



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**«ΝΕΑ ΣΕΙΡΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗ
ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΕ ΠΟΛΟΣΦΑΙΡΙΣΤΕΣ»**

Σκριποτσένκο Γεώργιος

Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»

ΑΘΗΝΑ 2020

© Copyright

Σκριποτσένκο Γεώργιος

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικών και Καποδιστριακών

Πανεπιστημίων Αθηνών

ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Βιολογία της Άσκησης"

ΠΡΑΚΤΙΚΟ

ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Του Γεωργίου Σκριποτσένκο

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 10/12/2018 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του κ. Γεωργίου Σκριποτσένκο με τίτλο: «Νέα σειρά ειδικών ασκήσεων για την προπόνηση αντοχής σε ποδοσφαιριστές» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Ν. Γελαδά** Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέποντας), **Γ. Μπογδάνη** Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Β. Πασχάλη** Επίκ. Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 13/11/2020 ημέρα Παρασκευή και ώρα 12:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση μέσω τηλεδιάσκεψης στην ηλεκτρονική πλατφόρμα WEBEX (<https://uoa.webex.com/uoa/j.php?MTID=m5621f6af736b581d27ac325df0a27013>), προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρίνόμενη 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:

Ν. Γελαδάς, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Γ. Μπογδάνης, Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Β. Πασχάλης, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της ερευνητικής αυτής πορείας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που συνέβαλαν, άμεσα ή έμμεσα, στην διαμόρφωση αυτής της εργασίας ως έχει. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Εργοφυσιολογίας στη Σχολή Επιστήμης, Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Αθηνών, κ. Νικόλαο Γελαδά, ο οποίος με ανεξάντλητη υπομονή και ενδιαφέρον μου προσέφερε την αμέριστη καθοδήγησή του στις επιστημονικές μεθόδους καθόλη τη διάρκεια της συγγραφής. Πέρα από τις αδιαμφισβήτητες γνώσεις του, όμως, μεγάλη εντύπωση μου προξένησε η προσέγγισή του στη διαμόρφωση μιας ισότιμης σχέσης καθηγητή - φοιτητή. Πάντα με το ιδιαίτερο χιούμορ του μου ανέβαζε την ψυχολογία, με αποτέλεσμα να αποτελεί για μένα έμπνευση τόσο σε γνωσιακό, όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γρηγόριο Μπογδάνη και τον κ. Βασίλειο Πασχάλη, οι οποίοι συμπληρώνουν την τριμελή επιτροπή καθηγητών που ανέλαβαν την επίβλεψη της διεξαγωγής της παρούσας εργασίας. Χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους και την άμεση ανταπόκρισή τους στους συνεχείς προβληματισμούς μου, η ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας δε θα ήταν εφικτή.

Επιπλέον, ευχαριστώ τον Δημήτρη Στεργιόπουλο, διδακτορικό φοιτητή στο αντικείμενο της Εργοφυσιολογίας, ο οποίος διέθεσε προσωπικό χρόνο αναλαμβάνοντας την επίβλεψη και διόρθωση των αρχικών κειμένων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της οικογένειάς μου, περισσότερο για την ψυχολογική υποστήριξη που μου προσέφεραν καθόλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τη συνεχή εξέλιξη του αθλήματος του ποδοσφαίρου, έχουν αυξηθεί οι απαιτήσεις της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται έντονη συζήτηση για την επιλογή βέλτιστων προπονητικών μεθόδων που να συμβάλλουν παράλληλα τόσο στις τεχνικο-τακτικές δεξιότητες των ποδοσφαιριστών, όσο και στη μέγιστη εξέλιξη της φυσικής τους κατάστασης. Το παραδοσιακό τρέξιμο χωρίς μπάλα έχει αντικατασταθεί από τα αγωνιστικά τετράγωνα που, όμως, παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Η ανάγκη ύπαρξης μιας αποδοτικότερης μεθόδου προπόνησης οδήγησε στη δημιουργία των ειδικών ασκήσεων ποδοσφαίρου. Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην εύρεση μιας ειδικής άσκησης ποδοσφαίρου, η οποία θα είναι πρακτικά εφαρμόσιμη από τους προπονητές, θα εμπεριέχει όσον το δυνατόν περισσότερες ποδοσφαιρικές ενέργειες και ταυτόχρονα θα επιφέρει φυσιολογικές αποκρίσεις ικανές να βελτιώσουν σημαντικά την καρδιοαναπνευστική αντοχή των ποδοσφαιριστών. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικές προπονητικές μέθοδοι (τρέξιμο χωρίς μπάλα, αγωνιστικό τετράγωνο και ειδική άσκηση ποδοσφαίρου) σε 8 νεαρούς, υγιείς ποδοσφαιριστές ερασιτεχνικής κατηγορίας σε χρονικό διάστημα 9 εβδομάδων. Οι φυσιολογικές αποκρίσεις που μετρήθηκαν και συγκρίθηκαν ανά προπονητική μέθοδο ήταν η καρδιακή συχνότητα, η αντιλαμβανόμενη κόπωση και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ειδική άσκηση ποδοσφαίρου επέφερε παρόμοιες τιμές μέσης καρδιακής συχνότητας ($88,6 \pm 2,6\%$ της HR_{max}) με εκείνες που επέφερε το τρέξιμο χωρίς μπάλα ($89,2 \pm 1,5\%$ της HR_{max}) και στατιστικά σημαντικά υψηλότερες από εκείνες των αγωνιστικών τετραγώνων ($80,8 \pm 3,2\%$ της HR_{max}). Συνοπτικά, η παρούσα ερευνητική προσπάθεια απέδειξε ότι η ειδική άσκηση ποδοσφαίρου είναι ικανή να επιφέρει φυσιολογικές

αποκρίσεις, οι οποίες είναι ικανές να βελτιώσουν σημαντικά την αερόβια ικανότητα των ποδοσφαιριστών. Επίσης, αποτελεί μια πρακτικά εφαρμόσιμη λύση για τους προπονητές, καθώς υπάρχει η δυνατότητα συμμετοχής μεγάλου αριθμού παικτών, τερματοφυλάκων, ενώ ταυτόχρονα αποτελείται από πληθώρα ποδοσφαιρικών ενεργειών με μπάλα, αλλά και χωρίς.

ABSTRACT

Due to constant evolution of soccer, there is increased demand for enhanced aerobic endurance performance of soccer players, leading to a heated debate on the choice of optimum training methods that improve both technical and tactical skills of soccer players but also their physiological skills. Running training has been replaced by small-sided games which, however, have some disadvantages. The need for a more efficient training method has led to the creation of soccer specific training. The present study aims to find a soccer specific training that would be practically applicable to coaches, would incorporate as many soccer drills as possible and at the same time it would produce physiological responses capable of significantly improving aerobic endurance. For this purpose, 3 different training methods (running training, small-sided games and soccer specific training) were applied to 8 young, healthy amateur soccer players over 9-week period. The physiological responses measured and compared per training method were heart rate, rating of perceived exertion and blood lactate concentration. The results of the study have shown that soccer specific training produced similar average heart rate values ($88,6 \pm 2,6\%$ of HR_{max}) compared to those in running training ($89,2 \pm 1,5\%$ of HR_{max}) and statistically significantly higher values than those of in small-sided games ($80,8 \pm 3,2\%$ HR_{max}). In conclusion, this study has shown that soccer specific training is able of producing physiological responses that are capable of significantly improving the aerobic capacity of soccer players. It is also a practical solution for coaches, as it is possible to include a large number of players, goalkeepers, while at the same time it consists of multiple soccer drills with or without a ball.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ.....	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ABSTRACT.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	xi
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xiii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σημασία και σκοπός της έρευνας.....	3
1.2 Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων	3
1.3 Μεταβλητές.....	3
1.3.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές.....	3
1.3.2 Εξαρτημένες μεταβλητές	3
1.4 Συντμήσεις και Ορισμοί.....	3
1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	4
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Αερόβιος-Αναερόβιος Μεταβολισμός.....	5
2.2.1 Ενεργειακές Μεταβολικές Οδοί και η συμβολή τους.....	5
2.2.2 Αερόβια Ικανότητα	6
2.2.3 Αναερόβιο Κατώφλι.....	7
2.2.4 Σχέση μεταξύ Αερόβιας και Αναερόβιας Ικανότητας.....	7
2.3 Φυσιολογικά Χαρακτηριστικά Ποδοσφαίρου.....	8
2.3.1 Χρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων στον αγώνα ποδοσφαίρου	8
2.3.2 Ενεργειακές απαιτήσεις στο ποδόσφαιρο	10
2.3.2.1 Σημασία της Αερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο.....	14
2.3.2.2 Σημασία της Αναερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο	16
2.3.3 Αξιολόγηση Αερόβιας-Αναερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο 17	
2.3.3.1 Εργαστηριακές δοκιμασίες	18
2.3.3.2 Δοκιμασίες πεδίου	19
2.3.4 Είδη Προπόνησης	20
2.3.4.1 Τρέξιμο χωρίς μπάλα	21
2.3.4.2 Αγωνιστικά Τετράγωνα.....	21
2.3.4.3 Ειδικές ασκήσεις ποδοσφαίρου	24
2.3.5 Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT)	28
2.3.6 Σημαντικότητα των ασκήσεων με μπάλα	31
2.3.7 Πρακτικές εφαρμογές	31

