε επαγγελματίες Βρετανούς ποδοσφαιριστές, μετρήθηκε το γαλακτικό κατώφλι (ΓΚ) και το αναπνευστικό κατώφλι (ΑΚ) και βρέθηκε να συμπίπτουν. Μεταγενέστερες ωστόσο μελέτες δεν συμφωνούν με αυτό καθότι άλλοι πειραματικοί σχεδιασμοί αναφέρουν σημαντικές διαφορές στους φυσιολογικούς μηχανισμούς που ευθύνονται για την εμφάνιση των ανωτέρω παραμέτρων (Berry, Whipp, Koyl και Beaver, 1991). Το ΑΚ έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες για ποδόσφαιρο τόσο για τον έλεγχο της πορείας των προγραμμάτων προπόνησης όσο και για την αξιολόγηση του επιπέδου φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών (Edwards, Clark & Macfadyen, 2003; Impellizzeri, Rampinini και Marcora, 2005).

2.2. Αναερόβια απόδοση

Το ποδόσφαιρο εκτός από υψηλό επίπεδο παραμέτρων καρδιαναπνευστικής αντοχής απαιτεί τρέξιμο υψηλής ταχύτητας, απότομες αλλαγές κατεύθυνσης, επιταχύνσεις με και χωρίς τη μπάλα, όπου δραστηριοποιείται σημαντικά και ο αναερόβιος μηχανισμός απελευθέρωσης ενέργειας αγαλακτική – γαλακτική ικανότητα (Σωτηρόπουλος, 2003). Η ικανότητας ταχύτητας σχετίζεται άμεσα από τη μέγιστη αναερόβια ισχύ (Zacharogiannis, Paradisis και Tziortzis, 2004). Τιμές $>12 \text{ watt.kg}^{-1}$ αναερόβιας ισχύος σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία (Μπεκρής, 2008). Οι Withers, Roberts και Davies (1977) αναφέρουν πολύ υψηλότερες τιμές σε ποδοσφαιριστές (16.2 W.kg^{-1}) συγκριτικά με καλαθοσφαιριστές και με δρομείς ενώ το ίδιο υψηλότερες τιμές 15 W.kg^{-1} - 16.1 W.kg^{-1} αναφέρονται και σε άλλη μελέτη (Caru, Le Coultre, Aghemo και Limas, 1970).

Οι Berg και Ekblom (1979) ανέφεραν μέση τιμή $13,5 \text{ W.kg}^{-1}$ σε παίκτες της Εθνικής Σουηδίας. Σύμφωνα με τον Apor (1988) οι ποδοσφαιριστές διαθέτουν μεγαλύτερη αναερόβια ισχύ απ' ότι καλαθοσφαιριστές και πετοσφαιριστές καθώς επίσης και δρομείς μεγάλων αποστάσεων. Υψηλές τιμές ($13.5-15.0 \text{ W.kg}^{-1}$) μετρήθηκαν επίσης σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές σε δοκιμασία Wingate και από τον Barthelemy, Sebert, Vandermarguers και Guillodo (1992).

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε νεαρούς ποδοσφαιριστές για να αξιολογηθούν οι καρδιαγγειακές μεταβολές από τις μεταβολές του καρδιακού ρυθμού και της καρδιακής πίεσης, χρησιμοποιήθηκε υπαίθρια αναερόβια δοκιμασία το Running Anaerobic Sprint Test (RAST). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι καρδιαγγειακές μεταβολές που συμβαίνουν κατά τη δοκιμή RAST, η οποία είναι μια προσπάθεια με αναερόβια χαρακτηριστικά, είναι παρόμοιες σε μεταβολές υψηλής έντασης αερόβιας προσπάθειας (Bartolomeu, Sebert, Vandermarguers και Guillodo, 2012).

Σε έρευνα που πραγματοποίησαν ο Keir, Theriault και Serresse (2013) σε ποδοσφαιριστές κολεγιακού επιπέδου για να αξιολογήσουν την σχέση μεταξύ των μεταβλητών απόδοσης και φυσιολογικών αντιδράσεων που προκύπτουν κατά τη

διάρκεια της αναερόβιας επαναλαμβανόμενης προσπάθειας χρησιμοποίησαν το RAST και το Wingate test. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά τη διάρκεια του RAST απαιτήθηκε μεγαλύτερη συνεισφορά από τον αερόβιο μεταβολισμό χωρίς να παρουσιαστεί σημαντική διαφορά στην εκτίμηση της VO_{2max} .

2.3. Καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα αποτελεί έναν από τους πιο συνηθισμένους δείκτες της έντασης της άσκησης και της προπονητικής επιβάρυνσης (Alexandre *et al.*, 2012). Η γνώση των φυσιολογικών φορτίων στην προπόνηση ή τον αγώνα βοηθά σημαντικά στον σχεδιασμό των προγραμμάτων άσκησης αλλά και αποκατάστασης. Μέχρι σήμερα ωστόσο, δεν έχει καθιερωθεί η συστηματική καταγραφή και χρήση της απόκρισης της καρδιακής συχνότητας (ΚΣ) στη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα (Alexandre *et al.*, 2012).

Η μέση ένταση της άσκησης στη διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου κυμαίνεται περίπου 70-80% της VO_{2max} ή 80-90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (% ΜΚΣ) (Rohde και Espersen, 1998). Σύμφωνα με τις προπονητικές ζώνες της καρδιακής συχνότητας περίπου το 65% της συνολικής διάρκειας ενός ποδοσφαιρικού αγώνα πραγματοποιείται σε ένταση που κυμαίνεται 80-90% ΜΚΣ. Η απόκριση της καρδιακής συχνότητας στη διάρκεια αγωνιστικής προσπάθειας εξαρτάται από τη θέση που αγωνίζεται ο ποδοσφαιριστής. Υψηλότερες τιμές της καρδιακής συχνότητας έχουν παρατηρηθεί σε ποδοσφαιριστές που αγωνίζονται στο κέντρο συγκριτικά με τις υπόλοιπες θέσεις. Οι μέσες τιμές της καρδιακής συχνότητας είναι μικρότερες στους παίκτες που αγωνίζονται στην επίθεση και σε αυτούς που αγωνίζονται στα άκρα της άμυνας. Πρέπει επίσης να σημειωθεί σε όλες τις παραπάνω θέσεις έχει παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης στο δεύτερο μισό του αγώνα ενώ για αυτό είναι πιθανόν ευθύνεται το επίπεδο φυσική κατάσταση των παικτών (Da Silva *et al.*, 2008; Alexandre *et al.*, 2012).

Η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές συγκριτικά με αυτές που έχουν καταγραφεί σε απροπόνητα άτομα ενώ έχει αναφερθεί εύρος τιμών μεταξύ 48 – 52 $b.min^{-1}$ (Dickhuth, Simon, Bachi, Lehmann και Keul, 1981). Χαμηλές τιμές καρδιακής συχνότητας ηρεμίας έχουν επίσης αναφερθεί σε Έλληνες ποδοσφαιριστές (Tokmakidis, Tspanakis, Leger, Clentrou & Tsarouchas, 1986), σε Ελβετούς (Schmid, Dickhuth, Lehmann, Hueber Berg και Keul, 1983), και σε Ινδούς (Adhikari και Das, 1993). Ενώ κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού το εύρος διακύμανσης της καρδιακής συχνότητας ήταν μεταξύ 160 – 175 $b.min^{-1}$ (Τοκμακίδης και Βόλακλης, 2003). Όλα τα παραπάνω συμφωνούν υπέρ της χρήσης της διαλειμματικής προπόνησης αλλά και παιχνιδιών μικρού χώρου όπου παρατηρούνται αντίστοιχες τιμές της καρδιακής συχνότητας (Alexandre *et al.*, 2012).

2.4. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Το ποσοστό του σωματικού λίπους μπορεί επίσης να επηρεάσει την απόδοση (Σωτηρόπουλος και *συν.*, 2003). Σε ποδοσφαιριστές με υψηλό ποσοστό σωματικού λίπους (>15%), επηρεάζεται αρνητικά η αγωνιστική τους απόδοση επειδή μεταφέρουν επιπλέον σωματική μάζα. Στη βιβλιογραφία έχει αναφερθεί μεγάλο εύρος μέσων τιμών της παραμέτρου: 8.9%, σε ποδοσφαιριστές της Εθνικής Ομάδας Κουβέιτ (Pamadan και Byrd, 1987), 9.2% σε ποδοσφαιριστές της Εθνικής Γερμανίας (Kidderman, Gabriel, Coem & Urhausen, 1993; De Rosse, 1975), 10.7%

σε ποδοσφαιριστές της Εθνικής Βραζιλίας και άλλους παίκτες διεθνούς επιπέδου 10,7 και 10% αντίστοιχα). Σε Έλληνες παίκτες έχουν αναφερθεί αντίστοιχες τιμές 9.2 ± 1.6 (Tokmakidis *et al.*, 1991). Επίσης σε επαγγελματίες Ιάπωνες και Γάλλους ποδοσφαιριστές έχουν μετρηθεί μέσες τιμές $7.9 \pm 1,6$ και $10.8 \pm 1.9\%$ αντίστοιχα (Mujica *et al.*, 2001; Filaire, Bermain, Sagnol και Lac, 2001). Φαίνεται ακόμα ότι η σχέση του επιπέδου απόδοσης (Ekblom, 1994) με το %λίπος των ποδοσφαιριστών είναι αντιστρόφως ανάλογη (βελτιωμένη απόδοση, χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους).

Το σωματικό ύψος και βάρος από μόνα τους δεν αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες απόδοσης, αν και έχει αναφερθεί ότι οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές έχουν μικρότερη μάζα σώματος και είναι υψηλότεροι από τους αντίστοιχους ερασιτεχνικών κατηγοριών (Ekblom, 1994). Σε επαγγελματίες Έλληνες ποδοσφαιριστές το σωματικό βάρος κυμαίνεται κατά μέσο όρο στα 74.8 ± 5.5 kg και το ύψος στα 178 ± 4.7 cm (Tokmakidis *et al.*, 1986, 1991), τα δεδομένα αυτά συμβαδίζουν με τα αντίστοιχα των παικτών Ευρωπαϊκών χωρών (Kirkendal, 1985; Matkovik, Jankovic και Heimer., 1993; Smith, Clarke, Hale και McMorris, 1993; Vanfrachem και Tomas, 1993).

2.5. Δύναμη

Δύναμη σύμφωνα με το νόμο της δυναμικής ορίζεται από την εξίσωση $F=m \cdot a$, όπου F = δύναμη που εκφράζεται σε Newton (N), m = μάζα που εκφράζεται σε χιλιόγραμμα (kg) και a = επιτάχυνση που εκφράζεται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο ($m \cdot s^{-1}$). Στη βιολογία, δύναμη ορίζεται ως η ικανότητα ενός μυός ή μιας ομάδας μυών να παράγουν έργο (McArdle, Katch και Katch, 2000).

Ένα πλήθος δραστηριοτήτων που εκτελούνται από τους ποδοσφαιριστές στη διάρκεια της προπόνησης και του αγώνα όπως είναι: άλμα για κεφαλιά, τάκλινγκ για 'κόψιμο' της μπάλας, σωματική επαφή με τον αντίπαλο για την διεκδίκηση της μπάλας, επιτάχυνση του ρυθμού τρεξίματος, πάτημα και αλλαγή κατεύθυνσης, σουτ, αντοχή σε πολύ υψηλή ταχύτητα σχετίζονται άμεσα με το επίπεδο της μυϊκής δύναμης του αθλητή. Η προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης δεν ήταν στους στόχους του προγράμματος προπόνησης καθότι πολλοί προπονητές πιστεύουν ότι μειώνει την ικανότητα ταχύτητας ή ότι δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις ειδικές αγωνιστικές απαιτήσεις.

2.6. Διαλειμματική ή Συνεχόμενη μέθοδος προπόνησης;

Δεν υπάρχει αμφιβολία, ότι το υψηλό επίπεδο φυσικής κατάστασης είναι από τα σημαντικότερα συστατικά που αυξάνουν την πιθανότητα μακροχρόνιας υψηλής απόδοσης στο ποδόσφαιρο. Τόσο σε ομαδικά όσο και ατομικά αθλήματα εφαρμόζεται ένα πλήθος διαφορετικών προπονητικών ερεθισμάτων τα οποία στοχεύουν τόσο σε καρδιαγγειακές (κεντρικές) όσο και σε μυϊκές (περιφερικές) προσαρμογές. Αυτό δεν αφορά μονάχα αθλητές υψηλού επιπέδου, αλλά και άτομα μέτριας φυσικής κατάστασης. Ωστόσο, από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα έχει απασχολήσει την αθλητική επιστήμη το κατάλληλο ερέθισμα που προκαλεί βέλτιστες προσαρμογές στις παραμέτρους φυσικής κατάστασης. Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο του προπονητικού σχεδιασμού σε ομαδικά αθλήματα όπως είναι το ποδόσφαιρο είναι και ο χρόνος άσκησης που απαιτείται για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης να είναι τέτοιος ώστε να δίνεται η δυνατότητα να

αναπτυχθούν παράλληλα οι τεχνικές και τακτικές δεξιότητες (Hill-Hass, Dawson, Impellizzeri και Coutts, 2011). Είναι επίσης γνωστό πως στο σύγχρονο ποδόσφαιρο η διάρκεια της προπόνησης και ειδικότερα ο χρόνος που χρησιμοποιείται για βελτίωση της φυσικής κατάστασης να αποτελεί σημείο διαφωνιών με τους προπονητές να απαιτούν περισσότερο χρόνο για βελτίωση της τεχνικής και τακτικής (Hill-Hass *et al.*, 2011).

Σε σύγκριση με τον όγκο των ερευνητικών προσπαθειών που έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα λίγες έχουν επικεντρωθεί στις προσαρμογές που προκαλούν τα προπονητικά ερεθίσματα σε ήδη προπονημένους αθλητές. Οι περισσότερες επιστημονικές μελέτες έχουν εξετάσει στις φυσιολογικές προσαρμογές των προπονητικών προγραμμάτων σε αρχάριους ασκούμενους ή σε μέτριας φυσικής κατάστασης πληθυσμό (Laursen και Jenkins, 2002). Το έλλειμμα τέτοιων μελετών φαίνεται να σχετίζεται με το γεγονός ότι οι υψηλού επιπέδου αθλητές είναι δύσκολο να τροποποιήσουν τα προπονητικά τους προγράμματα και να συμμορφωθούν με τις επιστημονικές κατευθύνσεις (Hawley, Myburgh, Noakes και Dennis, 1997). Επίσης οι καλά προπονημένοι αθλητές ήδη έχουν υψηλή VO_2max , υψηλές τιμές στο αναερόβιο κατώφλι και καλή δρομική οικονομία (Jones και Carter, 2000; Blomqvist και Saltin, 1983). Επομένως, είναι εξαιρετικά δύσκολο να μετρηθεί περαιτέρω βελτίωση σε αυτούς τους δοκιμαζόμενους. Σε δοκιμαζόμενους τέτοιου επιπέδου ωστόσο, έχουν παρατηρηθεί σημαντικές βελτιώσεις μετά από διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (Londeree, 1997; Laursen και Jenkins, 2002).

Σε πρόσφατη ανασκόπηση οι Buchheit και Laursen (2013) παρουσίασαν με σαφήνεια και εξαιρετική μεθοδικότητα τα ευρήματα σχετικά με την αερόβια άσκηση υψηλής έντασης και υπογράμμισαν τις σύγχρονες τάσεις της προπονητικής διαδικασίας με γνώμονα την βελτίωση της απόδοσης.