2.3.8	Συμπεράσματα	32
3.	ΜΕΘΟΔΟΣ.....	33
3.1	Δείγμα.....	33
3.2	Προκαταρκτικές διαδικασίες.....	33
3.2.1	Σωματομετρήσεις.....	33
3.2.2	Μέτρηση $\dot{V}O_{2\max}$ και $HR_{\max}$	34
3.2.3	Εξοικείωση.....	34
3.3	Πειραματική διαδικασία.....	35
3.3.1	Πρωτόκολλο.....	35
3.3.1.1	Ειδική Άσκηση Αντοχής.....	35
3.3.1.2	Αγωνιστικό Τετράγωνο	36
3.3.1.3	Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα.....	37
3.3.1.4	Διάρκεια, Ένταση και Αποκατάσταση των προπονητικών μονάδων	38
3.4	Όργανα, Μετρήσεις και Υπολογισμοί.....	38
3.5	Στατιστική Ανάλυση	39
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	43
4.1	Χαρακτηριστικά του δείγματος.....	43
4.2	Αξιοπιστία των μετρήσεων	43
4.3	Οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις.....	43
4.3.1	Καρδιακή συχνότητα	43
4.3.2	Καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο.....	46
4.3.3	Αντιλαμβανόμενη κόπωση.....	46
4.3.4	Συγκέντρωση γαλακτικού	47
5.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	49
5.1	Καρδιακή συχνότητα.....	49
5.2	Αντιλαμβανόμενη κόπωση και συγκέντρωση γαλακτικού	51
5.3	Διάρκεια και ένταση των μεθόδων προπόνησης.....	51
5.4	Σχεδιασμός και εκτέλεση SST	52
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	55
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	57
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1. Ποσοστό συμμετοχής αναερόβιου και αερόβιου μηχανισμού κατά τη διάρκεια προσπαθειών μέγιστης έντασης αλλά διαφορετικής διάρκειας (Gastin, 2001).....	6
Σχήμα 2.2. Ένα τυπικό σχήμα γαλακτικού και έργου που περιλαμβάνει την αερόβια - αναερόβια μετάβαση, ως ένα πλαίσιο για την προπόνηση αντοχής σε διαφορετικές ζώνες έντασης. MLSS = Μέγιστη Σταθερή Κατάσταση του Γαλακτικού στο αίμα (Faude et al., 2009).....	7
Σχήμα 2.3. Μέτρα που καλύφθηκαν με υψηλή ένταση τρέξιμο (αριστερά) και εκρηκτική ταχύτητα (δεξιά) από επαγγελματίες (μαύρο) και μέτριους (λευκό) ποδοσφαιριστές για κάθε 15min του αγώνα. Βασισμένο στους Mohr και συνεργάτες (2003).....	9
Σχήμα 2.4. Επανασύνθεση PCr μετά από 4 διαδοχικές μέγιστες ισομετρικές συστολές, σε Αθλητές Ταχύτητας (AT), Ανεκπαίδευτους (A) και Αθλητές Αντοχής (AA) (Johansen & Quistorff, 2003).....	15
Σχήμα 2.5. Ειδική άσκηση οδηγήματος της μπάλας, για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Ο ποδοσφαιριστής οδηγεί την μπάλα όπως φαίνεται με τα βελάκια, κάνοντας πίσω βήματα από το Α στο Β (Hoff et al., 2002).....	25
Σχήμα 2.6. Σχηματική απεικόνιση ειδικής άσκησης ποδοσφαίρου. Ο ποδοσφαιριστής ξεκινάει από το σημείο «Έναρξη» και ακολουθεί την διαδρομή των βέλων, τα οποία περιλαμβάνουν τα εξής: Περπάτημα Μπροστά (ΠΜ), Περπάτημα Πίσω (ΠΠ), Τρέξιμο Μπροστά (ΤΜ), Τρέξιμο Πίσω (ΤΠ), Κινήσεις στο Πλάι (ΚΠ), Οδήγημα με Μπάλα (ΟΜ), και Μέγιστη Ταχύτητα (ΜΤ) (Kelly et al., 2013).....	27

Σχήμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση της «Ειδική Άσκηση Αντοχής». Τα νούμερα αντιστοιχούν στη θέση έναρξης του κάθε παίκτη. Τα βέλη φανερώνουν τη φορά της άσκησης. Στα πλαίσια με διακεκομμένες γραμμές επισημαίνονται οι δραστηριότητες.40

Σχήμα 3.2. Σχηματική απεικόνιση της «Ειδική Άσκηση Αντοχής». Φαίνονται αναλυτικά οι διαστάσεις της άσκησης.....41

Σχήμα 4.1. Τα παραπάνω γραφήματα αποτυπώνουν την καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των 25 λεπτών της μέτρησης, σε κάθε μία μέθοδο προπόνησης ξεχωριστά. Στον κάθετο άξονα παριστάνονται οι τιμές των καρδιακών παλμών, ενώ στον οριζόντιο άξονα ο αντίστοιχος χρόνος σε λεπτά. Οι διακεκομμένες κάθετες γραμμές βοηθούν στην κατανόηση των διαστημάτων των ασκήσεων.....44

Σχήμα 4.2. Στο συγκεκριμένο γράφημα απεικονίζεται η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή) όλων των συμμετεχόντων και στις τρεις μεθόδους προπόνησης. Στον κάθετο άξονα παριστάνονται οι τιμές των καρδιακών παλμών, ενώ στον οριζόντιο άξονα ο αντίστοιχος χρόνος σε λεπτά. Η συνεχής γραμμή αποτυπώνει την ειδική άσκηση αντοχής (SST), η διάστικτη το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και η διακεκομμένη το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG). Οι διακεκομμένες κάθετες γραμμές βοηθούν στην κατανόηση των διαστημάτων των ασκήσεων.....45

Σχήμα 4.3. Μέσοι όροι και $\pm$ τυπικές αποκλίσεις της καρδιακής συχνότητας των 4 4λέπτων της ειδικής άσκησης αντοχής (SST), του τρεξίματος χωρίς μπάλα (RT) και του αγωνιστικού τετραγώνου (SSG). Οι σημαντικές διαφορές ($p \leq 0,05$) που παρατηρήθηκαν είναι: ^a με την SST και το RT, ^b με τις περιόδους 2, 3 και 4, ^c με την περίοδο 2, ^d με την περίοδο 4, ^e με τις περιόδους 1 και 4.....46

Σχήμα 4.4. Σχηματική απεικόνιση των μέσων τιμών ($\pm$ τυπική απόκλιση) της συγκέντρωσης γαλακτικού όπως διαμορφώθηκαν μετά την ειδική άσκηση αντοχής (SST), το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG).....48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Χωρική ανάλυση διαφορών ταχυτήτων με βάση τη θέση που αγωνίζεται ο εκάστοτε ποδοσφαιριστής.....	11
Πίνακας 2.2. Χωρική ανάλυση διαφορών ταχυτήτων μεταξύ των δύο ημιχρόνων και μέτρηση ορισμένων δεξιοτήτων με μπάλα.....	12
Πίνακας 2.3. Χωρική ανάλυση διαφορών ταχυτήτων ανά 5λεπτα και 15λεπτα και μέτρηση επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων.....	13
Πίνακας 2.4. Συνολική διάρκεια των ασκήσεων σε κάθε ζώνη έντασης κατά τη διάρκεια των διαφορετικών περιόδων ανάλογα με την εποχή (Jastrzebski et al., 2013).....	14
Πίνακας 2.5. Τιμές $\dot{V}O_{2max}$ ποδοσφαιριστών υψηλού επιπέδου.....	19
Πίνακας 2.6. Τιμές μέγιστης καρδιακής συχνότητας με βάση τα διαφορετικά είδη αγωνιστικών τετραγώνων.....	22
Πίνακας 2.7. Αποτελέσματα των φυσιολογικών μετρήσεων πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση η οποία προέβλεπε την αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2max}$ μέσω της δοκιμασίας του Hoff.....	26
Πίνακας 2.8. Τα αποτελέσματα της Ομάδας Παρέμβασης που έκαναν τρέξιμο 4 x 4min με καρδιακούς παλμούς 90-95% της HR_{max} και της Ομάδας Ελέγχου πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση.....	30
Πίνακας 4.1. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν τα ποσοστά της HR_{max} , τα οποία προέκυψαν κατά τη διάρκεια των τριών μεθόδων προπόνησης.....	43

Πίνακας 4.2. Αποτυπώνονται οι μέσοι όροι (Mean), οι τυπικές αποκλίσεις (SD), τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (95%CI) και οι συντελεστές διακύμανσης (CV) της καρδιακής συχνότητας (HR), της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) και της συγκέντρωσης γαλακτικού (Lactate) για την κάθε μέθοδο προπόνησης.....45

Πίνακας 4.3. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν οι τιμές της αντιλαμβανόμενης κόπωσης, οι οποίες προέκυψαν μετά τις μετρήσεις στις τρεις μεθόδους προπόνησης...47

Πίνακας 4.4. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν οι τιμές της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα, οι οποίες προέκυψαν μετά τις μετρήσεις στις τρεις μεθόδους προπόνησης.....47

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AnT : Αναερόβιο Κατώφλι (*Anaerobic Threshold*)

ANOVA : Ανάλυση Διακύμανσης (*Analysis of Variance*)

ATP : Τριφωσφορική Αδενοσίνη (*Adenosine Triphosphate*)

CI : Διάστημα Εμπιστοσύνης (*Confidence Interval*)

CV : Συντελεστής Διακύμανσης (*Coefficient of Variation*)

GPS : Σύστημα Παγκόσμιας Τοποθεσίας (*Global Positioning System*)

HIIT : Άσκηση Υψηλής Διαλειμματικής Έντασης (*High Intensity Interval Training*)

HR : Καρδιακή Συχνότητα (*Heart Rate*)

HR_{max} : Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα (*Heart Rate maximum*)

LSD : Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (*Least Significant Different*)

PCr : Φωσφοκρεατίνη (*Phosphocreatine*)

RT : Άσκηση με Τρέξιμο (*Running Training*)

SEM : Επαναλαμβανόμενες ταχύτητες με μικρό διάλειμμα ενδιάμεσα (*Speed Endurance Maintenance*)

SEP : Επαναλαμβανόμενες ταχύτητες με μεγάλο διάλειμμα ενδιάμεσα (*Speed Endurance Production*)

SSG : Αγωνιστικά Τετράγωνα (*Small Sided Games*)

SST : Ειδική Προπόνηση Ποδοσφαίρου (*Specific Soccer Training*)

$\dot{V}O_{2max}$: Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (*Maximal Oxygen Consumption*)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέγιστη δυνατή βελτίωση της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών ήταν πάντα ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στα οποία καλούνταν να ανταπεξέλθουν οι προπονητές. Η πολυπλοκότητα του αθλήματος, καθώς εμπεριέχει ενέργειες χαμηλής και υψηλής έντασης (Aandstad & Simon, 2013; Svensson & Drust, 2005), καθιστούσε αυτό το εγχείρημα αρκετά δύσκολο. Επί πλέον, είναι επαρκώς τεκμηριωμένη η πεποίθηση ότι η απόδοση των ομάδων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη φυσική τους κατάσταση (Hoff, Wisløff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002). Η εξέλιξη του ποδοσφαίρου και της τεχνολογίας, τα τελευταία χρόνια, έχει επιτρέψει στους ερευνητές τη λεπτομερή διερεύνηση των φυσιολογικών αποκρίσεων που επιτυγχάνονται κατά τη διάρκεια των αγώνων ποδοσφαίρου (Aslan et al., 2012; Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007; Reilly, 2005). Με αυτόν τον τρόπο, ευελπιστούν στη δημιουργία μεθόδων προπόνησης, οι οποίες θα οδηγήσουν σε μεγιστοποίηση της απόδοσης των παικτών (Aguilar et al., 2008; Kelly, Gregson, Reilly, & Drust, 2013).

Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία, το οποίο έχει συμβάλει καθοριστικά στην κατανόηση των επιβαρύνσεων που δέχονται οι ποδοσφαιριστές, είναι η χρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων, η οποία πραγματοποιείται με ειδική συσκευή παγκόσμιου συστήματος τοποθεσίας (GPS). Οι Bradley και συνεργάτες (2009), με την βοήθεια του GPS, κατέγραψαν την διανυθείσα απόσταση των παικτών συνολικά, καθώς επίσης και την απόσταση ανά θέση που αγωνίζονταν. Ακόμα, υπολόγισαν τις αποστάσεις ανά 15λεπτα, συγκρίνοντας έτσι τις επιδόσεις του πρώτου και του δεύτερου ημιχρόνου. Οι Aslan και

συνεργάτες (2012) αποτύπωσαν τις αποστάσεις που διένυσαν οι ποδοσφαιριστές σε συγκεκριμένες τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Τέλος, οι Dalen, Jorgen, Gertjan, Havard και Ulrik (2016), εντόπισαν πόσες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις πραγματοποίησαν οι παίκτες στο πρώτο και δεύτερο ημίχρονο. Η παραπάνω διαδικασία, είναι ένας τρόπος υπολογισμού της απόδοσης και των ενεργειακών απαιτήσεων που δέχεται ο ποδοσφαιριστής κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών (Krustrup et al., 2003).

Η μέση απόσταση που καλύπτουν οι ποδοσφαιριστές σε έναν αγώνα είναι κατά προσέγγιση 10-12 χιλιόμετρα (Di Salvo et al., 2007). Το γεγονός αυτό, όπως επίσης και ότι η ένταση με την οποία καλύπτουν αυτή την απόσταση είναι κατά μέσο όρο κοντά στο αναερόβιο κατώφλι, καθιστά τον αερόβιο μεταβολισμό κύρια πηγή ενέργειας (Jastrzebski, Rompa, Szutowicz, & Radziminski, 2013). Εξίσου σημαντικός, όμως, είναι και ο αναερόβιος αγγαλακτικός μεταβολισμός, καθώς είναι αυτός που συμμετέχει στις ενέργειες που, εν τέλει, κρίνουν το αποτέλεσμα του αγώνα (Faude, Koch, & Meyer, 2012).

Ως συνέπεια όσων προαναφέρθηκαν, το έργο που καλούνται να επιτελέσουν οι προπονητές ποδοσφαίρου είναι ιδιαίτερα δύσκολο. Η μεγιστοποίηση της αντοχής των ποδοσφαιριστών, με τη ταυτόχρονη βελτίωση των τεχνικο-τακτικών τους στοιχείων, αποτελούσε πάντα μεγάλη πρόκληση τόσο σε προπονητικό επίπεδο, όσο και σε ερευνητικό. Για την αντιμετώπιση του παραπάνω προβληματισμού, έχουν αναπτυχθεί διάφορα είδη προπόνησης. Παρακάτω, ακολουθεί εκτενέστερη περιγραφή των τριών αυτών, κύριων προπονητικών μεθόδων.

Η κλασική μορφή προπόνησης είναι

το απλό τρέξιμο χωρίς χρήση μπάλας (Reilly, 2005). Έρευνες έχουν αποδείξει ότι η συγκεκριμένη μορφή προπόνησης προκαλεί στατιστικά σημαντική βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) (Helgerud et al., 2007). Συγκρίνοντας το τρέξιμο χωρίς μπάλα με τα αγωνιστικά τετράγωνα, όπου χρησιμοποιείται μπάλα σε αγωνιστικές συνθήκες παιδιάς σε μικρό χώρο με ομάδες που αποτελούνται συνήθως από 4 ή 5 παίκτες η καθεμία, διαπιστώθηκε παρόμοια βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$, όμως η βελτίωση στην αλτικότητα και στην ευλυγισία ήταν μικρότερη κατά το συνεχές τρέξιμο (Milanović, Pantelić, Sporiš, Mohr, & Krusturup, 2015). Το γεγονός αυτό συνιστά λογικό επακόλουθο, καθώς το τρέξιμο χωρίς μπάλα, σε αντίθεση με τα αγωνιστικά τετράγωνα, δεν εμπεριέχει ενέργειες όπως αλλαγή κατεύθυνσης, δραστηριότητες εξαιρετικά σημαντικές στο ποδόσφαιρο.

Τα αγωνιστικά τετράγωνα, ως μορφή προπόνησης για τη βελτίωση της αντοχής, έχει εξεταστεί διεξοδικά τα τελευταία χρόνια. Η μέθοδος αυτή έχει αποτελέσει το βασικό πεδίο έρευνας λόγω του ότι περιλαμβάνει ποικίλες μεταβλητές, καθεμία εκ των οποίων προκαλεί διαφορετικές φυσιολογικές αποκρίσεις και βελτιώνει διαφορετικά τεχνικο-τακτικά στοιχεία (Aguiar, Botelho, Lago, Macas, & Sampaio, 2012). Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα, όπως επίσης και οι τιμές της αντιλαμβανόμενης κόπωσης, παρουσιάζονται αυξημένες όταν στα αγωνιστικά τετράγωνα συμμετέχει μικρός αριθμός παικτών (Hill-Haas, Coutis, Dawson, & Rowsell, 2010). Αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού και της αντιλαμβανόμενης κόπωσης επέρχεται όταν το μέγεθος γηπέδου μεγαλώνει (Casamichana & Castellano, 2010). Πέρα από τα θετικά όμως, η

συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα, βασικότερο εκ των οποίων είναι η μεγάλη διακύμανση στις φυσιολογικές αποκρίσεις που παρουσιάζουν οι ποδοσφαιριστές, κατά την εκτέλεση των αγωνιστικών τετραγώνων (Koklu, Alemdaroglu, Cihan, & Wong, 2017). Το παραπάνω γεγονός οδηγεί στη διαφορετική επιβάρυνση των αθλητών και εν τέλει, στην άγνοια του προπονητή, σε ποια ακριβώς ένταση εκτέλεσε την άσκηση ο αθλητής του (Little & Williams, 2006).

Η τρίτη και τελευταία μέθοδος προπόνησης είναι οι ειδικές ασκήσεις ποδοσφαίρου, που στόχο έχουν να συγκεράσουν τα πλεονεκτήματα των δύο προηγούμενων μεθόδων. Αποτελούνται από μία σειρά δραστηριοτήτων, όλες βασισμένες σε ενέργειες που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια ενός αγώνα (Kelly et al., 2013). Η δημιουργία της συγκεκριμένης μεθόδου, προήλθε από την προσπάθεια των ερευνητών να εφαρμόσουν μια άσκηση, κατά τη διάρκεια της οποίας, ενώ οι ποδοσφαιριστές θα εκτελούσαν ενέργειες καθαρά ποδοσφαιρικές, θα ήταν δυνατός ο υπολογισμός της επιβάρυνσης που δέχονται. Έτσι, οι προπονητές θα είναι σε θέση να γνωρίζουν σε τι εντάσεις εργάζεται ο αθλητής τους (Chamari et al., 2005). Πρώτοι οι Hoff και συνεργάτες το 2002 δημιούργησαν μια ειδική άσκηση αντοχής και συνέκριναν τις φυσιολογικές αποκρίσεις που επιφέρει, σε σχέση με τα αγωνιστικά τετράγωνα και το τρέξιμο χωρίς μπάλα. Οι τιμές στις φυσιολογικές αποκρίσεις ήταν υψηλότερες από αυτές των αγωνιστικών τετραγώνων και χαμηλότερες από το τρέξιμο χωρίς μπάλα. Ο συγγραφέας συμπέρανε ότι η συγκεκριμένη άσκηση είναι ικανή να βελτιώσει την αντοχή των ποδοσφαιριστών. Έντεκα χρόνια αργότερα (2013), οι Kelly και συνεργάτες μελέτησαν μια άλλη ειδική

άσκηση αντοχής, όπου η δημιουργία της βασίστηκε σε βιντεο-ανάλυση. Όπως στην έρευνα των Hoff και συνεργατών (2002), έτσι και εδώ, συγκρίθηκαν οι φυσιολογικές αποκρίσεις της ειδικής άσκησης με τα αγωνιστικά τετράγωνα και το τρέξιμο χωρίς μπάλα. Τα αποτελέσματα αυτών των δύο ερευνών συνέκλιναν αρκετά.

Παρατηρώντας τη μεθοδολογία των παραπάνω μελετών, είναι εύκολο να διαπιστώσουμε ότι όλες χρησιμοποίησαν την ίδια διάρκεια και ένταση στις προπονητικές τους παρεμβάσεις, βασιζόμενοι στην έρευνα των Helgerud, Engen, Wisloff και Hoff που δημοσιεύτηκε το 2001. Συγκεκριμένα, αποτελούνταν από 4 x 4min με ένταση στο 90-95% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HR_{max}), ενώ ενδιάμεσα πραγματοποιούνταν ενεργητικό διάλειμμα 3min στο 50-60% της HR_{max} . Η προπόνηση αυτή συγκαταλέγεται σε διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT), όπου, παρά τις πολύ έντονες φορτίσεις, υποστηρίζεται ότι αποτελεί τον πιο σύντομο τρόπο για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας (Laursen & Jenkins, 2002).

1.1 Σημασία και σκοπός της έρευνας

Ο κύριος σκοπός της συγκεκριμένης ερευνητικής προσπάθειας ήταν η εύρεση μιας ειδικής άσκησης αντοχής ποδοσφαίρου, η οποία θα εμπεριέχει αμιγώς ποδοσφαιρικές ενέργειες και θα επιφέρει οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι δυνατή η σημαντική βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών.

Επιπρόσθετα, πέρα από τον βασικό αυτό στόχο, μεγάλη έμφαση δόθηκε έτσι ώστε η άσκηση να είναι στοχευμένη, και κυρίως πρακτικά λειτουργική. Συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια να είναι εύκολα εφαρμόσιμη, να είναι δυνατή η συμμετοχή πολλών παικτών

και τερματοφυλάκων και, τέλος, ο προπονητής να μπορεί να ελέγχει την επιβάρυνση που δέχτηκε ο κάθε ποδοσφαιριστής μετά την ολοκλήρωση της προπονητικής μονάδας.

Με βάση τα παραπάνω, η συγκεκριμένη άσκηση θα δώσει επιπλέον επιλογές στους προπονητές για τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών, ενώ η ταυτόχρονη χρήση της με τις υπόλοιπες μεθόδους προπόνησης θα οδηγήσει στην πιο αποτελεσματική εκγύμνασή τους.

1.2 Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων

Με βάση τα προαναφερθέντα, διατυπώνονται οι παρακάτω υποθέσεις:

α) η ειδική άσκηση αντοχής που σχεδιάστηκε, είναι δυνατόν να επιφέρει στους δοκιμαζόμενους καρδιακή συχνότητα (HR) ίση με 90-95% της HR_{max} .

β) η ειδική άσκηση αντοχής θα οδηγήσει τους αθλητές σε υψηλότερη μέση καρδιακή συχνότητα σε σχέση με το αγωνιστικό τετράγωνο.