2.7. Αερόβια προπόνηση υπομέγιστης έντασης μεγάλης διάρκειας

Είναι γνωστό ότι πολλές από τις βιοχημικές και φυσιολογικές προσαρμογές της αερόβιας προπόνησης οφείλονται στις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες των κυττάρων (Green, 2000; Coyle, 2000). Σε πολλές μελέτες η βελτίωση της αερόβιας ικανότητας συνοδεύτηκε από αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου στους μύες που συμμετείχαν στην δραστηριότητα. Όσον αφορά τις κεντρικές προσαρμογές παρατηρήθηκε μείωση της καρδιακής συχνότητας (βραδυκαρδία) σε σχέση με τις προασκησιακές τιμές και αύξηση του όγκου του πλάσματος στο αίμα (Green *et al.*, 1991; Green *et al.*, 1990). Όλες αυτές οι σημαντικές αλλαγές συνοδεύονται από αύξηση της καρδιακής παροχής (εξαιτίας αυξημένου όγκου παλμού) και αύξηση της αιματικής ροής στους μύς (Coyle, 1999). Αξίζει να σημειωθεί πως οι συγκεκριμένες αλλαγές αρχίζουν να εμφανίζονται πολύ νωρίς (περίπου μετά τις 3 πρώτες ημέρες). Βελτιώσεις στην μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου VO_2max (Green *et al.*, 1991) και στην πυκνότητα των τριχοειδών (Vock., 1996; Hoppeler., 2000) παρατηρούνται μετά από αρκετές εβδομάδες. Επιπρόσθετα η αερόβια άσκηση δημιουργεί και άλλες σημαντικές προσαρμογές όπως μείωση του ρυθμού μεταβολισμού της γλυκόζης και των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου αλλά και μείωση της συγκέντρωσης γαλακτικού σε συγκεκριμένο έργο (Martin, 1993; Green *et al.*, 1990).

Υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που έχουν δείξει πως η αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε τιμές $>60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ δεν συνοδεύεται απαραίτητα και από περαιτέρω βελτίωση στην αερόβια απόδοση (Londeree, 1997; Laursen και

Jenkins, 2002). Τον παραπάνω ισχυρισμό επιβεβαίωσαν οι Costill και συνεργάτες (1988) όπου δεν παρατήρησαν διαφορές στην απόδοση κολυμβητών και στην κινητικότητα των αερόβιων ενζύμων (Citrate synthase) όταν διπλασίασαν τον προπονητικό όγκο που κολυμπούσαν καθημερινά (4266 v 8979 m).

2.8. Διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης μικρής διάρκειας

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης (HIIT) αποτελεί σήμερα έναν από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους βελτίωσης της καρδιοαναπνευστικής αντοχής, της μεταβολικής λειτουργίας αλλά και γενικότερα της απόδοσης των αθλητών. Η HIIT αποτελείται από έντονες βραχύβιες προσπάθειες υψηλής έντασης τις οποίες ακολουθούν ενδιάμεσοι περίοδοι παθητικής ή ενεργητικής αποκατάστασης. Στα ομαδικά αθλήματα έχει επίσης αποδειχθεί ότι η χρησιμοποίηση επαναλαμβανόμενων προσπαθειών μέγιστης έντασης που πραγματοποιούνται ενδιάμεσα στα προπονητικά προγράμματα HIIT μπορεί να βελτιώσει περαιτέρω την απόδοση των αθλητών. Γενικά έχει επικρατήσει πως το ιδανικό ερέθισμα για να οδηγήσει τόσο σε καρδιαγγειακές όσο και σε περιφερικές προσαρμογές κυμαίνεται μεταξύ 90-100% VO_2max .

Είναι γνωστό πως η καρδιακή παροχή (CO) είναι ένας από τους λόγους που περιορίζουν την VO_2max σε καλά προπονημένους αθλητές (Wagner, 2000). Ακόμα δεν έχει παρατηρηθεί πλατό στον όγκο παλμού (ΟΠ) σε προπονημένους ή απροπόνητους. Είναι φανερό ότι η καρδιακή παροχή εξαρτάται από την καρδιακή συχνότητα, η οποία φτάνει μια μέγιστη τιμή, και τον όγκο παλμού έτσι η VO_2max και επομένως η απόδοση σε μέγιστες προσπάθειες διάρκειας >2 λεπτά θα μπορούσε να μεγιστοποιηθεί, αποσκοπώντας κατά κύριο λόγο στην βελτίωση του όγκου παλμού (Stolen *et al.*, 2005). Διαλειμματική άσκηση με ένταση που αντιστοιχεί στο 90-95% ΜΚΣ, διάρκειας 3-8 min με ενδιάμεσο ενεργητικό διάλειμμα περίπου στο 70% VO_2max θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην βελτίωση της VO_2max και του όγκου παλμού (ΟΠ). Σχετικά πρόσφατα οι Helgerud, Engen, Wisloff και Hoff (2001) έδειξαν πως 4x4 min στο 90-95% ΜΚΣ, κάνοντας ενδιάμεσα χαμηλής έντασης τρέξιμο στο 60-70% ΜΚΣ βελτιώνει την VO_2max 0,5% σε κάθε προπόνηση. Παρόλα αυτά επειδή το τρέξιμο δεν ακολουθεί την προπονητική αρχή της εξειδίκευσης σε ποδοσφαιριστές έχουν σχεδιαστεί μελέτες που προπόνησης σχετικές με την μορφή δραστηριότητας ενός ποδοσφαιρικού αγώνα (Katis και Kellis, 2009).

Ο Hoff, Wisloff, Engen, Kemi και Helgerud (2002) πραγματοποιώντας παιχνίδια μικρού χώρου (4:4) παρατήρησαν παρόμοιες εντάσεις όσον αφορά το ποσοστό επιβάρυνσης της καρδιακής συχνότητας, αλλά και τις τιμές της VO_2max . Ο Reilly (1994) αναφέρει πως το τρέξιμο με την μπάλα αυξάνει την δαπάνη ενέργειας κατά 8% σε σύγκριση με το απλό τρέξιμο. Παρόμοια ευρήματα έδειξαν πως παιχνίδια μικρών χώρων 5:5 ή και με μικρότερο αριθμό παικτών είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε νεαρούς ποδοσφαιριστές (Platt, 2001). Πολύ πρόσφατα σε μια ανασκόπηση για τα «Small Side Games» τονίστηκε με ιδιαίτερη έμφαση η αξία της συγκεκριμένης εξειδικευμένης προπόνησης στην βελτίωση ορισμένων πολύ σημαντικών φυσιολογικών παραμέτρων σε σύγκριση με το απλό τρέξιμο. Παράλληλα δίνονται συγκεκριμένες οδηγίες οργάνωσης αναφορικά με τις ιδανικές διαστάσεις, τον αριθμό των παικτών, τον δείκτη υποκειμενικής κόπωσης (Borg), ακόμα και την προπονητική καθοδήγηση. Όλα αυτά αποσκοπούν στις βέλτιστες

προσαρμογές που μπορούν να προκύψουν μέσα από αυτή την εξειδικευμένη προπόνηση (Katis και Kellis, 2009).

Φαίνεται πως το συγκεκριμένο είδος προπόνησης (παιχνίδια μικρού χώρου) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον σχεδιασμό κατάλληλων προπονητικών προγραμμάτων αλλά και των ιδανικών εντάσεων με άμεσο στόχο την βελτίωση της απόδοσης, την μείωση των τραυματισμών και την αποφυγή του συνδρόμου υπερπροπόνησης (Katis και Kellis, 2009).

Γενικά υπάρχει η εντύπωση πως αγύμναστα άτομα ($VO_{2max} < 45 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) και άτομα μέτριας φυσικής κατάστασης ($VO_{2max} 45-55 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) χρειάζονται μεγάλο χρονικό διάστημα για να βελτιώσουν την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου στα επίπεδα ενός προπονημένου αθλητή ($VO_{2max} > 60 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$, Rowell, 1993). Ωστόσο, οι Hickson και συνεργάτες (1977) νωρίτερα πραγματοποιώντας διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης, έξι φορές την εβδομάδα σε 8 αγύμναστα άτομα για δέκα εβδομάδες παρατήρησαν πως σε τέσσερις από αυτούς η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ξεπέρασε την τιμή των $60 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ (Hickson, Bomze και Holloszy, 1977). Σε αντίθεση με την αερόβια άσκηση μέτριας έντασης και μεγάλης διάρκειας η ΗΠΤ, χαρακτηρίζεται από έντονες βραχύβιες προσπάθειες (10s-5min). Η ένταση που χρησιμοποιείται είναι συνήθως πάνω από το αναερόβιο κατώφλι (Laursen και Jenkins, 2002).

Επιπλέον αρκετές μελέτες έχουν δείξει πως η ΗΠΤ σε σύγκριση με την συνεχόμενη προπόνηση μπορεί να αυξήσει και το ρυθμό μεταβολισμού των λιπών. Ο Essen και συνεργάτες (1977) συγκρίνοντας δύο διαφορετικά είδη προπόνησης όπου η μια ομάδα πραγματοποιούσε άσκηση χαμηλής έντασης για μία ώρα στο 50% VO_{2max} και η άλλη ομάδα πραγματοποιούσε 15 s άσκηση στο VO_{2max} με 15 s επαναφορά. Τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν αυξημένο μεταβολισμό λιπαρών οξέων και μειωμένο ρυθμό μεταβολισμού γλυκογόνου κατά τη διάρκεια της άσκησης διαλειμματικής μορφής. Σε άλλη μελέτη (Billat, 2001) που χρησιμοποίησε περιόδους διαλειμματικής μορφής άσκησης με υψηλότερη ένταση (5 x 4min στο 100% VO_{2max} με 2min διάλειμμα) παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση της οξειδωτικής ικανότητας των μυϊκών ινών τύπου II συγκριτικά με την συνεχόμενη άσκηση υπομέγιστης έντασης. Ο συγγραφέας παρατήρησε σημαντική αύξηση στην κυκλοφορία της σουξινικής αφυδρογονάσης και του κυτόχρωμου της οξειδάσης στην ομάδα της διαλειμματικής άσκησης συγκριτικά με την ομάδα που συμμετείχε στο πρόγραμμα συνεχόμενης άσκησης στο 79% VO_{2max} . Σε αντίθεση με τα παραπάνω οι Corostianga και συν (1991) παρατήρησαν αύξηση του αερόβιου ενζύμου κιτρική συνθετάση στην συνεχόμενη προπόνηση και όχι στην διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης.

Η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης υποβάλει σε υψηλότερο επαναλαμβανόμενο στρες τον οργανισμό του αθλητή και συνήθως χρησιμοποιεί εντάσεις μεγαλύτερες από τις αγωνιστικές (Daniels, 1984). Παρά το γεγονός πως πολλοί προπονητές χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο είδος προπόνησης ως κύρια βάση του προπονητικού τους προγράμματος, οι έρευνες που έχουν μελετήσει τις επιδράσεις του συγκεκριμένου είδους άσκησης στους αναπνευστικούς μύς ακόμα και σήμερα παραμένουν περιορισμένες σε μέτρια γυμνασμένους αλλά και σε απροπόνητα άτομα (Billat, 2001).

Τα αποτελέσματα των μελετών που έχουν γίνει στο ποδόσφαιρο για την επίδραση της διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και την απόδοση των ποδοσφαιριστών παρουσιάζονται στους Πίνακες 2.1 και 2.2.

Πίνακας 2.1. Η επίδραση της υψηλής έντασης διαλειμματικής προπόνησης στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά ποδοσφαιριστών και την απόδοση.

Μελέτη	Επίπεδο	n	Μοντέλο προπόνησης	Πρωτόκολλο	Ένταση	Διάρκεια	Περίοδος	Προσαρμογές στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά	Αλλαγές στην απόδοση
Ferrari Bravo et al., (2008)	Ερασιτέχνες	13	Δρομική προπόνηση	4 x 4 min, 3 min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	8 εβδομάδες	Αγωνιστική	↑ 6,6% VO2max* ↑3,7% VO2 AK *	↑12,5% Yo-yo IR1* ↔ Ικανότητα για επαναλαμβανόμενα σπριντ: 10 m σπριντ: SJ, CMJ
Helgerud et al., (2001)	Νεαροί επίλεκτοι	9	Δρομική προπόνηση	4 x 4 min, 3 min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	8 εβδομάδες	Προαγωνιστική	↑10,8% VO2max* ↑21,6% speed ΓΚ* ↑15,9% VO2 ΓΚ* ↑6,7% Δ.Ο.* ↔1RM 90° squat	↑20,3% Συνολική απόσταση αγώνα* ↑100,0% αριθμός σπριντ αγώνα* ↑24,1% επαφή με μπάλα * ↔ 10 m και 40 m σπριντ, CMJ, ταχύτητα λακτίσματος, ακρίβεια πάσας
Impellizzeri et al.,(2006)	Νεαροί επίλεκτοι	15	Δρομική προπόνηση	4 x 4 min, 3 min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	12 εβδομάδες	4 εβδομάδες προαγωνιστική + 8 εβδομάδες αγωνιστική	↑8,3% VO2max* ↑8,9% speed ΓΚ* ↑12,9% VO2 ΓΚ* ↑2,8% Δ.Ο.*	↑6,4% Διανυθείσα απόσταση στον αγώνα* ↑22,8% Υψηλής έντασης ενέργειες στον αγώνα* ↑14,3% Διάρκεια ποδοσφαιρικών ενεργειών*

M.K.Σ.: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, VO₂max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Δ.Ο.: Δρομική οικονομία, AK: Αναπνευστικό κατώφλι, ΓΚ: Γαλακτικό κατώφλι, Yo-yo IR1: Παλίνδρομος δοκιμασία, SJ: Κατακόρυφο άλμα, Squat: Βαθύ κάθισμα, CMJ: Άλμα με προδιάταση, La: Γαλακτικό

*Στατιστική σημαντικότητα

Πίνακας 2.1. συνέχεια

Sporis et al., (2008a)	Επαγγελματίες	11	Τρέξιμο μπάλα	με	4 x 4 min, 3 min διάλειμμα, 3 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	8 εβδομάδες	Προαγωνιστική	↑14,1% συγκέντρωση La *	Μέγιστη	↑2,2% 300 γιάρδες στην παλίνδρομο δοκιμασία*
Sporis et al., (2008b)	Νεαροί επίλεκτοι	24	Τρέξιμο μπάλα	με	3 x 20m, 3 x 40m, 3 x 60m, 2min διάλειμμα, 55-65% M.K.Σ., 3 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	13 εβδομάδες	Προαγωνιστική + αγωνιστική	↑5,2% VO ₂ max*		↑6,0% 200 m δοκιμασία* ↑4,2% 400 m δοκιμασία* ↑7,9% 800 m δοκιμασία* ↑6,7% 1200 m δοκιμασία* ↑7,3% 2400 m δοκιμασία*

M.K.Σ.: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, VO₂max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Δ.Ο.: Δρομική οικονομία, VT: Όγκος αέρα μιας εκπνοής, ΓΚ: Γαλακτικό κατώφλι, Shuttle run test: Παλίνδρομος δοκιμασία, SJ: Κατακόρυφο άλμα, CMJ: Άλμα με προδιάταση, La: Γαλακτικό

*Στατιστική σημαντικότητα

Πίνακας 2.2. Η επίδραση της αερόβιας προπόνησης υψηλής έντασης που εκτελείται σε αγωνιστικά τετράγωνα με μπάλα στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και την απόδοση σε ποδοσφαιριστές.