1.3 Μεταβλητές

1.3.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Στην παρούσα έρευνα, ανεξάρτητες μεταβλητές είναι:

- α) η ειδική άσκηση αντοχής
- β) τα αγωνιστικά τετράγωνα
- γ) το τρέξιμο χωρίς μπάλα

1.3.2 Εξαρτημένες μεταβλητές

Στην παρούσα έρευνα, εξαρτημένες μεταβλητές είναι:

- α) η καρδιακή συχνότητα
- β) η αντιλαμβανόμενη κόπωση σύμφωνα με την 10βάθμια κλίμακα του Borg
- γ) η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα

1.4 Συντμήσεις και Ορισμοί

Οι ορισμοί των βασικών εννοιών που

μελετώνται στην παρούσα έρευνα παρατίθενται παρακάτω.

1. Αγωνιστικά τετράγωνα (SSG): ποδοσφαιρικές ασκήσεις με χρήση μπάλας, οι οποίες συνήθως γίνονται σε περιορισμένο χώρο και αναλόγως της διαφοροποίησης κάποιων επιμέρους παραμέτρων (αριθμού παικτών, ειδικών κανόνων κ.α.), στόχο έχουν τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και της τεχνικο-τακτικής ικανότητας των ποδοσφαιριστών.

2. Ειδική άσκηση αντοχής (SST): ποδοσφαιρική άσκηση, που στόχο έχει τη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής των ποδοσφαιριστών, με την εκτέλεση διαφόρων ποδοσφαιρικών ενεργειών και δραστηριοτήτων.

3. Τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT): άσκηση για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών χωρίς χρήση μπάλας.

4. Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT): ένταση προπόνησης που στοχεύει στην πολύ έντονη φυσιολογική επιβάρυνση των αθλητών, με συγκεκριμένο χρόνο εργασίας και αποκατάστασης μεταξύ των προσπαθειών.

5. Χρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων: με ειδική συσκευή Παγκόσμιου Συστήματος Τοποθεσίας (GPS) καταγράφονται με ακρίβεια οι αποστάσεις που καλύπτει ο κάθε ποδοσφαιριστής σε συγκεκριμένες ταχύτητες. Επίσης, είναι δυνατή η καταμέτρηση των επιταχύνσεων, των επιβραδύνσεων, των αλλαγών κατεύθυνσης και πολλών άλλων χρήσιμων πληροφοριών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα ή μιας προπονητικής μονάδας.

6. Αερόβια αντοχή: αναφέρεται και

ως καρδιοαναπνευστική αντοχή επειδή εξαρτάται, κυρίως, από τη λειτουργία της καρδιάς, των πνευμόνων και των αιμοφόρων αγγείων. Σχετίζεται με την ικανότητα του ατόμου να διατηρεί υπομέγιστη, παρατεταμένη άσκηση.

7. Αντοχή υψηλής ταχύτητας: η ικανότητα του ατόμου να διατηρεί υψηλή ταχύτητα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, επιτυγχάνεται μεγάλη συμμετοχή τόσο του αερόβιου, όσο και του αναερόβιου μεταβολισμού.

8. Μέγιστη αερόβια ταχύτητα: η ταχύτητα που καταγράφει ο αθλητής όταν επιτυγχάνεται η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου κατά τη διαδικασία της προοδευτικά αυξανόμενης έντασης μέχρι εξάντλησης δοκιμασίας. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του ποδοσφαιριστή με βάση την ταχύτητα που κινείται εντός του γηπέδου κατά τον αγώνα.

9. Μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HR_{max}): ο μέγιστος αριθμός παλμών ανά λεπτό που μπορεί να φτάσει το κάθε άτομο.

1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Οι οριοθετήσεις της συγκεκριμένης έρευνας είναι το φύλο, η ηλικία και το ποδοσφαιρικό επίπεδο των δοκιμαζομένων. Επίσης, δε θα πραγματοποιηθεί καταγραφή χρονικής ανάλυσης διαφόρων ταχυτήτων (με χρήση GPS).

Οι περιορισμοί, αντίστοιχα, έγκεινται στο γεγονός ότι δεν θα είναι δυνατή η γενίκευση των αποτελεσμάτων σε διαφορετικό πληθυσμό από εκείνον του δείγματος της έρευνας. Ακόμα, δεν θα είναι εφικτή η σύγκριση της χρονικής ανάλυσης διαφόρων ταχυτήτων με τις φυσιολογικές αποκρίσεις που θα πετύχουν οι δοκιμαζόμενοι.

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας χωρίζεται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη, πραγματοποιείται μια γενική αναφορά για τον αερόβιο και αναερόβιο μεταβολισμό. Η δεύτερη, και μεγαλύτερη ενότητα, επικεντρώνεται αποκλειστικά στο ποδόσφαιρο. Αρχικά, παρουσιάζεται με λεπτομέρεια η χρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων σε αγώνες ποδοσφαίρου. Στη συνέχεια, εξηγούνται οι ενεργειακές πηγές που απαιτούνται σε ποδοσφαιρικούς αγώνες και δίνεται έμφαση στην αερόβια και αναερόβια ικανότητα που πρέπει να κατέχει ο ποδοσφαιριστής. Ακολουθούν οι μέθοδοι προπόνησης, όπου αναλύεται η κάθε μέθοδος ξεχωριστά. Τέλος, πραγματοποιείται ανασκόπηση της διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης και αποτυπώνονται ορισμένα επιχειρήματα για τη σημασία των ασκήσεων με μπάλα. Εν κατακλείδι, γίνεται σαφής η πρακτική εφαρμογή της ειδικής άσκησης ποδοσφαίρου που προτείνεται στην συγκεκριμένη ερευνητική πρόταση και αναφέρονται ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα.

2.2 Αερόβιος-Αναερόβιος Μεταβολισμός

2.2.1 Ενεργειακές Μεταβολικές Οδοί και η συμβολή τους

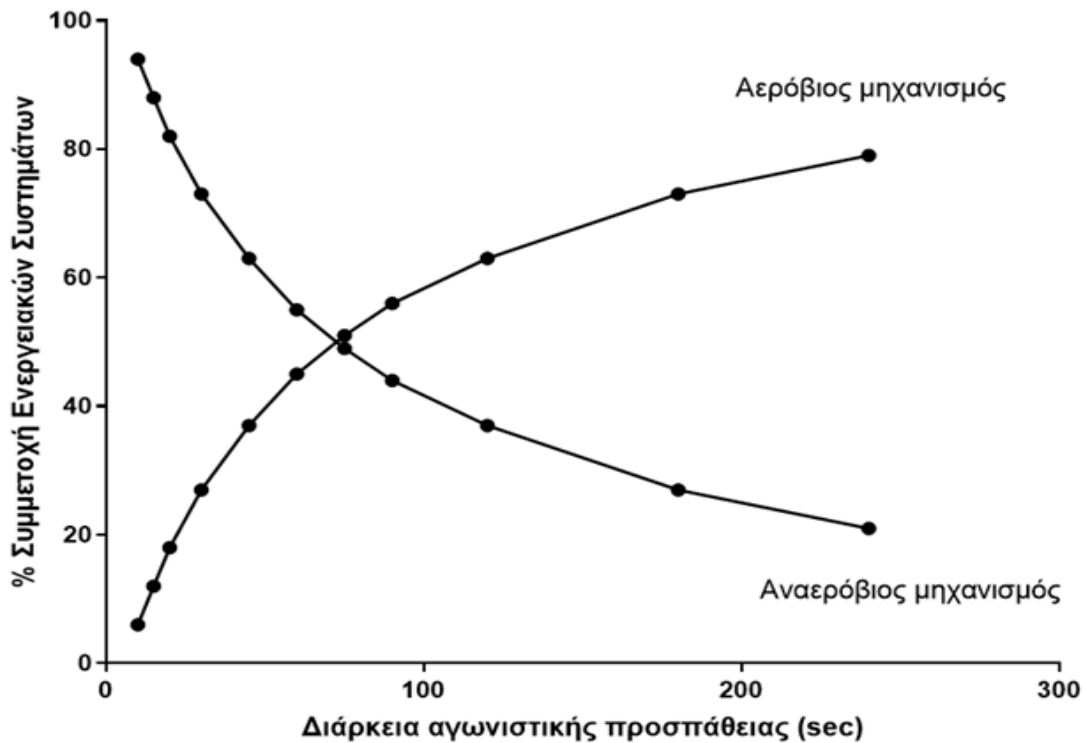
Κατά την έναρξη της άσκησης, αυξάνεται σημαντικά η ανάγκη για άμεση παραγωγή ενέργειας (τριφωσφορικής αδενοσίνης – ATP) (Cerretelli, 1992). Η ένταση της άσκησης είναι ο παράγοντας εκείνος που καθορίζει την προέλευση αυτής της ενέργειας, δηλαδή το αν θα παραχθεί από αναερόβιο ή αερόβιο μεταβολισμό (Cerretelli, 1992). Ο αναερόβιος μεταβολισμός συνεπάγεται ότι η

ενέργεια που παράγεται προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις της άσκησης δεν προέρχεται από τις καύσεις με οξυγόνο, αλλά από την φωσφοκρεατίνη (PCr) ή τη γλυκόλυση (Balsom, Soderlund, Sjodin, & Ekblom, 1995), χωρίς τη συμμετοχή του οξυγόνου. Η PCr είναι η πιο άμεση πηγή ενέργειας και χρησιμοποιείται κυρίως σε εκρηκτικές ενέργειες μικρής διάρκειας (6-10 sec) (Bogdanis, Nevill, Boobis, Lakomy, & Nevill, 1995; Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2003). Με την έναρξη της άσκησης, ξεκινάει και η διαδικασία της γλυκόλυσης (Hultman & Sjöholm, 1983; Jacobs, Tesch, Karlsson, & Dotan, 1983), η οποία είναι κυρίαρχη μετά από 5-6 sec, αποτελώντας στη συνέχεια την κύρια πηγή ενέργειας για αρκετά δευτερόλεπτα (Gastin, 2001).

Αυτές οι πηγές ενέργειας μπορούν να αυξήσουν έως και 100 φορές τον ρυθμό παραγωγής ενέργειας σε σχέση με την ηρεμία, αλλά δεν μπορούν να τον διατηρήσουν σε αυτά τα υψηλά επίπεδα για μεγάλο χρονικό διάστημα (Gastin, 2001).

Στα αθλήματα διάρκειας άνω των 2-3min, χρησιμοποιείται ο αερόβιος μεταβολισμός ως κύρια πηγή ενέργειας, όπου απαιτείται επάρκεια παροχής οξυγόνου. Κατά τη διάρκεια του αερόβιου μεταβολισμού, υπάρχει συνεργασία μεταξύ του κύκλου του Krebs και της αλυσίδας μεταφοράς ηλεκτρονίων. Η αποστολή του κύκλου του Krebs είναι να διαχωρίσει το υδρογόνο από τις θρεπτικές ουσίες (οξειδωση), ενώ η αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων χρησιμοποιεί αυτό το υδρογόνο για την παραγωγή τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) (Κλεισούρας, 2007) (Σχήμα 2.1).

Η παραπάνω διαδικασία αποδίδει σημαντικά μεγαλύτερα ποσά ενέργειας, σε σύγκριση με τον αναερόβιο μεταβολισμό (Κλεισούρας, 2007).



Σχήμα 2.1. Ποσοστό συμμετοχής αναερόβιου και αερόβιου μηχανισμού κατά τη διάρκεια προπονητικών μέγιστης έντασης αλλά διαφορετικής διάρκειας (Gastin, 2001).

2.2.2 Αερόβια Ικανότητα

Η αερόβια ικανότητα τόσο των αθλητών, όσο και του γενικού πληθυσμού είναι στενά συνδεδεμένη με τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) (Pedersen & Saltin, 2015). Είναι γνωστό ότι όσο αυξάνεται η ένταση της άσκησης, τόσο αυξάνονται οι απαιτήσεις του οργανισμού για πρόσληψη οξυγόνου. Με τον όρο $\dot{V}O_{2max}$, αποδίδεται η κατάσταση εκείνη κατά την οποία δεν μπορεί να επιτευχθεί περαιτέρω αύξηση της πρόσληψης οξυγόνου, παρά το γεγονός ότι αυξάνεται το έργο. Έτσι, η $\dot{V}O_{2max}$ αντιπροσωπεύει τη μέγιστη ικανότητα παροχής μυϊκής ενέργειας από τον αερόβιο μεταβολισμό (Κλεισούρας, 2007).

Η $\dot{V}O_{2max}$ θεωρείται από τους περισσότερους ερευνητές ως η καλύτερη

και ακριβέστερη παράμετρος, εργαστηριακά μετρούμενη, για τον καθορισμό της μέγιστης ικανότητας καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Ωστόσο, το γεγονός αυτό, δε συνεπάγεται ότι γνωρίζοντας την $\dot{V}O_{2max}$ ενός αθλητή, μπορούμε να προβλέψουμε με ακρίβεια την επίδοσή του σε ένα άθλημα. Πολλοί παράγοντες μπορεί να συμβάλουν επίσης καθοριστικά στην αθλητική επίδοση (Wilmore & Costill, 2006).

Πέρα από μία συγκεκριμένη υψηλή τιμή της $\dot{V}O_{2max}$, υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί βιολογικοί παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απόδοση του αθλητή, όπως η οικονομία τρεξίματος και η ικανότητα του αθλητή να διατηρεί ένα υψηλό ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$ για μεγάλο χρονικό διάστημα (Di Prampero et al., 1993; Di Prampero, Atchou, Bruckner, & Moia, 1986).

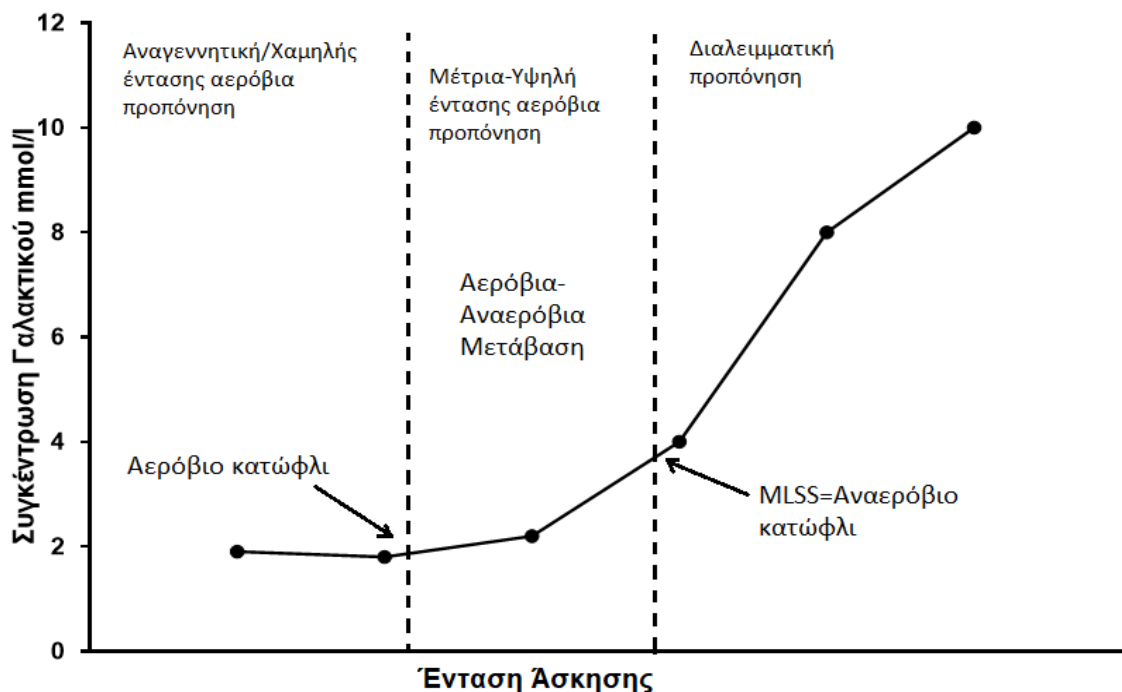
2.2.3 Αναερόβιο Κατώφλι

Αναερόβιο κατώφλι (AnT) ορίζεται το χρονικό σημείο εκείνο όπου παρατηρείται απότομη αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος στο αίμα (Faude, Kindermann, & Meyer, 2009). Για τη μέτρηση του AnT απαιτείται επαναλαμβανόμενη λήψη αίματος, που όμως δεν αποτελεί πρακτική κι εφαρμόσιμη λύση. Εντούτοις, δεν υπάρχει ένα και μοναδικό σημείο που αντιπροσωπεύει το κατώφλι στην καμπύλη του γαλακτικού οξέος. Ενδεικτικά, αναφέρονται ως αερόβιο κατώφλι τα $2\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ και ως αναερόβιο κατώφλι τα $4\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Τέλος, πολλοί ερευνητές υποδεικνύουν ότι το ατομικό αναερόβιο κατώφλι (η μέγιστη, δηλαδή, προσπάθεια όπου η παραγωγή και η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος βρίσκεται σε ισορροπία) αποτελεί την καλύτερη προπονητική ένταση για αερόβια αθλήματα (Κλεισούρας, 2007; Hall, Rajasekaran, Thomsen, & Peterson, 2016) (Σχήμα 2.2).

2.2.4 Σχέση μεταξύ Αερόβιας και Αναερόβιας Ικανότητας

Είναι αποδεδειγμένο από πολλές έρευνες τα τελευταία χρόνια, ότι ο αερόβιος μεταβολισμός συμβάλλει καθοριστικά σε ενέργειες μικρής διάρκειας και μεγάλης έντασης (Bogdanis, Nevill, Lakomy, & Boobis, 1998; Bogdanis, 2012; Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005). Έχει καταγραφεί, επίσης, ότι η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού σε δραστηριότητες υψηλής έντασης, είναι μεγαλύτερη στα προπονημένα άτομα από ό,τι στα απροπόνητα (Calbet, De Paz, Garatachea, Cabeza de Vaca, & Chavarren, 2003; Hamilton, Nevill, Brooks, & Williams, 1991; Tomlin & Wenger, 2002).

Ο αερόβιος μεταβολισμός είναι σημαντικός και στην επανασύνθεση της PCr, καθώς η διαθεσιμότητα του οξυγόνου διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο (Haseler, Hogan, & Richardson, 1999; Haseler, Lin, Hoff, & Richardson, 2007).



Σχήμα 2.2. Ένα τυπικό σχήμα γαλακτικού και έργου που περιλαμβάνει την αερόβια - αναερόβια μετάβαση, ως ένα πλαίσιο για την προπόνηση αντοχής σε διαφορετικές ζώνες έντασης. MLSS = Μέγιστη Σταθερή Κατάσταση του Γαλακτικού στο αίμα (Faude et al., 2009).

Ο ρυθμός επανασύνθεσης της PCr μεταξύ αγύμναστων δοκιμαζομένων και αθλητών αντοχής και ταχύτητας στην έρευνα των Johansen και Quistorff (2003) έδειξε ότι οι αθλητές ταχύτητας και οι αγύμναστοι είχαν αρκετά πιο αργό ρυθμό επανασύνθεσης PCr από τους αθλητές αντοχής. Το γεγονός αυτό δε φαίνεται να σχετίζεται με τη $\dot{V}O_{2\max}$ του κάθε αθλητή, καθώς είναι αποδεδειγμένο ότι αθλητές με χαμηλή και υψηλή $\dot{V}O_{2\max}$ παρουσιάζουν παρόμοια επανασύνθεση PCr (Cooke, Petersen, & Quinney, 1997). Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά άτομα με ίδιες τιμές $\dot{V}O_{2\max}$ παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στα μυϊκά (πυκνότητα τριχοειδών) και περιφερικά χαρακτηριστικά, όπως επίσης και στην έναρξη συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στο αίμα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν και σημαντικές διαφορές στην απόδοση (Coyle, Coggan, Hopper, & Walters, 1988). Έτσι, είναι πολύ πιθανόν ότι η ροή αίματος και η μεταφορά και χρήση του οξυγόνου από τους μυς είναι τα στοιχεία που τελικά καθορίζουν τον ρυθμό επανασύνθεσης της PCr (Andersen & Henriksson, 1977; Karatzafieri, De Haan, Ferguson, Van Mechelen, & Sargeant, 2001; Tesch et al., 1985; Tesch & Wright, 1983). Τέλος, η επανασύνθεση της PCr μπορεί να συντελεστεί και κατά τη διάρκεια της αερόβιας ανάκαμψης (Cerretelli, 1992).