Μελέτη	Επίπεδο	N	Μοντέλο προπόνησης	Πρωτόκολλο	Ένταση	Διάρκεια	Περίοδος	Προσαρμογές στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά	Αλλαγές στην απόδοση
Claman et al., (2005)	Νεαροί επίλεκτοι	18	Τρέξιμο μπάλα	με 4 x 4 min, 3 min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	8 εβδομάδες	Αγωνιστική	↑7,5% VO ₂ max* ↑10,0% Δ.Ο.*	↑9,6% Διανυθείσα απόσταση σε συνεχή δοκιμασία 10 λεπτών περιμετρικά του αγωνιστικού χώρου*
Hill-Haas et al., (2009)	Νεαροί επίλεκτοι	10	Τρέξιμο μπάλα	με 3-6 x 6-13 min, 1-2 min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	>80% M.K.Σ.	7 εβδομάδες	Προαγωνιστική	↔ VO ₂ max	↑17,0% Yo-yo IR1* ↔ Ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ: 5m και 20m

M.K.Σ.: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, VO₂max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Δ.Ο.: Δρομική οικονομία, ΑΚ: αναπνευστικό κατώφλι, RFD: Ρυθμός ανάπτυξης δύναμης, ΓΚ: Γαλακτικό κατώφλι, Yo-yo IR1: Παλίνδρομος δοκιμασία, SJ: Κατακόρυφο άλμα, CMJ: Άλμα με προδιάταση, La: Γαλακτικό

*Στατιστική σημαντικότητα.

Πίνακας 2.2. συνέχεια

Impellizzeri et al., (2006)	Νεαροί επίλεκτοι	14	Τρέξιμο μπάλα	με	4 x 4 min, 3min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	12 εβδομάδες	4 εβδομάδες προαγωνιστική + 8 εβδομάδες αγωνιστική	↑7,1% VO ₂ max* ↑9,7% ταχύτητα ΓΚ* ↑10,8% VO ₂ ΓΚ* ↑2,7% Δ.Ο.*	↑4,2% Διανυθείσα απόσταση στον αγώνα* ↑25,5% Υψηλής έντασης ενέργειες στον αγώνα* ↑15,8% Διάρκεια ποδοσφαιρικών ενεργειών*
McMillan et al., (2005)	Νεαροί επίλεκτοι	11	Τρέξιμο μπάλα	με	4 x 4 min, 3min διάλειμμα, 2 εβδομάδες	90-95% M.K.Σ.	10 εβδομάδες	Μεταβατική	↑9,4% VO ₂ max* ↔ Δ.Ο. ↔RFD κατά τη διάρκεια CMJ και SJ	↔10m σπριντ ↑6,9% SJ * ↑2,7% CMJ *

M.K.Σ.: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα, VO₂max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, Δ.Ο.: Δρομική οικονομία, ΑΚ: αναπνευστικό κατώφλι, RFD: Ρυθμός ανάπτυξης δύναμης, ΓΚ: Γαλακτικό κατώφλι, Yo-yo IR1: Παλίνδρομο τεστ, SJ: Κατακόρυφο άλμα, CMJ: Άλμα με προδιάταση, La: Γαλακτικό

*Στατιστική σημαντικότητα

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες ήταν 30 άνδρες (n=30) Έλληνες ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές. Οι ποδοσφαιριστές που επιλέχθηκαν αγωνίζονταν στην ίδια ομάδα Α΄ ερασιτεχνικής κατηγορίας. Χωρίστηκαν σε 3 ομάδες (10 δοκιμαζόμενοι σε κάθε ομάδα) η πρώτη και η δεύτερη ομάδα ήταν οι πειραματικές ομάδες ενώ η τρίτη η ομάδα ελέγχου. Πραγματοποιήθηκαν 2 αξιολογήσεις (πριν και μετά την παρέμβαση). Ανάμεσα στις αξιολογήσεις έγινε προπονητική παρέμβαση διάρκειας 8 εβδομάδων στις ομάδες 1 και 2. Η πρώτη αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στην αρχή της δεύτερης αγωνιστικής περιόδου και η δεύτερη αμέσως μετά την προπονητική παρέμβαση. Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο και στο γήπεδο. Μεσολάβησε μια ημέρα αποχής από προπόνηση. Το πρόγραμμα προπόνησης που ακολούθησαν οι πειραματικές ομάδες παρουσιάζεται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3. Εβδομαδιαίο πρόγραμμα προπόνησης πειραματικών ομάδων.

Ημέρα	Δραστηριότητα
Σάββατο	Επίσημος Αγώνας
Κυριακή	Αποχή από προπόνηση
Δεύτερα	Προπόνηση Φυσικής Κατάστασης με διαλειμματική η συνεχόμενη μορφή & Προπόνηση τεχνικής-τακτικής
Τρίτη	Φιλικός Αγώνας
Τετάρτη	Προπόνηση Φυσικής Κατάστασης με διαλειμματική η συνεχόμενη μορφή & προπόνηση τεχνικής-τακτικής
Πέμπτη	Προπόνηση τακτικής
Παρασκευή	Προπόνηση τεχνικής
Σάββατο	Αγώνας

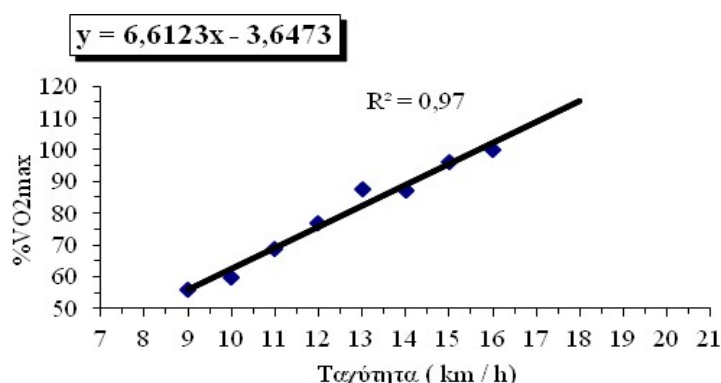
Το πρόγραμμα φυσικής κατάστασης με τη διαλειμματική μέθοδο που ακολούθησε η πρώτη πειραματική ομάδα, περιελάμβανε 16 προπονητικές μονάδες. Κάθε Δευτέρα, μετά την προθέρμανση διάρκειας 20 λεπτών, οι ποδοσφαιριστές πραγματοποιούσαν προσπάθειες διάρκειας 15s στο 120%VO₂max με διάλειμμα 15s. Ο συνολικός καθαρός χρόνος της άσκησης ήταν 8 min. Κάθε Τετάρτη μετά την προθέρμανση διάρκειας 20 λεπτών ακολουθούσαν παιχνίδια 4 εναντίων 4 σε γήπεδο διαστάσεων 20X30 m, διάρκειας 4 λεπτών. Εκτελούνταν συνολικά 4 περίοδοι έντονης άσκησης με διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των περιόδων άσκησης. Στη συνέχεια οι αθλητές ακολουθούσαν το κοινό πρόγραμμα προπόνησης της ομάδας.

Το πρόγραμμα φυσικής κατάστασης με τη συνεχόμενη μέθοδο που ακολούθησε η δεύτερη πειραματική ομάδα, περιελάμβανε 16 προπονητικές μονάδες. Κάθε

Δευτέρα, μετά την προθέρμανση διάρκειας 20 λεπτών, οι αθλητές έτρεχαν με ταχύτητα που αντιστοιχούσε στο 75%VO₂max, συνολικής διάρκειας 40 λεπτών. Κάθε Τετάρτη μετά την προθέρμανση διάρκειας 20 λεπτών, ακολουθούσαν παιχνίδια 10 εναντίων 10 σε ολόκληρο γήπεδο, διάρκειας 40 λεπτών. Στη συνέχεια οι αθλητές ακολουθούσαν το κοινό πρόγραμμα της ομάδας.

Τρόπος υπολογισμού ταχύτητας τρεξίματος στο % VO₂max

Χρησιμοποιήθηκαν ατομικές εξισώσεις παλινδρόμησης της σχέσης του %VO₂max με την ταχύτητα τρεξίματος (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1. Γραφική αναπαράσταση της σχέσης του %VO₂max ενός δοκιμαζόμενου με την ταχύτητα τρεξίματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της vVO₂max.

3.2. Εργαστηριακές Μετρήσεις – Όργανα μετρήσεων

Ύψος

Για τη μέτρηση του ύψους των δοκιμαζόμενων χρησιμοποιήθηκε αναστημόμετρο (Seca Leicester, U.K.). Η μέτρηση του ύψους έγινε χωρίς υποδήματα μετά από πλήρη εισπνοή στο κοντινότερο χιλιοστό.

Βάρος

Για τη μέτρηση του βάρους χρησιμοποιήθηκε μηχανικός ανθρωποζυγός (Seca 710, U.K.). Το βάρος του σώματος υπολογίστηκε στο κοντινότερο 0,01 kgf με τους δοκιμαζόμενους να φορούν μόνο σορτς και μπλουζάκι.

%λίπους

Για τη μέτρηση της εκατοστιαίας αναλογίας του λίπους χρησιμοποιήθηκε δερματοπτυχόμετρο (Harpenden, U.K.). Μετρήθηκαν τέσσερις δερματοπτυχές σε κάθε δοκιμαζόμενο (δικεφαλική, τρικεφαλική, υποπλάτιος και υπερλαγώνιος) πάντα στη δεξιά πλευρά του σώματος (Εικόνα 3.1). Ο υπολογισμός του ποσοστού του λίπους έγινε σύμφωνα με τις εξισώσεις των Durnin και Womersley (1974).



Εικόνα 3.1. Μέτρηση υποπλάτιας δερματοπτυχής με δερματοπτυχόμετρο Harpenden.

Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου

Για τη μέτρηση της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου ($VO_2\max$) οι δοκιμαζόμενοι ξεκίνησαν την προσπάθεια με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση από ταχύτητα που αντιστοιχούσε στο 65% ΜΚΣ περίπου πάνω σε δαπεδοεργόμετρο (Technogym runrace 1200, Italy) (εικόνα 3.2). Κάθε 5 δοκιμασίες έγινε βαθμονόμηση της ταχύτητας του δαπεδοεργόμετρου μετρώντας το χρόνο των 30 περιστροφών του ιμάντα υπολογίζοντας έτσι την ταχύτητα του και συγκρίνοντας με τις ενδείξεις των οργάνων του. Η κλίση του δαπεδοεργόμετρου σε όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας διατηρήθηκε μηδενική καθόσον η ταχύτητα αυξανόταν κάθε 2 λεπτά $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ μέχρι να μην μπορεί να ακολουθήσει ο δοκιμαζόμενος την ταχύτητα του ιμάντα του διαδρόμου. Αυτό το πρωτόκολλο εξαντλεί τους δοκιμαζόμενους περίπου σε 9-14 λεπτά (Scott και Houmard, 1994) και δίνει τις ίδιες τιμές $VO_2\max$ συγκριτικά με άλλα πρωτόκολλα που αφήνουν τον δοκιμαζόμενο για μεγαλύτερη διάρκεια σε κάθε ταχύτητα (Gibson *et al.*, 1999). Επίσης έχει τη δυνατότητα ο ερευνητής ταυτόχρονα να προσδιορίσει το αναπνευστικό κατώφλι (AK) και την ταχύτητα στη μέγιστη αερόβια ικανότητα (Daniels και Daniels, 1992). Στη διάρκεια της δοκιμασίας και ιδιαίτερα στα τελευταία στάδια υπήρξε συνεχής προφορική παρότρυνση από τον εξεταστή για μέγιστη προσπάθεια καθώς και για το υπόλοιπο του χρόνου μέχρι τη ολοκλήρωση παραμονής στο φορτίο (Mofatt, 1994).

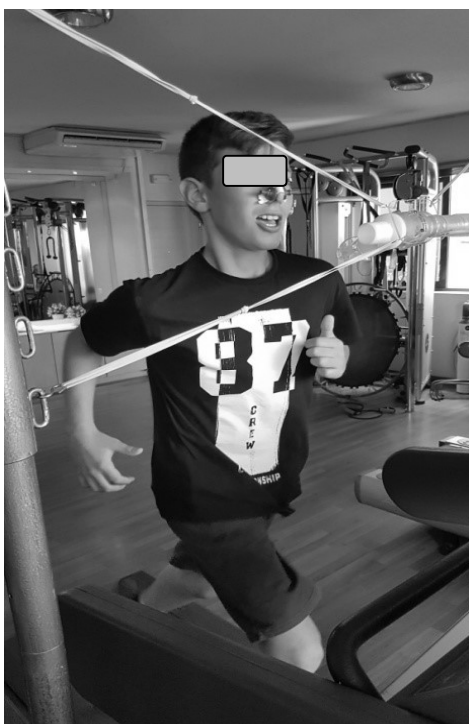
Στη διάρκεια της δοκιμασίας ο εκπνεόμενος αέρας κατευθυνόταν μέσω βαλβίδας δύο διαδρομών (Hans Rudolph, 2700c) και πλαστικού σωλήνα (180 cm) σε πλαστικούς σάκους 150 L (Douglas bags, UK) ενώ η ποσοστιαία αναλογία σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα αναλύονταν με τη χρήση των αναλυτών αερίων Vaccumed (17620 O_2 και 17630 CO_2 silver edition, USA). Ο αναλυτής αερίων βαθμονομήθηκε πριν από κάθε δοκιμασία με γνωστή σύνθεση αερίων. Ο όγκος του εκπνεόμενου αέρα μετρήθηκε με φορητό ξηρό πνευμονοταχογράφο (Harvard dry gas meter, USA). Η βαθμονόμηση του πνευμονοταχογράφου έγινε με σύριγγα 3l (Hans Rudolf 5530, Kansas City, MO) σε διαφορετικές ταχύτητες ροής αέρα. Οι

δοκιμαζόμενοι ενημερώθηκαν να προσέρχονται στο εργαστήριο μετά από τουλάχιστο 48 ώρες αποχή από αλκοόλ, καφεΐνη, κάπνισμα και έντονη άσκηση.

Στο τέλος της δοκιμασίας υπολογισμού της $VO_2\max$ πραγματοποιήθηκε αιμοληψία 0.7ml τριχοειδικού αίματος από τον δείκτη του αριστερού χεριού στο 5 λεπτό μετά το πέρας της μέγιστης προσπάθειας και τα κριτήρια μέγιστης προσπάθειας ήταν η πλήρωση τουλάχιστον 3 από τα κάτωθι:

- Αναπνευστικό πηλίκο μεγαλύτερο από 1,05 (Davis *et al.*, 1984; McMiken και Daniels, 1976)
- Πλατό στη $VO_2\max$ ή αύξηση της κατανάλωσης οξυγόνου λιγότερο από 150ml στις τελευταίες ταχύτητες (McConnel, 1988; Taylor, 1955; Davis, 1984).
- Μέγιστη καρδιακή συχνότητα ± 10 bpm από την προβλεπόμενη για την ηλικία του δοκιμαζόμενου (Gibson *et al.*, 1979; Shephard, 1984).
- Μέγιστο γαλακτικό >10 mmol L⁻¹ 3min – 5 min μετά την ολοκλήρωση της προσπάθειας (Jacobs, 1986).
- Βαθμολογία της αντίληψης της κόπωσης της προσπάθειας από τον δοκιμαζόμενο >18 στην κλίμακα 6-20 του Borg (Borg και Ottosson, 1985; Hammond και Froelicher, 1984).

Για τη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου χρησιμοποιήθηκε η υψηλότερη τιμή της παραμέτρου των τελευταίων φορτίων της δοκιμασίας.



Εικόνα 3.2. Μέτρηση της κατανάλωσης O_2 με τη χρήση σάκων Douglas στη διάρκεια της δοκιμασίας με προοδευτικά αυξανόμενη ταχύτητα τρεξίματος.

Καρδιακή συχνότητα

Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας έγινε σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας εύρεσης της VO_2max . Ο δοκιμαζόμενος φορούσε γύρω από τον θώρακα ζώνη (Polar, Finland) (Εικόνα 3.3) η οποία είχε ενσωματωμένα ηλεκτρόδια, για να ανιχνεύουν το ηλεκτρικό φορτίο σε κάθε καρδιακή συστολή και πομπό για να στέλνει το ανάλογο σήμα σε δέκτη ο οποίος συνδέθηκε με το λειτουργικό πρόγραμμα του εργοσπιρόμετρου. Με αυτόν τον τρόπο μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία της εργοσπιρομέτρησης αποθηκεύτηκε και η καρδιακή συχνότητα για μεταγενέστερη ανάλυση.

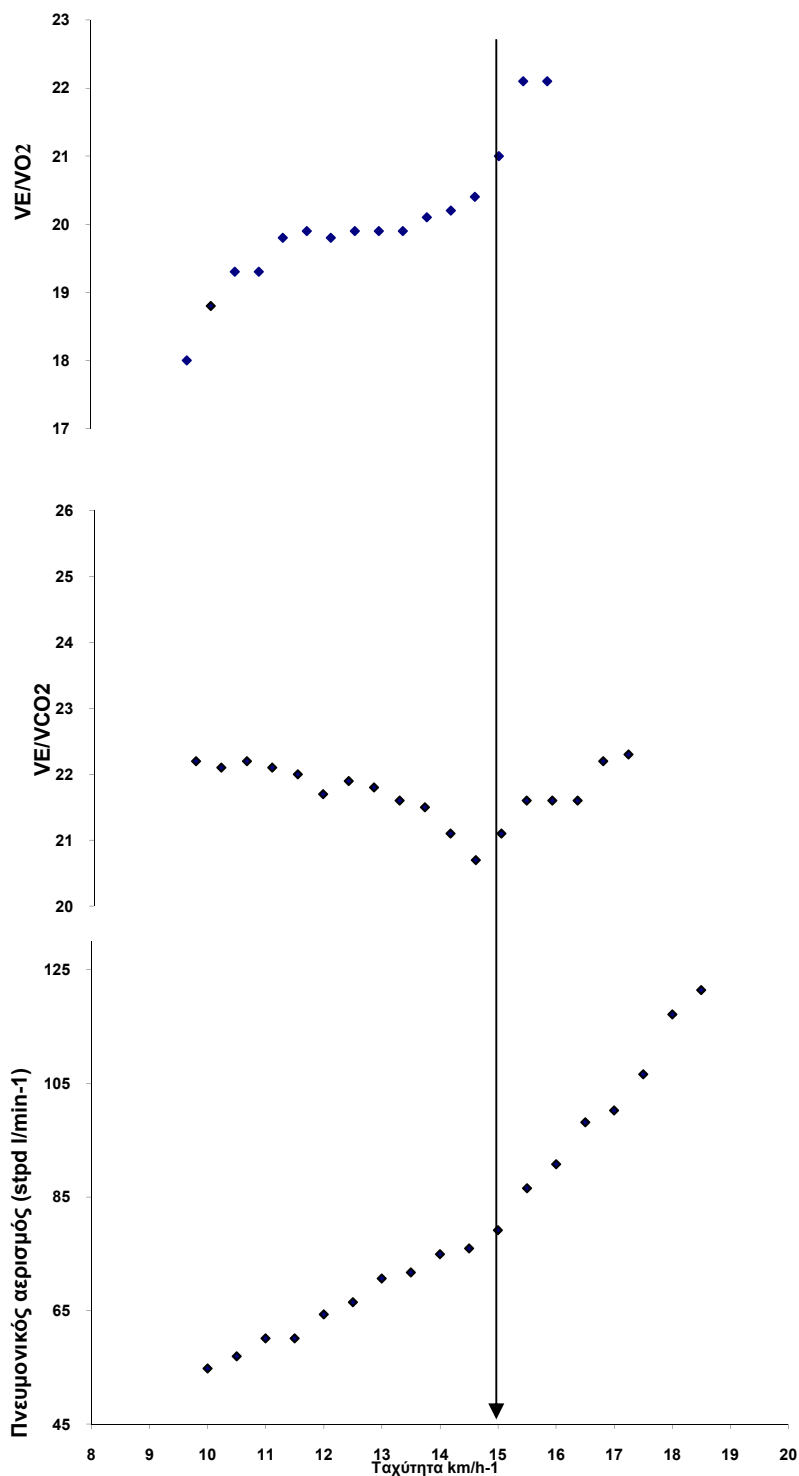


Εικόνα 3.3. *Ο αισθητήρας πομπός Polar (T31) που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας.*

Αναπνευστικό κατώφλι.

Για τον εντοπισμό του αναπνευστικού ουδού (κατώφλι) χρησιμοποιήθηκαν δύο κριτήρια.: 1) συστηματική αύξηση στο αναπνευστικό ισοδύναμο του οξυγόνου \ (VE/VO_2) χωρίς να παρατηρηθεί αύξηση στο αναπνευστικό ισοδύναμο του διοξειδίου του άνθρακα (VE/VCO_2 , Davis, 1985);

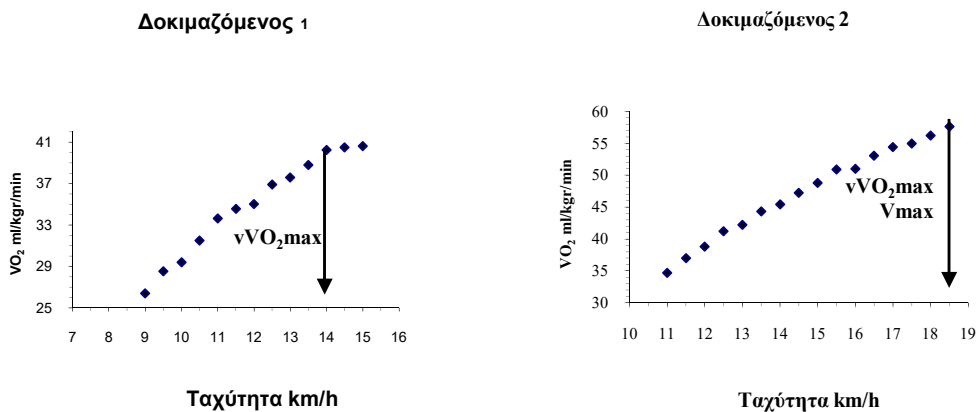
2) στη γραφική παράσταση της σχέσης του όγκου του εκπνεόμενου αέρα (VE_{stpd}) με την ταχύτητα τρεξίματος η προβολή του σημείου στον άξονα των ταχυτήτων (Σχήμα 3.2) όπου χάνεται η γραμμικότητα (Wasserman et al., 1973).



Σχήμα 3.2. Γραφική αναπαράσταση υπολογισμού ταχύτητας στο αναπνευστικό κατόφλι σε ένα δοκιμαζόμενο χρησιμοποιώντας συγχρόνως τον όγκο του εκπνεόμενου αέρα, το αναπνευστικό ισodύναμο του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα.

Ταχύτητα στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (vVO_2max)

Η ταχύτητα στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου καθορίστηκε από την ταχύτητα του δαπεδοεργόμετρου στη διάρκεια της δοκιμασίας VO_2max που αντιστοιχούσε στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (Billat, Reanoux, Pinoteau, Petit, και Koralsztein 1994; Tanaka *et al.*, 1989; Noakes, Myburgh, και Schall, 1990; Scrimgeour, Noakes, Adams, και Myburgh, 1986). Όταν στη διάρκεια των τελευταίων λεπτών της προσπάθειας ο δοκιμαζόμενος δεν παρουσίαζε αύξηση στην κατανάλωση O_2 (πλατό) τότε η vVO_2max ήταν χαμηλότερη από την τελική ταχύτητα μέτρησης (Σχήμα 3.3). Το κριτήριο για να θεωρηθεί ότι ο δοκιμαζόμενος έκανε πλατό στο τέλος της προσπάθειας ήταν αύξηση στην κατανάλωση οξυγόνου μικρότερη από $2ml\ kg^{-1}\ min^{-1}$ με την προοδευτική αύξηση της ταχύτητας του δαπεδοεργόμετρου (Billat *et al.*, 1994).



Σχήμα 3.3. Γραφική αναπαράσταση διαδικασίας εντοπισμού vVO_2max σε δύο δοκιμαζόμενους στη διάρκεια προσπάθειας με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση πάνω σε δαπεδοεργόμετρο. Στο δοκιμαζόμενο 1 εξαιτίας του πλατό που παρουσιάζει στα τελευταία λεπτά της άσκησης η vVO_2max είναι μικρότερη από την τελική ταχύτητα που έφτασε ο δοκιμαζόμενος. Αντίθετα στο δοκιμαζόμενο 2 η vVO_2max συμπίπτει με την τελική ταχύτητα που έφτασε ο δοκιμαζόμενος στο δαπεδοεργόμετρο.

Μέτρηση Γαλακτικού

Για τη μέτρηση του γαλακτικού χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής Lactate Plus (Nova Biomedica, USA, Εικόνα 3.4). Ο συγκεκριμένος αναλυτής χρησιμοποιεί ηλεκτροχημικό βιοαισθητήρα γαλακτικής οξειδάσης για να υπολογίσει τη συγκέντρωση γαλακτικού σε δείγμα $0.7\ \mu l$. Ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή χρησιμοποιήσαμε χαμηλές ($1.0-1.6\ mmol\ L^{-1}$) και υψηλές ($4.0-5.4\ mmol\ L^{-1}$) ποσότητες διαλυμάτων ελέγχου, για να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία του αναλυτή.



Εικόνα 3.4. Ο αναλυτής Lactate Plus που χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του γαλακτικού.

Δυναμομέτρηση σκελών

Οι δοκιμαζόμενοι τοποθετήθηκαν στο ισοκινητικό μηχάνημα (Rev 7000 Technogym, Italy) σε καθιστή θέση με κάμψη 90° στην άρθρωση του ισχίου και του γόνατος. Ο κορμός ήταν ακινητοποιημένος με ιμάντες και τα χέρια έπιαναν τις λαβές που διαθέτει το ισοκινητικό πλευρικά. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 5 προσπάθειες έκτασης και κάμψης γόνατος με γωνιακή ταχύτητα 60°/sec. Η κίνηση πραγματοποιήθηκε σε όλο το εύρος της άρθρωσης (Εικόνα 3.5).



Εικόνα 3.5. Ισοκινητική αξιολόγηση κάτω άκρων με το ισοκινητικό δυναμόμετρο Technogym Rev7000

3.3. Υπαίθριες μετρήσεις – Όργανα μετρήσεων

Μέτρηση ταχύτητας 10m & 35m

Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε από τους δοκιμαζόμενους εκτελώντας 2 μέγιστα σπριντ αρχικά των 10 m και στην συνέχεια των 35 m με πλήρες διάλειμμα ανάμεσα από κάθε σπριντ. Από τους χρόνους που σημείωσαν οι δοκιμαζόμενοι κρατήθηκαν οι καλύτεροι. Για την οριοθέτηση των 10 m & 35 m χρησιμοποιήθηκαν 4 κώνοι. Ο χρόνος για κάθε σπριντ καταγράφηκε από 2 φωτοκύτταρα (Microgate, Italy). Η έναρξη για κάθε σπριντ έγινε με ηχητικό ερέθισμα (beer) από τα φωτοκύτταρα.



Εικόνα 3.6. Φωτοκύτταρα (Microgate) για την μέτρηση του χρόνου των 10 & 35 m.

Δοκιμασία αναερόβιας ικανότητας Running anaerobic sprint test (RAST)

Το RAST πραγματοποιήθηκε από τους δοκιμαζόμενους εκτελώντας 6 μέγιστα sprint των 35 m με 10 sec διάλειμμα ανάμεσα από κάθε σπριντ. Για την οριοθέτηση των 35 m χρησιμοποιήθηκαν 4 κώνοι. Ο χρόνος για κάθε σπριντ καταγράφηκε από 2 φωτοκύτταρα (Microgate, Italy). Η έναρξη για κάθε σπριντ έγινε με ηχητικό ερέθισμα (beer) από τα φωτοκύτταρα. Η ισχύς υπολογίστηκε με την εξίσωση:

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{Σωματική μάζα}^3 * \text{Απόσταση}^2}{\text{Χρόνος}^3}$$



Εικόνα 3.7. Γραφική αναπαράσταση RAST test.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Η μέση τιμή \pm sd της ηλικίας και του σωματικού ύψους των αθλητών ήταν $19,00 \pm 2,21$ έτη και $176,00 \pm 7,25$ cm αντίστοιχα. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > 0,05$) στη μάζα του σώματος και το % του σωματικού λίπους πριν και μετά την εφαρμογή προπόνησης, καθώς και μεταξύ των ομάδων διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (HIT), συνεχόμενης προπόνησης υπομέγιστης έντασης (CONT) και της ομάδας ελέγχου (CONTROL, Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1 Μέσες τιμές \pm sd μάζας σώματος και % σωματικού λίπους των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.

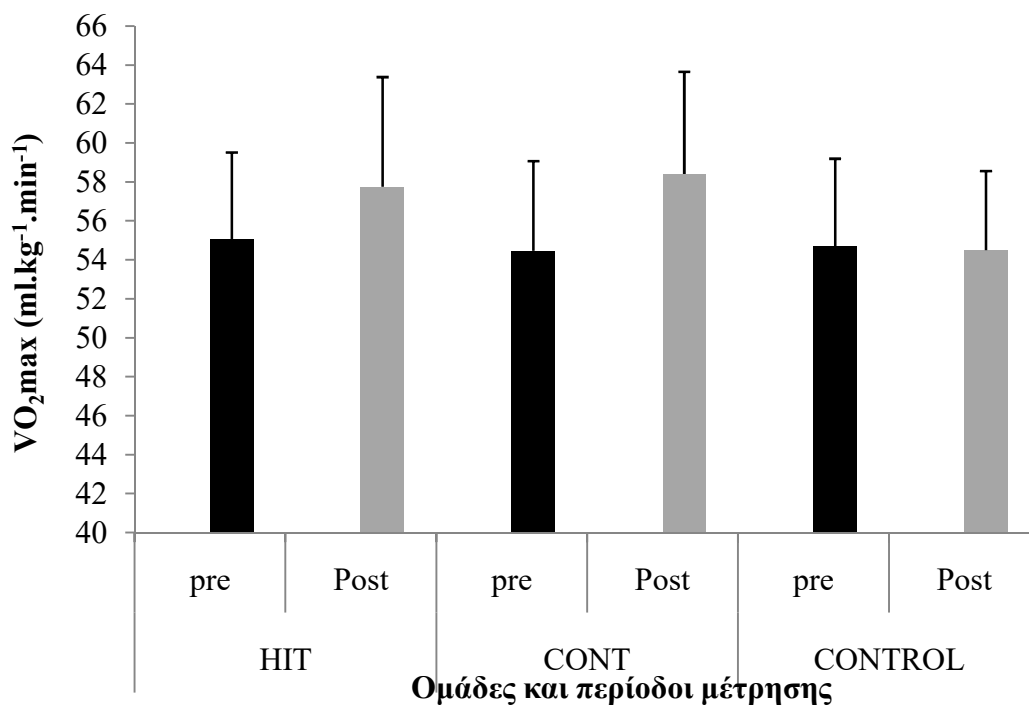
ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
	Πριν	Μετά	πριν	μετά	πριν	μετά
Μάζα Σώματος (kg)	69,49 \pm 8,39	69,0 \pm 8,8	71,2 \pm 10,93	70,2 \pm 11,01	72,9 \pm 6,36	72,7 \pm 6,07
Σωματικό λίπος (%)	13,04 \pm 2,45	12,12 \pm 2,49	13,75 \pm 2,19	13,75 \pm 2,19	14,44 \pm 2,77	14,35 \pm 2,83

4.2 Παράμετροι καρδιαναπνευστικής αντοχής

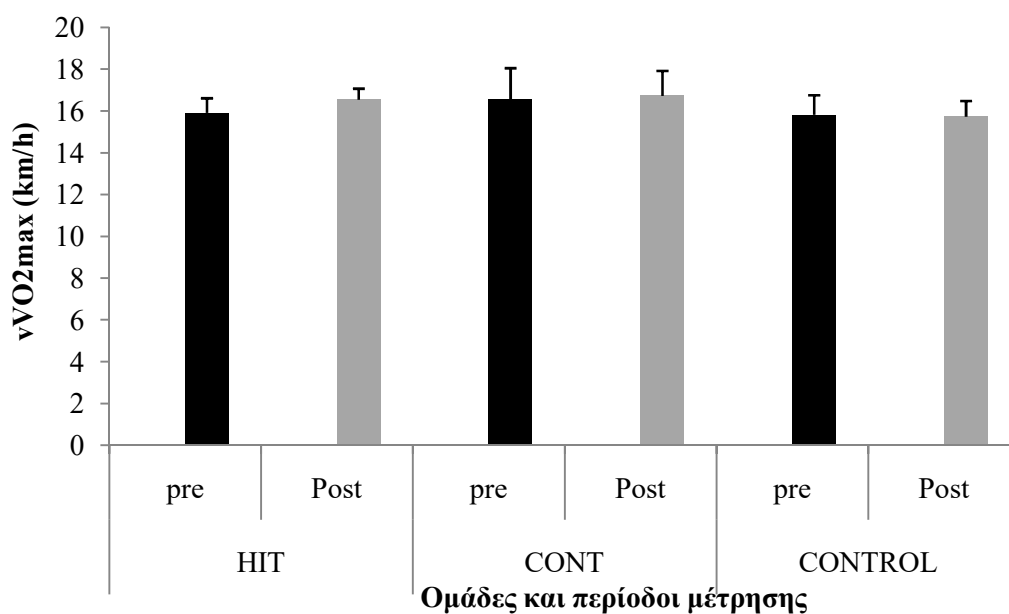
Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max ml.kg⁻¹.min⁻¹), η ταχύτητα τρεξίματος που αντιστοιχεί στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max km.h⁻¹) και η ταχύτητα στο αναπνευστικό κατώφλι (vAK km.h⁻¹) δεν διέφεραν σημαντικά ούτε ως προς τη περίοδο μέτρησης ούτε μεταξύ των ομάδων (Πίνακας 4.2, Σχήματα 4.1 - 4.3).