2.3 Φυσιολογικά Χαρακτηριστικά Ποδοσφαίρου

2.3.1 Χρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων στον αγώνα ποδοσφαίρου

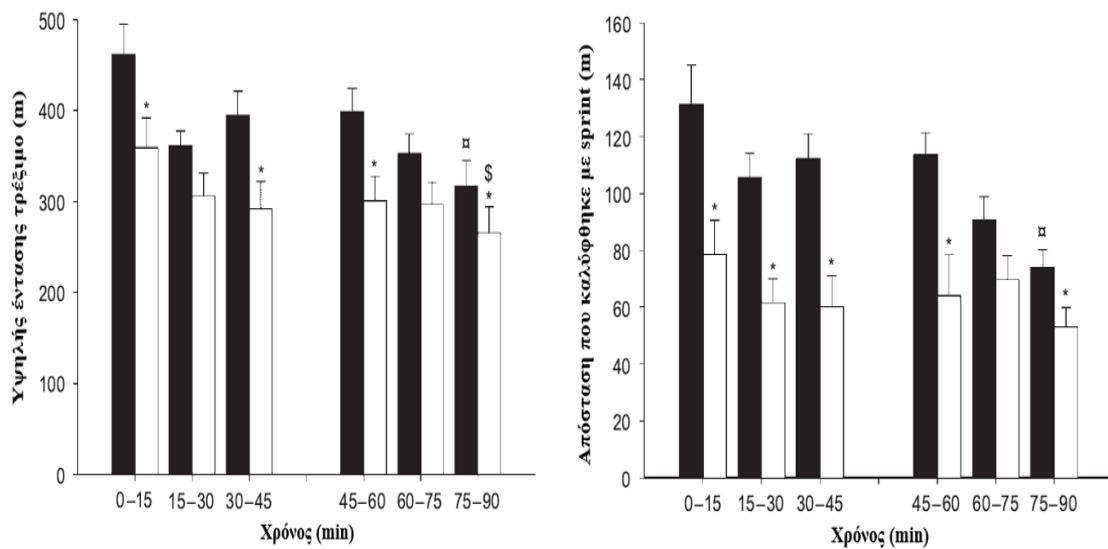
Η χρονική ανάλυση ταχυτήτων κατά τη διάρκεια των ποδοσφαιρικών αγώνων, δηλαδή το πόσο χρόνο παραμένει ο κάθε ποδοσφαιριστής σε συγκεκριμένες ταχύτητες, μπορεί να δώσει χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τις ενεργειακές απαιτήσεις του αθλήματος, όσο και για το επίπεδο

φυσικής κατάστασης στο οποίο βρίσκεται ο κάθε ποδοσφαιριστής (Bradley et al., 2009). Έτσι, αυτά τα στοιχεία μπορούν να βοηθήσουν τον εκάστοτε προπονητή για την κατάλληλη διαμόρφωση της προπόνησης, όπως επίσης και για την ανάπτυξη δοκιμών (test) απόδοσης (Bradley et al., 2009; Drust, Reilly, & Cable, 2000).

Έχει καταμετρηθεί ότι οι επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια ενός αγώνα διανύουν 10-12 χλμ. Κατά τη διάρκεια αυτών των αποστάσεων, οι εντάσεις εναλλάσσονται κάθε 4-6 δευτερόλεπτα, καθιστώντας τον τύπο του αθλήματος διαλειμματικό. Συνολικά, υπολογίζονται 1350 εναλλαγές, όπου από αυτές, πάνω από 220 είναι σε υπερμέγιστες εντάσεις (Mohr et al., 2003; Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2005). Σε όλες αυτές τις υψηλές εντάσεις επιβαρύνεται κυρίως το αναερόβιο σύστημα (Mohr et al., 2005; Reilly, 1997).

Η συνολική απόσταση, το τρέξιμο υψηλής έντασης και η εκρηκτική ταχύτητα είναι μειωμένα στο δεύτερο ημίχρονο σε σύγκριση με το πρώτο (Mohr et al., 2003, 2005). Αυτό υποδηλώνει την κόπωση που επέρχεται κατά την εξέλιξη του παιχνιδιού. Οι Mohr και συνεργάτες (2003) ανέλυσαν τον αγώνα ανά 15λεπτα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο οι επαγγελματίες παίκτες, όσο και οι μέτριοι παίκτες, καλύπτουν σημαντικά μικρότερη απόσταση σε εντάσεις υψηλής έντασης και εκρηκτικής ταχύτητας στα τελευταία 15min του αγώνα (Σχήμα 2.3). Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι οι ποδοσφαιριστές παρουσιάζουν κόπωση αμέσως μετά από έντονες ενέργειες, η οποία αποκαθίσταται μετά από μικρό διάστημα (Mohr et al., 2003, 2005).

Οι Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Coutts και Wisløff (2009)



Σχήμα 2.3. Μέτρα που καλύφθηκαν με υψηλή ένταση τρέξιμο (αριστερά) και εκρηκτική ταχύτητα (δεξιά) από επαγγελματίες (μαύρο) και μέτριους (λευκό) ποδοσφαιριστές για κάθε 15min του αγώνα. Βασισμένο στους Mohr και συνεργάτες (2003).

πραγματοποίησαν χρονική ανάλυση των πέντε καλύτερων και των πέντε χειρότερων (με βάση την τελική βαθμολογία κατάταξης του πρωταθλήματος) ομάδων της πρώτης κατηγορίας της Ιταλίας. Η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης μελέτης έγκειται στο ότι δεν μέτρησαν μόνο την απόδοση στις διάφορες ταχύτητες κατά τη διάρκεια των αγώνων, αλλά προσπάθησαν να τα συγκρίνουν και με την απόδοση στα τεχνικά χαρακτηριστικά. Τα σημαντικότερα ευρήματα ήταν ότι πέρα από τη μείωση των ενεργειών υψηλής έντασης και της εκρηκτικής ταχύτητας στο πέρασμα του αγώνα, το οποίο ήταν γνωστό (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, & Impellizzeri, 2007a), μειώθηκε και η ικανότητα εκτέλεσης διαφόρων τεχνικών χαρακτηριστικών. Η μείωση των ενεργειών υψηλής έντασης στο δεύτερο ημίχρονο σε σύγκριση με το πρώτο οφείλεται στη κόπωση που επέρχεται στο πέρασμα του αγώνα. Πράγματι, ποδοσφαιριστές που παρατηρήθηκαν να έχουν καλύψει μικρότερη απόσταση σε υψηλές εντάσεις στο πρώτο ημίχρονο, ήταν σε θέση να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις υψηλής έντασης στο δεύτερο ημίχρονο

(Rampinini et al., 2007a). Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά, η ομάδα που παρουσίασε μεγαλύτερη κόπωση αποδείχθηκε ότι είχε μικρότερη συμμετοχή στη μπάλα, όπως επίσης και λιγότερες μεταβιβάσεις και μάλιστα ανεπιτυχείς, σε αντίθεση με την ομάδα που εμφάνισε λιγότερη κόπωση, της οποίας δεν φάνηκαν να μειώνονται οι επιδόσεις στα συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (Rampinini et al., 2007a).

Αν και υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ερευνών, οι οποίες μπορεί να οφείλονται είτε στη μέθοδο συλλογής δεδομένων, είτε στο τρόπο παιχνιδιού των ομάδων (Krustrup et al., 2003), είναι φανερό ότι από τη συνολική διανυθείσα απόσταση, η οποία υπολογίζεται μεταξύ 10-12 χιλιομέτρων (Di Salvo et al., 2007; Mohr et al., 2003), το τρέξιμο χαμηλής έντασης αποτελεί τη συντριπτική πλειοψηφία ενός αγώνα ποδοσφαίρου (Jastrzebski et al., 2013). Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από τη σύγκριση του τρεξίματος χαμηλής έντασης, το οποίο αντιπροσωπεύει κυρίως τον αερόβιο μεταβολισμό, με το τρέξιμο υψηλής έντασης και την

εκρηκτική ταχύτητα, τα οποία με τη σειρά τους αντιπροσωπεύουν τον αναερόβιο μεταβολισμό ή ένα μείγμα αερόβιου με αναερόβιο μεταβολισμό.

Είναι αποδεδειγμένο ότι η καρδιοαναπνευστική αντοχή των ποδοσφαιριστών είναι στενά συνδεδεμένη με την απόσταση που μπορεί να καλύψει ο ποδοσφαιριστής σε ταχύτητα υψηλής έντασης (Krustrup et al., 2003). Πέρα από την απόδοση, όμως, των αθλητών σε υψηλές εντάσεις, υπάρχουν πολλοί ακόμα παράγοντες που παίζουν καταλυτικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα ενός παιχνιδιού. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, είναι δυνατόν να μετράμε με ακρίβεια πολλές ενέργειες των ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια των αγώνων, είτε αυτές είναι με μπάλα, είτε χωρίς. Παρακάτω, παρατίθενται οι Πίνακες 2.1, 2.2 και 2.3, οι οποίοι συνοψίζουν πληθώρα δεδομένων για τη διάρκεια και τη συχνότητα των ενεργειών που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των παιχνιδιών. Η χρονική ανάλυση των παιχνιδιών είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τους προπονητές, έτσι ώστε να πετύχουν την μέγιστη βελτίωση των ποδοσφαιριστών.

2.3.2 Ενεργειακές απαιτήσεις στο ποδόσφαιρο

Η άμεση παρακολούθηση των ενεργειακών πηγών στο ποδόσφαιρο κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού είναι δύσκολη, καθώς απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό και επηρεάζει τον τρόπο παιχνιδιού των παικτών. Ένας εναλλακτικός τρόπος παρακολούθησης της έντασης παιδιάς των παικτών κατά τη διάρκεια των αγώνων είναι η καταγραφή της καρδιακής τους συχνότητας και εν συνεχεία η πρόβλεψη των ενεργειακών απαιτήσεων με βάση την ατομική σχέση HR-μέγιστης αερόβιας ταχύτητας και $\dot{V}O_2$ (Drust και συν., 2000).

Οι Jastrzebski και συνεργάτες (2013) επιχείρησαν να ελέγξουν τις επιπτώσεις που θα είχε στην αερόβια ικανότητα, στη ταχύτητα, στην αντοχή της ταχύτητας και στην ισχύ των ποδοσφαιριστών η προπόνηση που θα εφαρμόζαν κατά τη διάρκεια μιας ποδοσφαιρικής χρονιάς. Η προπόνηση περιελάμβανε 15 διαφορετικές κατηγορίες ασκήσεων (ασκήσεις προθέρμανσης, ασκήσεις δύναμης, ασκήσεις αντοχής κτλ.) και, με βάση την καρδιακή συχνότητα, τα προπονητικά φορτία κατηγοριοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες ως εξής: (α) αερόβια απόδοση, (β) αερόβια-αναερόβια απόδοση, (γ) αναερόβια γαλακτική απόδοση και (δ) αναερόβια αγαλακτική απόδοση. Η συμμετοχή της κάθε κατηγορίας για την κάθε περίοδο αποτυπώνεται αναλυτικά στον Πίνακα 2.4.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η σχετική μέγιστη ισχύς και η αντοχή στη ταχύτητα παρουσίασαν σημαντική αύξηση στο τέλος της χρονιάς, όχι όμως και η ταχύτητα στα 30m. Αντίθετα, η ταχύτητα στα 5m παρουσίασε σημαντική μείωση. Όσον αφορά την αερόβια ικανότητα, οι ερευνητές δεν παρατήρησαν αλλαγές στις τιμές της $\dot{V}O_{2max}$, της σχέσης HR/AnT (Καρδιακή Συχνότητα / Αναερόβιο Κατώφλι) και του ποσοστού της HR_{max} στο αναερόβιο κατώφλι. Εντούτοις, στη μέση της χρονιάς, οι παίκτες που έπαιζαν ως βασικοί στην ομάδα τους σημείωσαν σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση στις μετρήσεις της $\dot{V}O_{2max}$, σε σχέση με τους αναπληρωματικούς συμπαίκτες τους (Jastrzebski et al., 2013).