Πίνακας 4.2 Μέσες τιμές \pm sd VO_2max (ml.kg⁻¹.min⁻¹), vVO_2max και vAK των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.

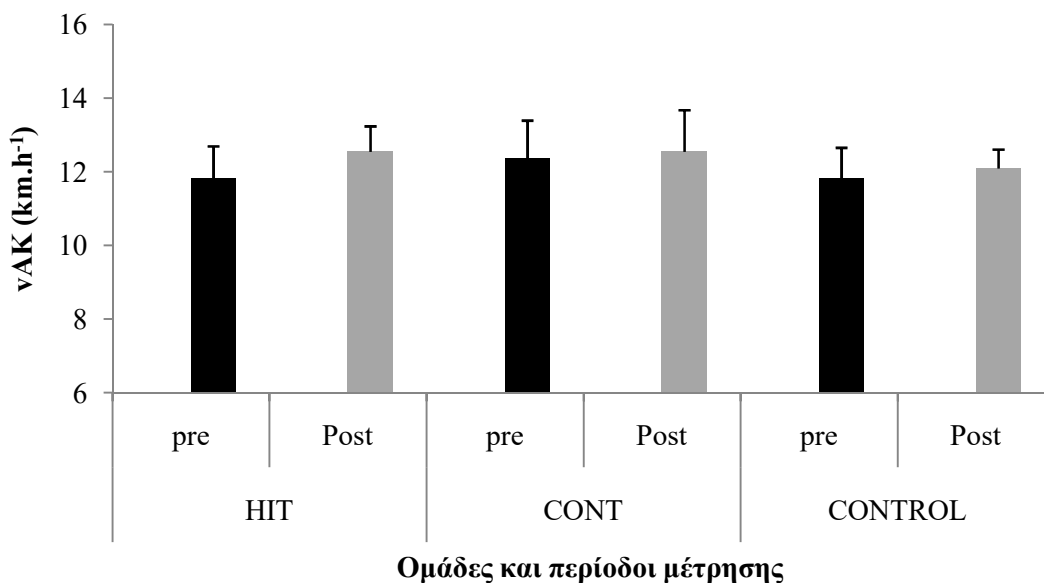
ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
	Πριν	μετά	πριν	μετά	Πριν	Μετά
VO_2max						
(ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	55,08 \pm 4,43	57,75 \pm 5,63	56,46 \pm 4,61	58,41 \pm 5,24	54,70 \pm 4,49	54,50 \pm 4,05
vVO_2max						
(km.h ⁻¹)	15,9 \pm 0,70	16,5 \pm 0,52	16,5 \pm 1,51	16,7 \pm 1,19	15,8 \pm 0,94	15,7 \pm 0,75
vAK						
(km.h ⁻¹)	11,8 \pm 0,87	12,5 \pm 0,69	12,4 \pm 1,03	12,5 \pm 1,13	11,8 \pm 0,83	12,1 \pm 0,51



Σχήμα 4.1 Γραφική αναπαράσταση μέσων τιμών \pm sd VO₂max (ml.kg⁻¹.min⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).



Σχήμα 4.2 Γραφική αναπαράσταση μέσων τιμών \pm sd vVO₂max (km.h⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).



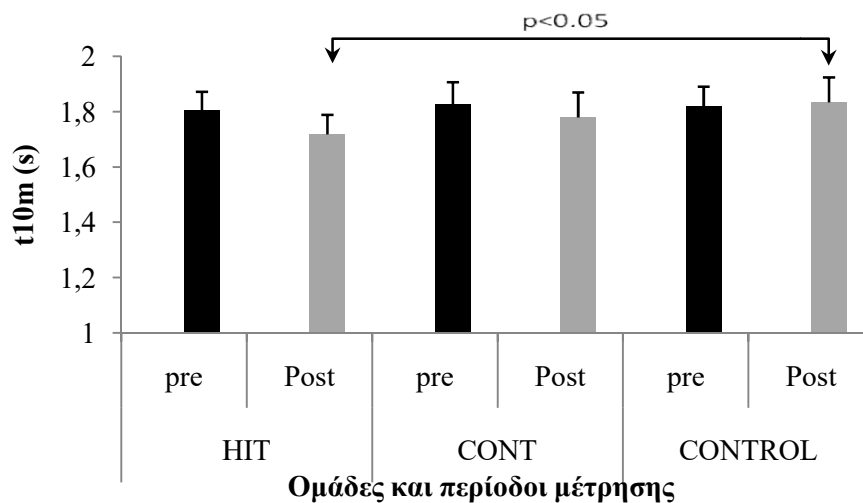
Σχήμα 4.3 Γραφική αναπαράσταση μέσω τιμών \pm sd vAK (km.h⁻¹) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).

4.3 Ταχύτητα 10 m & 35 m

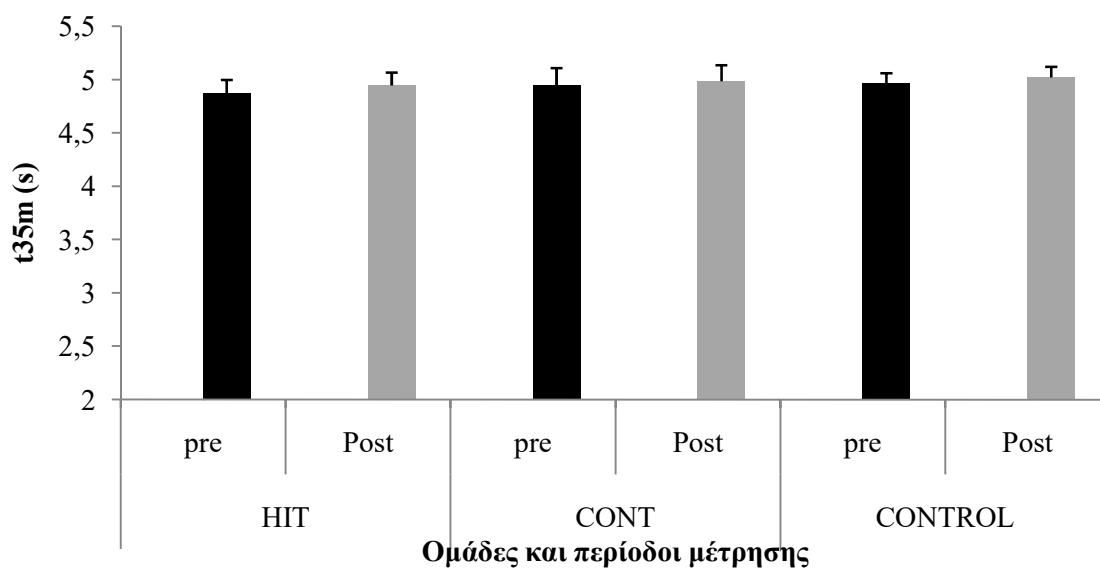
Η επίδοση του δρόμου των δέκα μέτρων (t10m) βελτιώθηκε σημαντικά μόνο στην ομάδα HIT σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (CONTROL) στη 2^η μέτρηση ($1,72 \pm 0,07$ vs $1,83 \pm 0,09$ s $p < 0,05$). Η επίδοση στο δρόμο 35m δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) μεταξύ των ομάδων και των περιόδων μέτρησης (Πίνακας 4.3, Σχήματα 4.4, 4.5).

Πίνακας 4.3 Μέσες τιμές \pm sd δοκιμασίας ικανότητας επιτάχυνσης (t10m) και δρόμου 35m των ομάδων προπονητικής παρέμβασης καθώς και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης.

ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
	Πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	Μετά
t10m (s)	$1,80 \pm 0,07$	$1,72 \pm 0,07^*$	$1,83 \pm 0,08$	$1,78 \pm 0,09$	$1,82 \pm 0,07$	$1,83 \pm ,09^*$
t35m (s)	$4,87 \pm 0,13$	$4,95 \pm 0,12$	$4,95 \pm 0,16$	$4,99 \pm 0,15$	$4,96 \pm 0,10$	$5,02 \pm 0,10$



Σχήμα 4.4 Γραφική αναπαράσταση μέσων τιμών \pm sd της ικανότητας επιτάχυνσης (t_{10m}). Σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο μεταξύ της ομάδας HIT και ομάδας ελέγχου (CONTROL) στη 2^η μέτρηση (post).



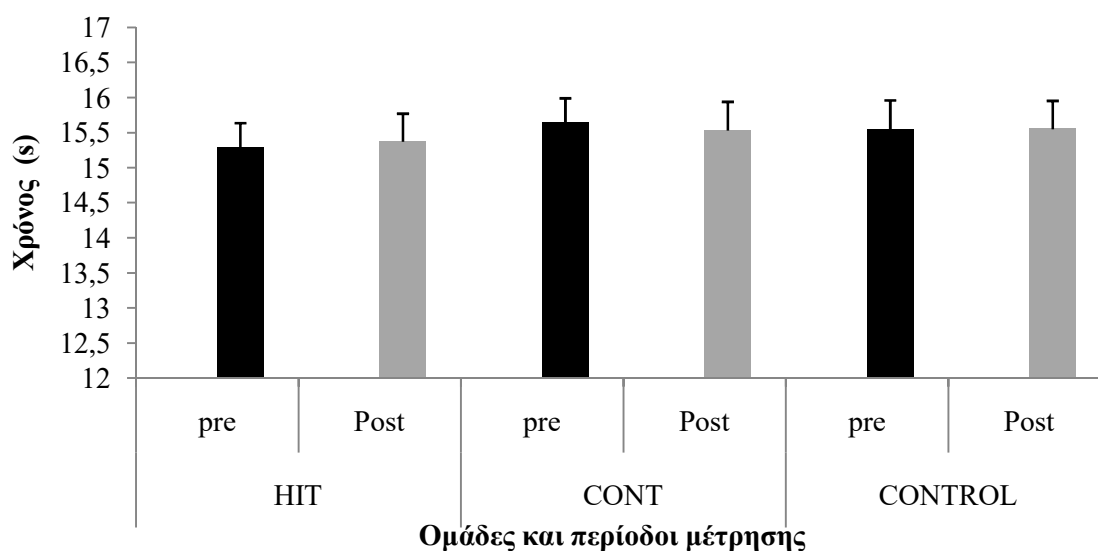
Σχήμα 4.5 Γραφική αναπαράσταση μέσων τιμών \pm sd t_{35m} (s) πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).

4.4 Δοκιμασία επιδεξιότητας Illinois

Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση (s) στη δοκιμασία επιδεξιότητας Illinois μεταξύ των περιόδων μέτρησης καθώς και μεταξύ των ομάδων προπονητικής παρέμβασης και την ομάδα ελέγχου (Πίνακας 4.4, Σχήμα 4.6).

Πίνακας 4.4 Μέσες τιμές \pm sd επίδοσης της δοκιμασίας επιδεξιότητας Illinois.

ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
ΠΕΡΙΟΔΟΙ	πριν	μετά	πριν	μετά	Πριν	μετά
Χρόνος (s)	15,29	\pm 15,37	\pm 15,64	\pm 15,53	\pm 15,54	\pm 15,55
	0,35	0,40	0,35	0,41	0,42	0,40



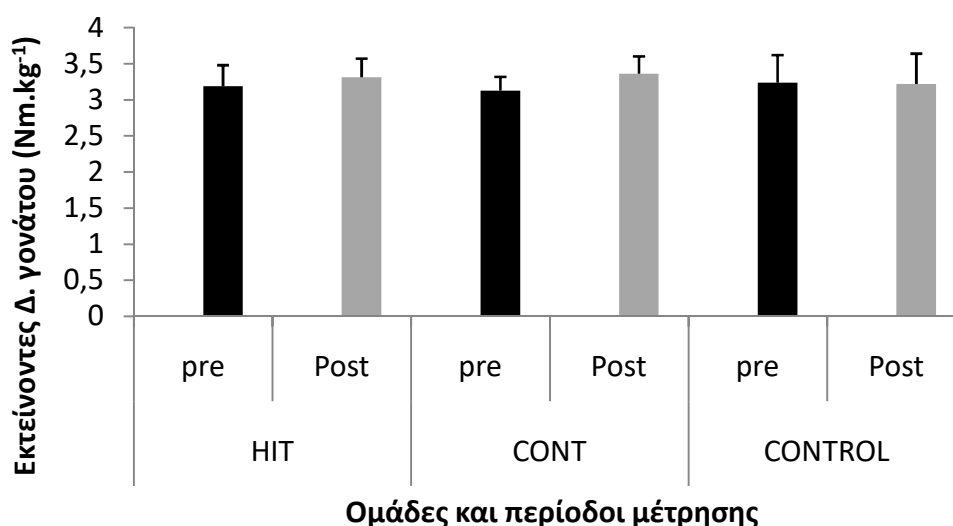
Σχήμα 4.6 Γραφική αναπαράσταση μέσων τιμών \pm sd επίδοσης (χρόνος) δοκιμασίας επιδεξιότητας Illinois πριν και μετά (pre, post) από τις 3 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT, CONTROL).

4.5 Ισοκινητική αξιολόγηση εκτεινόντων καμπτήρων γονάτου

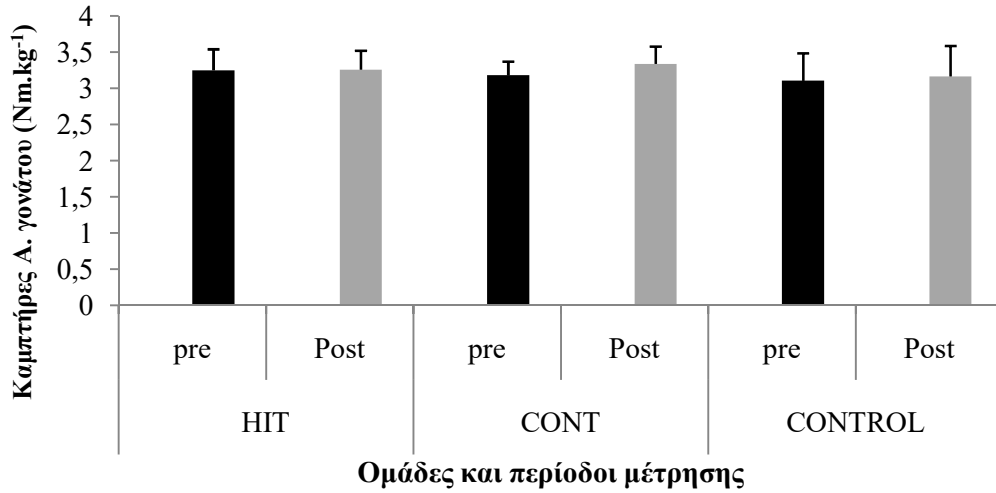
Στα αποτελέσματα της ισοκινητικής αξιολόγησης των σκελών φαίνεται ότι η μέγιστη σχετική δύναμη (Nm.kg^{-1}) των εκτεινόντων και καμπτήρων του γονάτου και των 2 σκελών δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά ($p > 0,05$) με την εφαρμογή προγραμμάτων διαφορετικής έντασης που στόχο είχαν κυρίως την βελτίωση των παραμέτρων καρδιαναπνευστικής αντοχής. Διαφορές επίσης δεν παρατηρήθηκαν και μεταξύ των ομάδων προπόνησης (Πίνακας 4.5, Σχήματα 4.7 - 4.10).

Πίνακας 4.5 Μέσες τιμές \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης ($Nm.kg^{-1}$) εκτεινόντων-καμπτήρων γονάτου πριν και μετά την περίοδο προπόνησης για τις ομάδες HIT, CONT και CONTROL.

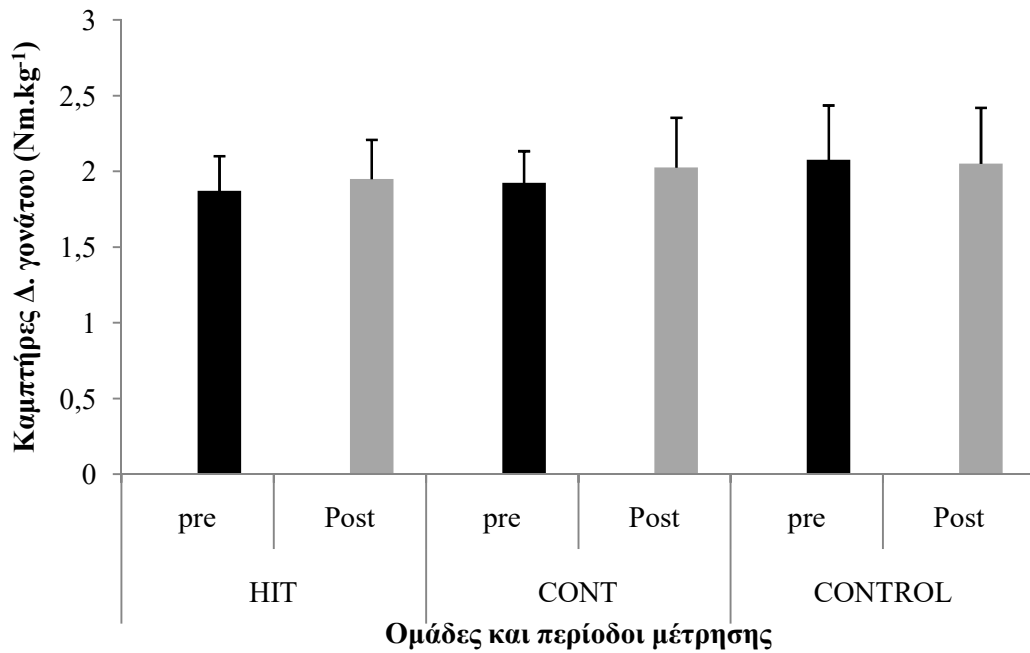
ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά
Εκτεινόντες γονάτου						
δεξιού σκέλους	3,19 \pm 0,29	3,31 \pm 0,26	3,13 \pm 0,19	3,36 \pm 0,24	3,24 \pm 0,38	3,22 \pm 0,42
Εκτεινόντες γονάτου						
αριστερού σκέλους	3,25 \pm 0,31	3,26 \pm 0,35	3,18 \pm 0,42	3,34 \pm 0,49	3,10 \pm 0,33	3,17 \pm 0,38
Καμπτήρες γονάτου						
δεξιού σκέλους	1,87 \pm 0,23	1,95 \pm 0,26	1,92 \pm 0,21	2,02 \pm 0,33	2,08 \pm 0,36	2,05 \pm 0,37
Καμπτήρες γονάτου						
αριστερού σκέλους	1,89 \pm 0,22	1,91 \pm 0,21	1,96 \pm 0,32	2,06 \pm 0,37	1,94 \pm 0,35	1,96 \pm 0,36



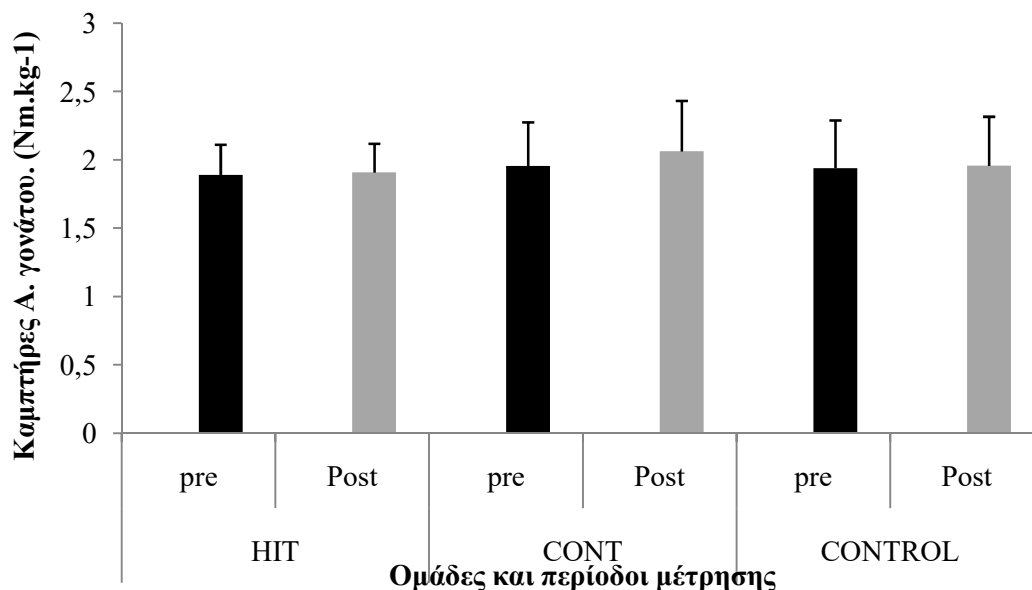
Σχήμα 4.7 Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης ($Nm.kg^{-1}$) των εκτεινόντων του δεξιού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).



Σχήμα 4.8 Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg⁻¹) των εκτεινόντων του αριστερού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).



Σχήμα 4.9 Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης (Nm.kg⁻¹) των καμπτήρων του δεξιού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).



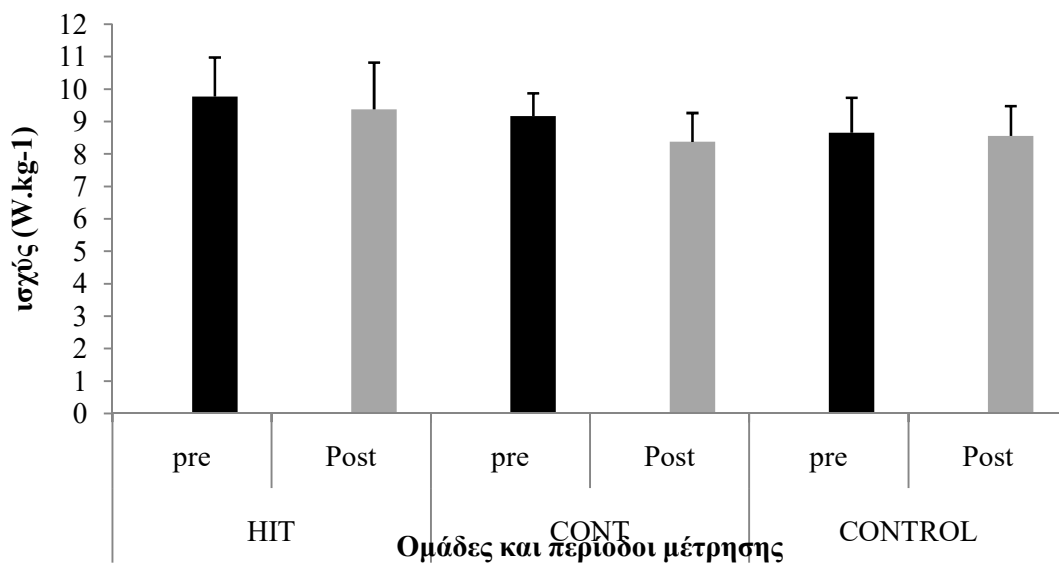
Σχήμα 4.10 Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέγιστης δύναμης ($Nm.kg^{-1}$) των καμπτήρων του αριστερού γονάτου πριν και μετά (pre, post) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (HIT, CONT) και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).

4.6 Αναερόβια ισχύς - RAST test (μέση ισχύς, $W.kg^{-1}$)

Η μέση τιμή \pm sd της αναερόβιας ισχύος από τη δοκιμασία RAST ($W.kg^{-1}$) πριν και μετά την εφαρμογή προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες HIT και CONT καθώς και την ομάδα ελέγχου (CONTROL) δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες και το χρόνο. (Πίνακας 4.6, Σχήμα 4.11)

Πίνακας 4.6 Μέση τιμή \pm sd αναερόβιας ισχύος από τη δοκιμασία RAST (μέση ισχύς, $W.kg^{-1}$) πριν και μετά την εφαρμογή προγράμματος προπόνησης για τις ομάδες HIT και CONT καθώς και την ομάδα ελέγχου (CONTROL).

ΟΜΑΔΕΣ	HIT		CONT		CONTROL	
	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά
Average power ($W.kg^{-1}$)	9,77 \pm 1,20	9,38 \pm 1,44	9,17 \pm 0,70	8,37 \pm 0,89	8,65 \pm 1,08	8,55 \pm 0,92



Σχήμα 4.11 Μέση τιμή \pm sd σχετικής μέσης ισχύος ($Nm.kg^{-1}$) πριν και μετά (*pre*, *post*) από τις 2 προπονητικές παρεμβάσεις (*HIT*, *CONT*) και την ομάδα ελέγχου (*CONTROL*).

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται ότι η εφαρμογή διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης (HIIT) και συνεχόμενης προπόνησης υπομέγιστης έντασης (CONT) δεν διαφοροποίησαν σημαντικά τις προσαρμογές σε επιλεγμένες παραμέτρους καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Από τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων η ικανότητα επιτάχυνσης, η ικανότητα διατήρησης υψηλής δρομικής ταχύτητας, η επιδεξιότητα, η σχετική και η μέγιστη δύναμη των ποδοσφαιριστών επίσης δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές συγκριτικά με την ομάδα που ακολούθησε παραδοσιακή μέθοδο προπόνησης (CONTROL). Η πρωτοτυπία της παρούσας έρευνας εντοπίζεται στο γεγονός ότι για πρώτη φορά συνδυάστηκαν 2 διαφορετικοί μέθοδοι προπόνησης σε μία ομάδα παρέμβασης, καθότι η μία προπονητική μονάδα της ομάδας HIIT αποτελούνταν από διαλειμματικό τρέξιμο (15 s άσκηση με 15 s διάλειμμα επαναφοράς) στο 120% vVO_2max και η άλλη από 4 min παιχνίδια στο 90-95% vVO_2max , με 3 min διάλειμμα επαναφοράς σε μικρά γήπεδα, με περιορισμένο αριθμό παιχτών (4v4, small sided games) όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Iaia *et al.*, 2009). Οι δημοσιευμένες μελέτες έχουν συγκρίνει πρωτόκολλα στα οποία εφαρμόστηκε HIIT ή small-sided games (Iaia *et al.*, 2009; Bishop *et al.*, 2011; Dellal *et al.*, 2012; Faude *et al.*, 2014; Mohr & Krustup, 2016) αλλά με ξεχωριστές πειραματικές ομάδες. Μόνο ο χρόνος επιτάχυνσης στα 10 μέτρα (t10m) έδειξε να μειώνεται (βελτιώνεται) σημαντικά από την επίδραση της HIIT συγκριτικά μόνο με την ομάδα ελέγχου.

Στις μελέτες που εφαρμόστηκε μόνο διαλειμματικό τρέξιμο υψηλής έντασης ή παιχνίδια μικρού χώρου με διαλειμματική μορφή ο αριθμός των προπονήσεων ήταν συνήθως 2 φορές την εβδομάδα αντίστοιχα. Πρωτόκολλα HIIT με 4X4λεπτα στο 90-94% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΜΚΣ) με μορφή τρεξίματος (Helgerud *et al.*, 2001; Impellizzeri *et al.*, 2006; Ferrari Bravo *et al.*, 2008) με 3 λεπτά διάλειμμα έχουν βελτιώσει τις παραμέτρους καρδιοαναπνευστικής αντοχής όπως η VO_2max , και η vAK . Οι Impellizzeri και συνεργάτες (2006) εφάρμοσαν παράλληλα 4X4λεπτα στο 90-94% ΜΚΣ με μορφή παιχνιδιών μικρού χώρου 2 φορές την εβδομάδα, για 12 εβδομάδες και βρήκαν παρόμοιες αυξήσεις 7,1% στη VO_2max , 9,7% και στη vAK . Επομένως, είναι πιθανό η έλλειψη επίδρασης της προπόνησης HIIT της παρούσας μελέτης στις παραμέτρους βασικής αντοχής να οφείλεται στη διάρκεια της προπονητικής παρέμβασης 8 v 12 εβδομάδες. Οι Buchheit και συνεργάτες (2008) βρήκαν ότι 9-24X15-20 s τρεξίματος στο 105-115% VO_2max με 15-20 δευτερόλεπτα διάλειμμα, 2 φορές την εβδομάδα, για 9 εβδομάδες βελτίωσε την ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ των αθλητών. Σε άλλη μεταγενέστερη μελέτη (Buchheit *et al.*, 2009) συγκρίθηκε το παραπάνω πρωτόκολλο με ένα άλλο που περιελάμβανε 2-4X2,5-4 λεπτά με παιχνίδια μικρού χώρου, 2 φορές την εβδομάδα, για 10 εβδομάδες και αναφέρονται παρόμοια αποτελέσματα και στις 2 ομάδες όσον αφορά τη ταχύτητα. Οι Schneiker και Bishop (2008) βρήκαν ότι 5-8X25-35m με το 100% της ταχύτητας και 21 δευτερόλεπτα διάλειμμα, 3 φορές την εβδομάδα, για 5 εβδομάδες βελτίωσαν σημαντικά την ικανότητα ταχύτητας, την αντοχή σε υψηλή ταχύτητα αλλά και την τιμή της VO_2max . Τα παραπάνω ευρήματα συμφωνούν με τη βελτίωση του t10m που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη με την εφαρμογή προπόνησης υψηλής έντασης και δείχνουν επίσης ότι χρειάζεται μεγαλύτερη συχνότητα προπονήσεων την εβδομάδα για περαιτέρω προσαρμογές.