Οι συγγραφείς, καταρχήν, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο προπονητικό πρόγραμμα εκπλήρωσε τον πρωταρχικό του στόχο, ο οποίος ήταν η διατήρηση ή η αύξηση της

Πίνακας 2.1. Χωροχρονική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων με βάση τη θέση που αγωνίζεται ο εκάστοτε ποδοσφαιριστής.

Αναφορά		Ταχύτητα (km/h)	ΚΑ (m)	ΠΑ (m)	Κ (m)	ΠΚ (m)	Ε (m)	ΣΥΝΟΛΟ (m)
Minano-Espin et al., 2017	Real Madrid	21.1-24	180 ± 65	304 ± 90	253 ± 87	354 ± 88	269 ± 86	269 ± 104
		>24	161 ± 91	374 ± 144	179 ± 95	320 ± 132	235 ± 99	245 ± 141
	Αντίπαλη Ομάδα	21.1-24	192 ± 74	341 ± 100	284 ± 96	382 ± 109	297 ± 103	285 ± 114
		>24	164 ± 87	320 ± 143	196 ± 113	361 ± 158	306 ± 138	248 ± 145
Carling et al., 2012	Στατικός (%)	0-0.6	2.0 ± 0.9	1.6 ± 0.8	1.6 ± 1.0	1.7 ± 1.0	1.6 ± 0.9	1.7 ± 0.9
	Περπάτημα (%)	0.7-7.1	62.7 ± 2.7	61.3 ± 3.6	56.9 ± 3.0	62.2 ± 4.9	64.3 ± 2.4	61.3 ± 4.3
	Τρέξιμο (%)	7.2-14.3	30 ± 2.4	30.2 ± 3.2	32.7 ± 2.3	29.4 ± 4.4	28.9 ± 2.3	30.3 ± 3.4
	Γρήγορο Τρέξιμο (%)	14.4-19.7	5.3 ± 0.9	6.9 ± 1.1	8.9 ± 1.5	6.7 ± 1.2	5.2 ± 0.8	6.7 ± 1.7
Bradley et al., 2009	Συνολικό		9885 ± 555	10710 ± 589	11450 ± 608	11535 ± 933	10314 ± 1175	
	Γρήγορο Τρέξιμο	>14.4	1834 ± 256	2605 ± 387	2825 ± 473	3138 ± 565	2341 ± 575	
	Πολύ Γρήγορο τρέξιμο	>19.8	603 ± 132	984 ± 195	927 ± 245	1214 ± 251	955 ± 239	
	Ταχύτητα	>25.1	152 ± 50	287 ± 98	204 ± 89	346 ± 115	264 ± 87	
	Μέγιστη Ταχύτητα (m/s)		7.31 ± 0.30	7.74 ± 0.24	7.52 ± 0.32	7.93 ± 0.31	7.76 ± 0.28	
	Αποκατάσταση (s)		101 ± 15	74 ± 23	62 ± 19	51 ± 16	73 ± 22	
Di Salvo et al., 2007	Αργό Τρέξιμο	0-11	7080 ± 420	7012 ± 377	7061 ± 272	6960 ± 601	6958 ± 438	
	Τρέξιμο	11.1-14	1380 ± 232	1590 ± 257	1965 ± 288	1743 ± 309	1562 ± 295	
	Γρήγορο Τρέξιμο	14.1-19	1257 ± 244	1730 ± 262	2116 ± 369	1987 ± 412	1683 ± 413	
	Πολύ Γρήγορο Τρέξιμο	19.1-23	397 ± 114	652 ± 179	627 ± 184	738 ± 174	621 ± 161	
	Ταχύτητα	>23	215 ± 100	402 ± 165	248 ± 116	446 ± 161	404 ± 140	
	ΑΚΕΧ		119 ± 67	220 ± 99	230 ± 92	286 ± 114	212 ± 92	
	ΑΚΕΧ (%)		1.2 ± 0.6	1.9 ± 0.9	1.9 ± 0.8	2.4 ± 1.1	1.9 ± 0.8	

ΑΚΕΧ = Απόσταση που Καλύφθηκε Εκτός Χώρου, είναι η απόσταση που διένυσε ο ποδοσφαιριστής σε περιοχές εκτός δικιάς του εμβέλειας, ΚΑ = Κεντρικός Αμυντικός, ΠΑ = Πλάγιος Αμυντικός, Κ = Κεντρικός, ΠΚ = Πλάγιος Κεντρικός, Ε = Επιθετικός.

Πίνακας 2.2. Χρονοχωρική ανάλυση διαφόρων ταχυτήτων μεταξύ των δύο ημιχρόνων και μέτρηση ορισμένων δεξιοτήτων με μπάλα.

Αναφορά		Ταχύτητα (km/h)	Ημίχρονα	Αύγουστος (m)	Οκτώβρης (m)	Δεκέμβρης (m)	Μάρτιος (m)
Silva et al., 2013 ^a	Μέτριο Τρέξιμο	15	1°	399 ± 49	365 ± 52	367 ± 50	552 ± 163
			2°	437 ± 156	397 ± 23	361 ± 67	490 ± 160
	Γρήγορο Τρέξιμο	18	1°	190 ± 34	189 ± 34	210 ± 43	338 ± 104
			2°	229 ± 77	200 ± 30	219 ± 22	322 ± 89
	Ταχύτητα	30	1°	46 ± 12	50 ± 19	53 ± 26	124 ± 50
			2°	52 ± 28	46 ± 12	59 ± 16	82 ± 30
Aslan et al., 2012 ^b	Ημίχρονα	0 – 12km/h	Ταχύτητα 12.1 – 18km/h	> 18.1km/h	Συγκέντρωση Γαλακτικού		
	1° Ημίχρονο (m)	3377	1178	591	< 2mmol•L ⁻¹	2 – 4mmol•L ⁻¹	> 4mmol•L ⁻¹
	2° Ημίχρονο (m)	3200	1025	529	3377 ± 452	549 ± 179	1220 ± 303
					3206 ± 412	478 ± 158	1070 ± 292
Bloomfield et al., 2007 ^c		Επιθετικός	Κεντρικός	Αμυντικός	Σύνολο		
	Στροφές και ελιγμοί	748 ± 173	608 ± 207	822 ± 175	727 ± 203		
	Μεγάλη μεταβίβαση	1.3 ± 2.5	7.0 ± 6.9	9.7 ± 6.9	5.9 ± 6.7		
	Μικρή μεταβίβαση	13.9 ± 9.6	27.3 ± 28.8	9.0 ± 7.8	16.7 ± 19.3		
	Υποδοχή (δεξί)	14.8 ± 11.2	22.7 ± 20.4	11.7 ± 12.1	16.4 ± 15.5		
	Υποδοχή (αριστερό)	6.3 ± 7.6	11.0 ± 10.3	5.0 ± 8.0	7.4 ± 8.9		
	Ντρίπλιν	18.0 ± 13.4	22.7 ± 24.3	12.0 ± 12.5	17.6 ± 17.7		
		Σύνολο	102.3 ± 51.1	1397 ± 111.1	90.3 ± 47.6	110.6 ± 76.9	
Mohr et al., 2003 ^d			Ημίχρονα	18 – 29.9 (km/h)	> 30 (km/h)	Απόσταση (m)	
	Επαγγελματίες παίκτες		1°	1270 ± 70	350 ± 40	5510 ± 100	
			2°	1150 ± 80	300 ± 30	5350 ± 90	
	Μέτριοι παίκτες		1°	1010 ± 70	210 ± 30	5200 ± 140	
			2°	900 ± 60	190 ± 20	5130 ± 120	

^a Σύγκριναν τις αποστάσεις που διανύουν οι ποδοσφαιριστές σε συγκεκριμένες ταχύτητες στο πέραςμα της αγωνιστικής περιόδου.

^b Μελέτησαν τις αποστάσεις που διανύουν οι ποδοσφαιριστές όχι μόνο σε συγκεκριμένες ταχύτητες, αλλά και σε συγκεκριμένη συγκέντρωση γαλακτικού.

^c Εξέτασαν πόσες ενέργειες πραγματοποίησαν οι ποδοσφαιριστές σε διάφορες δεξιότητες με μπάλα.

^d Σύγκριναν την επίδοση στις υψηλές ταχύτητες μεταξύ επαγγελματιών και μέτριους παίκτες.

Πίνακας 2.3. Χωρική ανάλυση διαφορών ταχυτήτων ανά 5λεπτα και 15λεπτα και μέτρηση επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων.

Αναφορά	Ταχύτητα (km/h)	Απόσταση (m)	15λεπτα (m)	5λεπτα (m)	Κατοχή μπάλας (m)			
Carling et al., 2016 ^a	19.8 - 25.2	587 ± 133						
	> 25.2	184 ± 87						
	> 19.8	770 ± 206	0-15 15λεπτο	150 ± 43	Κορυφαίο 5λεπτο	95 ± 17	Κατοχή ομάδας	1 ^ο Ημίχρονο
			75-90 15λεπτο	128 ± 31	Επόμενο 5λεπτο	35 ± 11		2 ^ο Ημίχρονο
			Όλα τα 15λεπτα	123 ± 35	Όλα τα 5λεπτα	39 ± 11	Κατοχή αντιπάλου	1 ^ο Ημίχρονο
								2 ^ο Ημίχρονο
							Σύνολο	1 ^ο Ημίχρονο
								2 ^ο Ημίχρονο
							Ατομική κατοχή	
	> 80% (MAT)	2358 ± 557	0-15 15λεπτο	433 ± 120	Κορυφαίο 5λεπτο	212 ± 44		
			75-90 15λεπτο	361 ± 102	Επόμενο 5λεπτο	112 ± 39		
			Όλα τα 15λεπτα	353 ± 79	Όλα τα 5λεπτα	121 ± 22		
	> 100% (MAT)	1286 ± 427						
	80 - 100% (MAT)	1073 ± 275						

		Ταχύτητα (km/h)	Απόσταση (m)	Ημίχρονο	Επιτάχυνση	Επιβράδυνση
Dalen et al., 2016 ^b	Περπάτημα	0 – 7.1	3903 ± 285	Αριθμός	1 ^ο	38 ± 12
	Τρέξιμο	7.2 – 14.3	4569 ± 582		2 ^ο	37 ± 12
	Γρήγορο Τρέξιμο	14.4 – 19.7	1727 ± 489	Απόσταση	1 ^ο	304 ± 147
	Πολύ Γρήγορο Τρέξιμο	19.8 – 25.2	847 ± 349	(m)	2 ^ο	298 ± 146
	Ταχύτητα	> 25.2	214 ± 130			
	Σύνολο		11046 ± 1015			

^a Υπολόγισαν πόσα μέτρα διένυσαν οι ποδοσφαιριστές σε ταχύτητες >19.8km/h και >80% της MAT ανά 15min και ανά 5min. Επίσης, για ταχύτητες >19.8km/h υπολόγισαν πόσα μέτρα διένυσαν οι ποδοσφαιριστές με βάση το ποια ομάδα είχε στην κατοχή της την μπάλα, MAT = Μέγιστη Αερόβια Ταχύτητα.