Παράλληλα, η διάρκεια των περιόδων έντονης άσκησης που εφαρμόσαμε στη 1^η προπόνηση ΗΠΤ ίσως να μην ήταν επαρκής. Έχει αναφερθεί ότι όταν εφαρμόζεται ΗΠΤ και χρησιμοποιούνται περίοδοι τρεξίματος με μεγαλύτερη διάρκεια (3-4 λεπτά), έντασης 95-100% VO_2max και με αναλογία άσκησης/διάλειμμα επαναφοράς $1/<1$ οι προσαρμογές εντοπίζονται κυρίως στις καρδιοαναπνευστικές παραμέτρους (VO_2max , vVO_2max , AK, vAK). Προγράμματα διαλειμματικής προπόνησης που χρησιμοποιούν μικρές αποστάσεις (30-150m) με υπερμέγιστες εντάσεις (110-120% vVO_2max) και διαλείμματα μεγαλύτερα από το χρόνο άσκησης βελτιώνουν κυρίως τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά των αθλητών (Iaia *et al.*, 2009). Ειδικότερα όταν η ένταση της άσκησης αγγίζει το 100% της μέγιστης ταχύτητας και το διάλειμμα είναι πλήρες (>10 φορές το χρόνο άσκησης), τότε ο στόχος της προπόνησης είναι η βελτίωση της ικανότητας μέγιστης ταχύτητας. Στη μελέτη του Dellal και συνεργατών (2012) βρέθηκε ότι η προπόνηση με παιχνίδια μικρού χώρου 1,5-2,5 λεπτών και αναλογία άσκησης διαλείμματος 1:1 και η ΗΠΤ με παλίνδρομα τρεξίματα των 30, 15, 10 δευτερολέπτων με μέγιστη ταχύτητα και αναλογία άσκησης διαλείμματος επίσης 1:1 ήταν το ίδιο αποτελεσματικές όσον αφορά τις προσαρμογές στις παραμέτρους καρδιοαναπνευστικής αντοχής αλλά και τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων.

Σύμφωνα με τον Bangsbo (2015) η ΗΠΤ με εντάσεις στο 110-120% vVO_2max και μικρές αποστάσεις όπως αυτές που εφαρμόσαμε στη 1^η προπόνηση την εβδομάδα μπορούν να διαφοροποιήσουν τη VO_2max ή την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο AK κυρίως σε αγύμναστα άτομα ενώ σε ήδη προπονημένους αθλητές, όπως ήταν το δείγμα της παρούσας μελέτης, (VO_2max 54-56ml.kg⁻¹.min⁻¹) το ερέθισμα δεν είναι αρκετό, εξαιτίας της μικρής διάρκειας των περιόδων άσκησης (15 s). Στη μελέτη των Dupont και συνεργατών (2004) ποδοσφαιριστές επαγγελματικού επιπέδου στο μέσον της αγωνιστικής περιόδου εκτέλεσαν για 10 εβδομάδες 2 προπονητικές μονάδες την εβδομάδα εκ των οποίων η μία περιλάμβανε 2X(12-15X15s) τρέξιμο στο 120% vVO_2max με 15s διάλειμμα και η άλλη 12-15X40m στο 100% της ταχύτητας με 30s διάλειμμα. Σε αυτή τη μελέτη η ερευνητική ομάδα αναφέρει βελτίωση 8,1% στη vVO_2max και 3,5% μέση μείωση (βελτίωση) στο χρόνο των 40m. Σε άλλη μελέτη των Gunnarsson και συνεργατών (2012) που χρησιμοποιήθηκε μία προπόνηση την εβδομάδα και περιελάμβανε 6-9X30 s τρεξίματος στο 90-95% της μέγιστης ταχύτητας και 3 λεπτά διάλειμμα, για 5 εβδομάδες, ήταν αρκετή για να βελτιώσει την επίδοση σε δοκιμασίες αξιολόγησης ταχύτητας, τη δρομική οικονομία και να αυξήσει τους πρωτεϊνικούς μεταφορείς γαλακτικού MCT1 σε καλά προπονημένους ποδοσφαιριστές. Παράλληλα, οι Wells και συνεργάτες (2014) βρήκαν ότι, αν προσθέσουν 3 προπονητικές μονάδες την εβδομάδα με σπριντ μέγιστης ταχύτητας των 60, 35 και 10s με αλλαγές κατεύθυνσης στο πρόγραμμα επαγγελματιών ποδοσφαιριστών για 6 εβδομάδες, βελτιώνεται η ικανότητα εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων σπριντ, χωρίς να επηρεάζονται οι καρδιοαναπνευστικές παράμετροι. Η προπόνηση βέβαια αυτή είναι στοχευόμενη, για να βελτιώσει την ικανότητα μέγιστης ταχύτητας. Φαίνεται, λοιπόν, ότι σε ήδη προπονημένα άτομα η ένταση είναι αυτή που κάνει τη διαφορά για τη βελτίωση τόσο της ικανότητας μέγιστης ταχύτητας όσο και την βασική αντοχή.

Η μικρή διάρκεια του διαλείμματος αποκατάστασης και η αναλογία άσκησης 1:1 ίσως να είναι μία άλλη αιτία που η ΗΠΤ που εφαρμόσαμε δεν είχε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Στη μελέτη των Mohr και Krustup (2016) συγκρίθηκε η

αποτελεσματικότητα προπόνησης ταχύτητας με τρέξιμα με μπάλα 30s, μέγιστης προσπάθειας εκτέλεσης και αναλογία άσκησης διαλείμματος 1:5 με την προπόνηση παιχνιδιών μικρού χώρου για 30-60s και αναλογία άσκησης διαλείμματος 1:1 και βρέθηκε ότι μόνο η πρώτη προπόνηση βελτίωσε σημαντικά την ικανότητα αντοχής σε υψηλή ταχύτητα αλλά και την μέγιστη ταχύτητα. Η εξειδίκευση των προσαρμογών στην οποία μπορεί να οδηγήσει η διάρκεια του διαλείμματος φαίνεται έντονα στη μελέτη των Iaiia και συνεργατών (2015) όπου στη μία περίπτωση 6-8X20 s στο 100% της μέγιστης ταχύτητας είχαν αποκατάσταση 2 λεπτά ενώ στην άλλη 40 s. Κάθε ομάδα εφάρμοσε τα πρωτόκολλα άσκησης 3 φορές την εβδομάδα για 3 εβδομάδες. Στη πρώτη περίπτωση βελτιώθηκε η ικανότητα επιτάχυνσης ενώ στη δεύτερη η ικανότητα διατήρησης υψηλής ταχύτητας (αντοχή ταχύτητας).

Η 2^η προπονητική μονάδα της ομάδας ΗΠΤ είχε τις περιόδους άσκησης και τα διαλείμματα που αντιστοιχούσαν σε διαλειμματική άσκηση στο 90-95% vVO_2max (4X4 λεπτά, διάλειμμα 3 λεπτά) απλά εκτελέστηκε σε μορφή παιχνιδιών μικρού χώρου, για να προσομοιάζει περισσότερο στο κινητικό πρότυπο του ποδοσφαίρου και για την επίτευξη εξειδικευμένων νευρομυϊκών προσαρμογών. Στις μελέτες που χρησιμοποίησαν αυτό τον τρόπο προπόνησης και τον σύγκριναν μεμονωμένα είτε με διαλειμματικό τρέξιμο υψηλής έντασης (Buchheit *et al.* 2009; Impellizzeri *et al.* 2006; Faude *et al.*, 2014), είτε με την παραδοσιακή μέθοδο προπόνησης των ποδοσφαιριστών (Hill-Hass *et al.*, 2009) βρήκαν ότι είχε παρόμοια αποτελεσματικότητα στην ικανότητα ανάπτυξης και διατήρησης υψηλής ταχύτητας (Bishop, 2011). Είναι, λοιπόν, πιθανόν να συνέβαλλε στη βελτίωση του χρόνου επίδοσης των 10 μέτρων (t10m) αλλά να μην είχε την απαραίτητη ποσότητα για περαιτέρω προσαρμογές, επειδή εφαρμόστηκε συνδυαστικά με το διαλειμματικό τρέξιμο, όπως αναφέραμε παραπάνω.

Όσον αφορά την αδυναμία της συνεχόμενης προπόνησης υπομέγιστης έντασης να επηρεάσει τις παραμέτρους απόδοσης που μετρήσαμε, είναι πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι αθλητές ήταν καλά προπονημένοι (Laurson & Jenkins, 2002). Σ' αυτό το επίπεδο είναι δύσκολο να παρατηρηθούν επιπλέον προσαρμογές με τρέξιμο έντασης στο 75% vVO_2max αυτής της ποσότητας. Στη μελέτη των Nedrehagen και Saeterbakken (2015) έγινε μια προσπάθεια να εξισορροπηθεί το φορτίο 2 διαφορετικών προπονητικών παρεμβάσεων, μία με επαναλαμβανόμενα παλίνδρομα μέγιστα σπριντ 30 μέτρων και αναλογία άσκησης διαλείμματος 1:5 και μία που περιελάμβανε ασκήσεις τεχνικής και τακτικής ποδοσφαίρου μέτριας έντασης, με βάση τη καρδιακή συχνότητα και το χρόνο άσκησης. Η πρώτη αποδείχτηκε αρκετά πιο αποτελεσματική στη βελτίωση της ταχύτητας των ποδοσφαιριστών γεγονός που αποδεικνύει τη σημασία της έντασης έναντι της ποσότητας.

Η μέγιστη και η εκρηκτική δύναμη των ποδοσφαιριστών δε βελτιώθηκε σημαντικά με καμία μέθοδο προπόνησης, αποτέλεσμα που συμφωνεί με την πλειοψηφία των μελετών της βιβλιογραφίας. Μόνο μία μελέτη με εφήβους (16,9 ετών) ποδοσφαιριστές (McMillan, 2005), που εφάρμοσε διαλειμματική προπόνηση με 4 λεπτά στο 90-95% ΜΚΣ, χρησιμοποιώντας μπάλα, βρήκε ότι το squat jump (SJ) αυξήθηκε 6,9%. Η μελέτη όμως ξεκίνησε στην αρχή της περιόδου προετοιμασίας των αθλητών μετά από διάστημα ξεκούρασης, όταν είναι εύκολο να παρατηρηθούν προσαρμογές. Πιθανότατα, οι νευρομυϊκές προσαρμογές που παρατηρούνται με τη βελτίωση της δύναμης απαιτούν πιο εξειδικευμένο πρόγραμμα ασκήσεων με προπόνηση αντιστάσεων (Bishop *et al.*, 2011).

Η βελτίωση του χρόνου επίδοσης δέκα μέτρων (t10m) που ανιχνεύσαμε σημαίνει ότι η προπόνηση ΗΠΤ προκάλεσε κάποιες ελάχιστες νευρομυϊκές προσαρμογές, όπως αυτές που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία (Girard *et al.*, 2011). Επειδή δεν πραγματοποιήσαμε μετρήσεις, για να προσδιορίσουμε το μηχανισμό επίδρασης, μόνο υποθέσεις μπορούμε να κάνουμε. Είναι πιθανό, λοιπόν, να αυξήθηκε η διεγερσιμότητα των μυών μέσω της αποτελεσματικότερης λειτουργίας της αντλίας Na^+/K^+ , όπως αποδεικνύουν μελέτες με ηλεκτρομυογραφήματα. Επίσης, το παραπάνω αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται και στον καλύτερο συντονισμό των αγωνιστών – ανταγωνιστών μυών που οδήγησε η βελτίωση ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων από το κεντρικό νευρικό σύστημα.

VI. ΑΝΑΚΑΙΦΑΛΕΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ο συνδυασμός των προπονήσεων ΗΠΤ που εφαρμόσαμε σε προπονημένους ποδοσφαιριστές με τη συγκεκριμένη ένταση και ποσότητα δεν:

- διαφοροποίησε τη σύσταση του σώματος των ποδοσφαιριστών
- βελτίωσε σημαντικά επιλεγμένες παραμέτρους καρδιοαναπνευστικής αντοχής
- βελτίωσε τα ταχυδυναμικά χαρακτηριστικά.

Οι μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να προσανατολιστούν στην εφαρμογή προγραμμάτων διαλειμματικής προπόνησης είτε με περιόδους άσκησης μεγαλύτερης διάρκειας στη συγκεκριμένη ένταση, για να επηρεάσουν την καρδιοαναπνευστική αντοχή, είτε με ένταση κοντά στη μέγιστη ταχύτητα και με διαλείμματα επίσης μεγαλύτερης διάρκειας, για να επηρεάσουν τις ταχυδυναμικές παραμέτρους. Παράλληλα, είναι πιθανό με μεγαλύτερη εβδομαδιαία συχνότητα προγράμματα σαν αυτό που εφαρμόσαμε να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα. Σ' αυτό το συμπέρασμα μας οδηγούν οι ενδείξεις για βελτίωση του χρόνου επίδοσης των δέκα μέτρων (t10m) που εντοπίσαμε. Τέλος, ενδιαφέρον θα είχε η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας προγραμμάτων που περιέχουν συνδυαστικά τρέξιμο συνεχόμενης ή διαλειμματικής μορφής και ασκήσεις ενδυνάμωσης με αντιστάσεις.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adhikari, A., & Das, K. (1993). Physiological and physical evaluation of Indian soccer squad. *Hungarian Review of Sports Medicine*, 34, 197-205.
- Alexandre, D., Da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, D. P., Natali, A. J., De Lima, J. R., & Karim, C. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2890-2906.
- Apor, P. (1988). Reilly, T. (Ed) *Successful formulae for fitness training*.
- Astrand, P., & Rodahl, K. (1986). *Evaluation of physical performance on the basis of tests*. (3rd Ed.) Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Åstrand, P. O. (2003). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. Human Kinetics.
- Bangsbo, J. (2015). Performance in sports -With specific emphasis on the effect of intensified training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(4), 88-99.
- Barthelemy, L., Sebert, P., Vandermarguers, Y., & Guillodo, Y. (1992). Qualities athletiques et adaption a l'effort de jeunes footballeurs du Centre de Formation de Brest. *Medicine du Sport*, 2, 60-65.
- Bergh, U., & Ekblom, B. (1979). Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta physiologica scandinavica*, 107(1), 33-37.
- Berry, M. J., Stoneman, J. V., Weyrich, A. S., & Burney, B. E. T. H. (1991). Dissociation of the ventilatory and lactate thresholds following caffeine ingestion. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(4), 463-469.
- Billat V., Reanoux J.C., Pinoteau J., Petit B., Koralsztein J.P. (1994). Times to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max and modeling of the time-limit / velocity relationship in elite long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 271-273.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31(1), 13-31.
- Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated – sprint ability – Part II. Recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741-756.
- Blomqvist, C. G., & Saltin, B. (1983). Cardiovascular adaptations to physical training. *Annual Review of Physiology*, 45(1), 169-189.
- Bosquet, L., Léger, L., & Legros, P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32(11), 675-700.

- Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International journal of sports medicine*, 29(8), 668-674.
- Buchheit, M., Millet, GP., Parisy, A., et al. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 362-371.
- Buchheit, M., Laursen, P.B., Kuhnle, J., et al. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30, 251-258.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(5), 313-338.
- Carling, C., & Orhant, E. (2010). Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1332-1339.
- Caru, B., Le Coultre, L., Aghemo, P., & Limas, F. P. (1970). Maximal aerobic and anaerobic muscular power in football players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 10(2), 100-103.
- Casajús, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(4), 463-469.
- Costill, D. L., Flynn, M. G., Kirwan, J. P., Houmard, J. A., Mitchell, J. B., Thomas, R., & Park, S. H. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20(3), 249-254.
- Coyle, E. F. (2000). Physical activity as a metabolic stressor. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 512-520.
- Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, N. E., & Pialoux, V. (2012). Small - sided games versus interval training in amateur soccer players: Effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2712-2720.
- Dickhuth, H., Simon, G., Bachi, N., Lehmann, M., & Keul, J. (1981). Zur Hochst – und Dauer – leistungstaehigkeit von Fussballspielern. *Leistungssport*, 2,148- 152.
- Di Prampero, P. E., Limas, P. P., & Limas, G. S. (1970). Maximal Muscular Power, Aerobic and Anaerobic, in 116 Athletes performing at the XIXth Olympic Games in Mexico. *Ergonomics*, 13(6), 665-674.
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004).The effect of in – season, high intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 584-589.

- Edwards, A. M., Clark, N., & Macfadyen, A. M. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of sports science & medicine*, 2(1), 23.
- Ekblom B. (2009). *Ποδόσφαιρο*. Σωτηρόπουλος Α. (Ed.) Αθήνα: Εκδόσεις Πασχαλίδης.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports medicine*, 3(1), 50-60.
- Faina, M., Galozzil, C., Lupo, S., Colli, R., Sassi, R., & Marini, C. (1988). Reilly, T., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W.J. (Eds). Definition of the physiological profile of the soccer player. *Science and football*. London: Routledge
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts. *Sports medicine*, 39(6), 469-490.
- Faude, O., Steffen, A., Kellmann, M., & Meyer, T. (2014). The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: a crossover trial in high-level youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 936-944.
- Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, .FM., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668-674.
- Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M. & Lac, G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86(2), 179-184
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med*, 41(8), 673-694.
- Gunnarsson, T. P., Christensen, P. M., & Bangsbo, J. (2012) Effect of Additional Speed Endurance Training on Performance and Muscle Adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(10), 1942-1948.
- Hawley, A., J., Myburgh, K. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal of sports sciences*, 15(3), 325-333.
- Heller, J., Prochanza, L., Bunk, V., Dlouha, R., & Novotny, J. (1992). Functional capacity in top league football players during the competitive period. *Journal of Sports Sciences*, 10, 150.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11), 1925-1931.

- Hickson, R. C., Bomze, H. A., & Holloszy, J. O. (1977). Linear increase in aerobic power induced by a strenuous program of endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 42(3), 372-376.
- Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *QJM*, 62, 135-171.
- Hill – Hass, S., Coutts, A.J., Dawson, B.T., & Rowsell, G.J. (2009). Generic versus small – sided game training in soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 158-165.
- Hill-Haas S., Dawson B., Impellizzeri F., & Coutts, A. (2011). Physiology of small-sided games training in football. *Sports medicine*, 41(3), 199-220.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British journal of sports medicine*, 36(3), 218-221.
- Hollmann, W. (2001). 42 Years Ago—Development of the Concepts of Ventilatory and Lactate Threshold. *Sports Medicine*, 31(5), 315-320.
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology Perform*, 4(3), 291-306.
- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291-306.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of sports sciences*, 23(6), 583-592.
- Ivy, J. L., Costill, D. L., & Maxwell, B. D. (1980). Skeletal muscle determinants of maximum aerobic power in man. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 44(1), 1-8.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373-386.
- Katis, A., & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of sports Science & Medicine*, 8(3), 374.
- Keir, D. A., Thériault, F., Serresse, O. (2013). Evaluation of the Running-Based Anaerobic Sprint Test as a Measure of Repeated Sprint Ability in

- Collegiate-Level Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1671-1678.
- Kindermann, W., Gabriel, H., Coem, B., & Urhausen, A. (1993). Sportmedizinische Leis – tungsdignostik im Fussball. *Deut Zeit sportmed*, 6, 232-243.
- Kindermann, W., Simon, G., & Keul, J. (1979). The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 42(1), 25-34.
- Kirkendall, D. T. (1985). The applied sport science of soccer. *Physician and Sports Medicine*, 13(4), 53.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J. M., Nielsen J. J., & Bangsbo J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medical Science of Sports Exercise*, 38(9), 1666-1673.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Londeree, B. R. (1997). Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(6), 837-843.
- Matkovic, B. R., Jankovic, S., & Heimer, S. (1993). Physiological profile of top Croatian soccer players. *Science and football II*, 37-39.
- McArdle, W., Katch F., & Katch, V. (2000). Training the anaerobic and aerobic energy systems. *Essentials of Exercise Physiology*.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
- Mohr, M., & Krustrup, P. (2016). Comparison between two types of anaerobic speed endurance training in competitive soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 2(51), 183-192.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer. *Sports Medicine*, 42(12), 997-1015.
- Nedrehagen, E. S., & Saeterbakken, A. H. (2015). The Effects of in-Season Repeated Sprint Training Compared to Regular Soccer Training. *Journal of Human Kinetics*, 30(49), 237-244.
- Noakes, T.D., Myburgh, K.H., Schall, R. (1990). Peak treadmill running velocity during the VO₂max test predicts running performance. *Journal of Sports Science*, 8(1), 35-45, doi: 10.1080/02640419008732129.

- Noakes, T. D. (2008). Testing for maximum oxygen consumption has produced a brainless model of human exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 42(7), 551-555.
- Nowacki, E., Cai Y., Buhl, C., & Krummelbein, U. (1988). Reily T., Less A., Davids K., Murphy J. (Eds). *Biological performance of German soccer players tested by special ergometry and treadmill methods in Science and football* (pp.145-157). London: E. & FN Spon.
- Puga, N., Ramos, J., Agostinho, J., Lomba, I., Costra, O., & Freitas, F. (1993). Physical profile of a first Division Portuguese professional soccer team. In Reily T., Clarys J. and Stibbe A. (eds) *Science and Football II*, (pp. 40-42). London: E & FN Spon.
- Ramadan, J., & Byrd, R. (1987). Physical characteristics of elite soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27(4), 424-428.
- Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(6), 1048-1054.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
- Reilly, T., & Thomas, V. (1979). Estimated energy expenditure of professional association footballers. *Ergonomics*, 22, 541-548.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*, 18(9), 669-683.
- Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & W.J. Murphy W.J. (1988). *Science and Football*, (pp. 95-107). London: E & FN Spon: Chapman & Hall.
- Saltin, B., & Astrand, P. O. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. *Journal of applied physiology*, 23(3), 353-358.
- Schmid, P., Dickhuth, H., Lehmann, M., Hueber Berg, A., Keul J. (1983). Labordiagnos – tische Ergebnisse von Fussbal – und Handballspielern. *Deut Zeit sportmed*, 12, 365-375.
- Schneiker, K., & Bishop, D. (2008) The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. Burnett, A., (Ed). *Science and Nutrition in Exercise and Sport. Exercise and Sports Science Australia*. Melbourne.
- Scrimgeour, A.G., Noakes, T.D., Adams, B., & Myburgh, K. (1986). *European Journal of Applied Physiology*, 55(2), 202-209.

- Smith, M., Clarke, G., Hale, T., & McMorris, T. (1993). Blood lactate levels in college soccer players during match-play. *Science and football II*, 129-134.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536.
- Svedahl, K., & MacIntosh, B. R. (2003). Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(2), 299-323.
- Tokmakidis, S., Tspanakis, A., Leger, L., Clentrou, N., & Tsarouchas, E. (1986). Aptitude physique des footballeurs gress selon leur position et leur caliber. *17th Annual Meeting of Canadian Association of Sport Sciences*. Ottawa.
- Tokmakidis, Sp., Tsopanakis, A., Tsarouchas, E., Kioussis, T., & Hatjikonstantinou, A. (1991). *A physiological profile of Greek professional soccer players*. In: Abstract Book of the Second World Congress on Science and Football. The Netherlands: Eindhoven.
- Tysvaer, A., & Storli, O. (1981). Association football injuries to the brain. A preliminary report. *British journal of sports medicine*, 15(3), 163-166.
- Vanfraechem, J. H. P., & Thomas, M. (1993). Maximal aerobic power and ventilatory threshold on a top level soccer team. *Science and Football II*, 43-46.
- Wasserman, K., Whipp, B. J., Koysl, S. N., & Beaver, W. L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal of applied physiology*, 35(2), 236-243.
- Wells, C., Edwards, A., Fysh, M., & Drust, B. (2014). Effects of high-intensity running training on soccer specific fitness in professional male players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(7), 763-769.
- Withers, T., Roberts, D., & Davies, S. (1977). The maximum aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 17, 391-400.
- Zacharogiannis, E., Paradisis, G., & Tziortzis, S. (2004). An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, S116.
- Βόλακλης, Κ., Κασαμπαλής, Θ., & Τοκμακίδης, Σ. (1998). Φυσιολογικά χαρακτηριστικά αθλητών ποδοσφαίρου. *Κινησιολογία*, 3, 4-16.
- Κλεισούρας, Β. (2004). *Εργοφυσιολογία*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδη.
- Μπεκρής, Ε. (2008). Η επίδραση ενός προπονητικού προγράμματος σε παραμέτρους φυσικής κατάστασης επαγγελματιών ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια της προαγωνιστικής περιόδου. *Φυσική Αγωγή – Αθλητισμός – υγεία*, 77-91.

Σωτηρόπουλος, Α. (2003). *Το Ποδόσφαιρο*. Αθήνα: Εκδόσεις Τελέθριον.

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

10.1. Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου

ΕΝΤΥΠΟ ΔΗΛΩΣΗΣ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ

Δηλώνω ότι:

Α) διάβασα και κατανόησα το περιεχόμενο έρευνας με τίτλο «Επίδραση διαλειμματικής και συνεχόμενης μεθόδου προπόνησης σε επιλεγμένες παραμέτρους φυσικής κατάστασης νεαρών ποδοσφαιριστών» που διεξάγεται από επιστημονικό προσωπικό του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών,

Β) μου δόθηκε το δικαίωμα να αποφασίσω αν θα συμμετάσχω ή όχι

Γ) μου δόθηκε το δικαίωμα να κάνω διευκρινιστικές ερωτήσεις

Δ) η συμμετοχή μου είναι εντελώς εθελοντική

Ε) έχω δικαίωμα να διατηρήσω την ανωνυμία μου

ΣΤ) έχω δικαίωμα να διακόψω όποτε θελήσω

Ονοματεπώνυμο δηλούντος ή χρήση κωδικού ή αρχικών

Υπογραφή _____

Ημερομηνία _____

Υπογραφή ατόμου που πήρε τη συγκατάθεση _____

Ημερομηνία _____

10.2. Έντυπο ιστορικού υγείας δοκιμαζομένων

ΕΝΤΥΠΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΥΓΕΙΑΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ

Είστε αυτή την στιγμή σε φαρμακευτική αγωγή (αν ναι ποια φάρμακα παίρνετε και για ποιο λόγο);

Έχεις ή είχες τα τελευταία χρόνια:

	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Προβλήματα καρδιάς;		
Υψηλή πίεση ;		
Δυσκολία σε κάποια μορφή άσκησης;		
Χρόνια ασθένεια;		
Συμβουλή από γιατρό να μην γυμναστείς;		
Πόνους ή τραυματισμούς σε μύες, αρθρώσεις, τένοντες που μπορούν να επιδεινωθούν κατά την διάρκεια της μέτρησης;		
Πραγματοποιήσει εγχείριση;		
Ιστορικό αναπνευστικού προβλήματος;		
Ιστορικό διαβήτη;		
Καπνιστής;		
Έντονες αυξομειώσεις βάρους (± 5 κιλά);		
Υψηλή χοληστερόλη;		
Ιστορικό με καρδιακό πρόβλημα στην οικογένεια;		
Αλλεργία;		

Παρατηρήσεις: _____

Υπάρχει ιατρική γνωμάτευση που να σας απαγορεύει να εκτελέσετε δοκιμασία φυσικής κατάστασης μέγιστης έντασης; _____

Έχετε κάποιο άλλο πρόβλημα που δεν αναφέρατε; _____

Υπογραφή δοκιμαζόμενου

Ημερομηνία: _____

10.3. Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενων για εργομέτρηση

ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΕΡΓΟΜΕΤΡΗΣΗ

- Ενημέρωση για την εργομέτρηση

Θα εκτελέσεις μία σειρά εργομετρήσεων στο δαπεδοεργόμετρο. Η ένταση της άσκησης στη αρχή θα είναι ήπια και στη συνέχεια θα αυξάνεται προοδευτικά. Μπορεί να σταματήσουμε την εργομέτρηση αν έχουμε μη φυσιολογικές ενδείξεις ή μπορείς να σταματήσεις οποτεδήποτε αισθανθείς ζάλη, ναυτία, πόνο έντονο στο στήθος, έντονη δύσπνοια, αστάθεια κίνησης και γενικά αδιαθεσία.

- Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Υπάρχει η πιθανότητα να συμβούν ορισμένες μεταβολές κατά την διάρκεια της εργομέτρησης. Αυτές συμπεριλαμβάνουν υπερβολική αρτηριακή πίεση, ζάλη, και διαταραχή του κανονικού ρυθμού της καρδιάς. Εάν αισθανθείς οποιοδήποτε από τα παραπάνω συμπτώματα ενημέρωσε τον εξεταστή για να διακοπεί η διαδικασία. Θα γίνει κάθε προσπάθεια να ελαχιστοποιηθούν αυτοί οι κίνδυνοι με την προκαταρκτική εξέταση και με τις παρατηρήσεις κατά την εργομέτρηση. Υπάρχει πρόβλεψη πρώτων βοηθειών και εκπαιδευμένο προσωπικό για κάθε ενδεχόμενο.

- Ζήτηση πληροφοριών

Μη διστάσεις να κάνεις ερωτήσεις γύρω από την εργομετρική διαδικασία. Αν έχεις κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, ζήτησε μας να σου δώσουμε πρόσθετες πληροφορίες.

- Ελευθερία συναίνεσης

Η άδεια σου να εκτελέσεις την εργομέτρηση είναι εθελοντική.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συναινώ να συμμετέχω στην εργομέτρηση.

Υπογραφή δοκιμαζόμενου

10.4. Έντυπο πρωτογενών στοιχείων εργομέτρησης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΡΓΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑ:	ΕΠΩΝΥΜΟ:
Διεύθυνση:	
Αθλημα:	Σόλλογος
Ημερομηνία γέννησης:	Ημερομηνία αξιολόγησης:
E-mail:	Τηλ.:

ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΗΣΗ					
ΗΛΙΚΙΑ (έτη)					
ΥΨΟΣ (cm)					
ΒΑΡΟΣ (kg)					
Τρικεφαλική (mm)					
Υποπλάτιος (mm)					
Υπερλαγώνιος (mm)		ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΥΝΑΜΗΣ			
Δικεφαλική (mm)		Γων. Ταχύτητα	Δεξί	Αριστερό	Σχέση %
Γαστροκνήμιος (mm)		Εκτείνοντες			
Πλ. Βραχιώνιου (cm)		Καμπτήρες			
Πλ. γόνατος (cm)		Σχέση %			
Περ. δικεφάλου συσπ. (cm)					
Περ. δικεφάλου χαλ. (cm)					
Περ. γαστροκνημίου (cm)					
%λίπος					

ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

Χρόνος	Επιβάρυνση	ΚΣ (π.α.λ.)	VEatps (l/min)	FEO ₂	FECO ₂	Θερμοκρασία αερίου (°C)	Γαλακτικό (mmol/lit)

Ατμοσφαιρική πίεση (mmHg):

Θερμοκρασία C°:

10.4. Κλίμακα αντιληπτικής κόπωσης Borg

ΠΩΣ ΑΝΤΙΛΑΜΒΑΝΕΣΤΕ ΤΗΝ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΒΑΛΕΤΕ;	
6	ΚΑΘΟΛΟΥ ΕΞΑΝΤΛΗΤΙΚΗ
7	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΧΑΜΗΛΗ
8	
9	ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗ
10	
11	ΧΑΜΗΛΗ
12	
13	ΚΑΠΩΣ ΔΥΣΚΟΛΗ
14	
15	ΔΥΣΚΟΛΗ
16	
17	ΠΟΛΥ ΔΥΣΚΟΛΗ
18	
19	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΔΥΣΚΟΛΗ
20	ΕΞΑΝΤΛΗΤΙΚΗ