^b Μέτρησαν τον αριθμό και τις αποστάσεις των επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων στο πρώτο και δεύτερο ημίχρονο του αγώνα.

Πίνακας 2.4. Συνολική διάρκεια των ασκήσεων σε κάθε ζώνη έντασης κατά τη διάρκεια των διαφορετικών περιόδων ανάλογα με την εποχή (Jastrzebski et al., 2013).

	SPP (min)	SCS (min)	APP (min)	ACS (min)	Total (min)
AP	2522.5 (63%)	3261 (62%)	812 (52%)	3647 (61%)	10242.5 (61%)
MAAP	1378 (34%)	1745 (33%)	704 (45%)	1929 (32%)	5756 (34%)
ALP	104.5 (3%)	155 (3%)	28 (2%)	286 (5%)	573.5 (3%)
ANLP	27 (1%)	104 (2%)	12 (1%)	118 (2%)	261 (2%)

SPP = Περίοδος Προετοιμασίας κατά την Άνοιξη, SCS = Αγωνιστική Περίοδος κατά την Άνοιξη, APP = Περίοδος Προετοιμασίας κατά το Φθινόπωρο, ACS = Αγωνιστική Περίοδος κατά το Φθινόπωρο, AP = Αερόβια Απόδοση, MAAP = Αερόβια-Αναερόβια Απόδοση, ALP = Αναερόβια Γαλακτική Απόδοση, ANLP = Αναερόβια Αγαλακτική Απόδοση.

αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Εν συνεχεία, προτείνουν μια δεύτερη προπονητική μονάδα υψηλής έντασης κατά τη διάρκεια της εβδομάδας στους παίκτες που παίζουν ως αναπληρωματικοί, καθώς όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της έρευνας, μία προπονητική μονάδα υψηλής έντασης δεν είναι ικανή να βελτιώσει την αερόβια ικανότητα των παικτών (Jastrzebski et al., 2013).

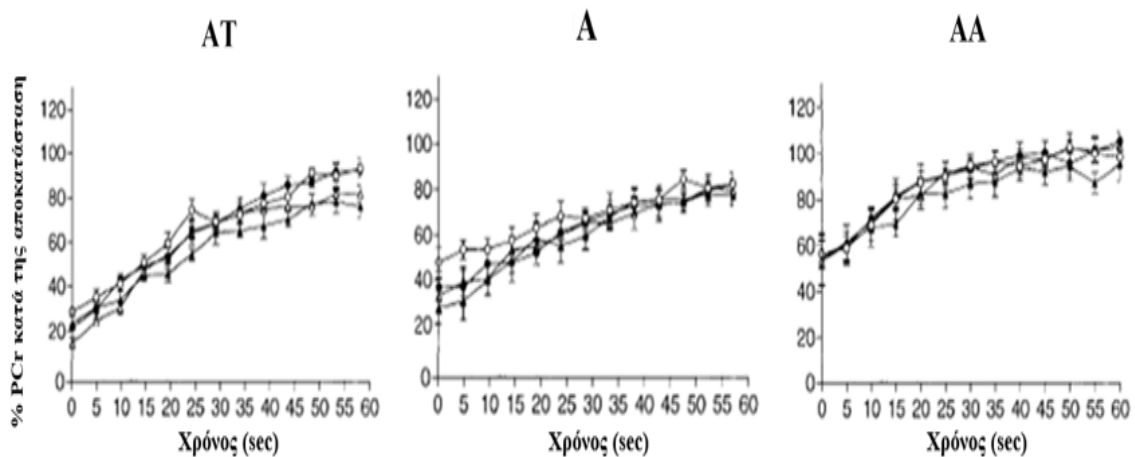
2.3.2.1 Σημασία της Αερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο

Κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, οι φυσιολογικές απαιτήσεις είναι αυξημένες, καθώς στο μεγαλύτερο μέρος ενός 90λεπτου αγώνα, η ένταση κυμαίνεται κατά μέσο όρο κοντά ή ακόμα και πάνω από το αναερόβιο κατώφλι των ποδοσφαιριστών (Jastrzebski et al., 2013). Ο ποδοσφαιριστής καλείται να καλύψει απόσταση περίπου 10 χιλιομέτρων με καρδιακού παλμούς πολύ κοντά στους μέγιστους (80-90% της HR_{max}) (Hoff et al., 2002). Το γεγονός αυτό δεν εμποδίζει τον αερόβιο μεταβολισμό να αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας (έως και 90%) για το μεγαλύτερο διάστημα του παιχνιδιού (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2007; Hoff et al., 2002; Jastrzebski et al., 2013; Mohr et al., 2003).

Πέρα από τη συνολική διανυθείσα απόσταση που καλύπτουν οι

ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, μεγάλο ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός πόσα από αυτά τα μέτρα έχουν πραγματοποιηθεί με τρέξιμο υψηλής έντασης. Με βάση έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στα μεγαλύτερα πρωταθλήματα της Ευρώπης, οι ποδοσφαιριστές καλύπτουν σχεδόν 2500m με ταχύτητες άνω των 14,4km/h, ενώ με ταχύτητες άνω των 19,8km/h πολλές φορές ξεπερνάνε τα 900m (Bradley et al., 2009; Di Salvo et al., 2007; Mohr et al., 2003). Φυσικά, οι παραπάνω τιμές επηρεάζονται από τη θέση που αγωνίζεται ο εκάστοτε ποδοσφαιριστής και από το πρωτάθλημα (Πίνακας 2.1).

Καθώς η $\dot{V}O_{2max}$ είναι στενά συνδεδεμένη με τον δείκτη εκτίμησης της αερόβιας ικανότητας, μερικοί ερευνητές προτείνουν ότι η $\dot{V}O_{2max}$ των ποδοσφαιριστών πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 58-65ml•kg⁻¹•min⁻¹ (Helgerud et al., 2001; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000), ενώ το αναερόβιο κατώφλι πρέπει να βρίσκεται κοντά στο 80% της $\dot{V}O_{2max}$ (Reilly, 2005). Έτσι, η $\dot{V}O_{2max}$ και το αναερόβιο κατώφλι πρέπει να είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένα στους ποδοσφαιριστές (Jastrzebski et al., 2013). Πράγματι, έχει βρεθεί άμεση σχέση μεταξύ της $\dot{V}O_{2max}$ και της απόστασης που καλύψανε οι ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια του αγώνα. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι ομάδες με υψηλότερες τιμές $\dot{V}O_{2max}$



Σχήμα 2.4. Επανασύνθεση PCr μετά από 4 διαδοχικές μέγιστες ισομετρικές συστολές, σε Αθλητές Ταχύτητας (AT), Ανεκπαίδευτους (A) και Αθλητές Αντοχής (AA) (Johansen & Quistorff, 2003).

τερμάτισαν αντίστοιχα σε υψηλότερες θέσεις στο βαθμολογικό πίνακα σε σχέση με τις υπόλοιπες που είχαν χαμηλότερη τιμή $\dot{V}O_{2max}$ (Hoff et al., 2002).

Η $\dot{V}O_{2max}$, όμως, δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας που καθορίζει την αερόβια ικανότητα ενός ποδοσφαιριστή. Σημαντικοί παράγοντες, ακόμη, είναι το αναερόβιο κατώφλι, όπως επίσης και η οικονομία τρεξίματος (Pate & Kriska, 1984). Το αναερόβιο κατώφλι αποτελεί εκείνη την ένταση όπου παρατηρείται ίση ποσότητα παραγωγής και απομάκρυνσης του γαλακτικού (Helgerud, Ingjer, & Strømme, 1990). Εξαρτάται κατά πολύ από την $\dot{V}O_{2max}$, ενώ όταν εκφράζεται σε ποσοστό της $\dot{V}O_{2max}$, οι αλλαγές δεν μπορεί να είναι μεγάλες (Hoff et al., 2002). Καθώς είναι πολύ δύσκολο η ένταση να διατηρηθεί ακριβώς στο αναερόβιο κατώφλι, οι ποδοσφαιριστές εργάζονται είτε πάνω, είτε κάτω από αυτό. Εντάσεις πάνω από το αναερόβιο κατώφλι οδηγούν σε αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού, με αποτέλεσμα ο ποδοσφαιριστής να αναγκάζεται εν συνεχεία να μειώσει την ένταση έτσι ώστε να απομακρυνθεί το γαλακτικό (Helgerud et al., 2001; Hoff et al., 2002).

Άτομα με παρόμοιες τιμές $\dot{V}O_{2max}$, είναι πιθανόν να αποδίδουν εν τέλει διαφορετικό υπομέγιστο έργο, γεγονός το οποίο συμβαίνει λόγω διαφοράς στην οικονομία τρεξίματός τους (Helgerud et al., 1990). Το στοιχείο αυτό μας δείχνει ότι η ενεργειακή οικονομία είναι σημαντική παράμετρος για την απόδοση των αθλητών. Βελτιώνεται με τη διαλειμματική προπόνηση, καθώς βελτιώνεται και η $\dot{V}O_{2max}$ (Helgerud et al., 2001), όπως επίσης και με προπόνηση μέγιστης δύναμης, όπου η $\dot{V}O_{2max}$ παραμένει σταθερή (Hoff et al., 2002).

Άλλος ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο η αερόβια ικανότητα πρέπει να είναι ανεπτυγμένη στους ποδοσφαιριστές είναι επειδή μειώνει τον χρόνο αναδόμησης των αναερόβιων πηγών ενέργειας (Haseler et al., 1999, 2007). Σε έρευνα των Johansen και Quistorff (2003), συγκρίθηκε η επανασύνθεση της PCr μετά από τέσσερις διαδοχικές μέγιστες ισομετρικές συστολές μεταξύ ανεκπαίδευτων, αθλητών ταχύτητας και αθλητών αντοχής. Στους ανεκπαίδευτους (26,4 sec) και στους αθλητές ταχύτητας (22,5 sec) χρειάστηκε σχεδόν ο διπλάσιος χρόνος σε σχέση με τους αθλητές αντοχής (12,5 sec) (Σχήμα 2.4.). Όπως προαναφέρθηκε, η επανασύνθεση

της PCr έχει άμεση σχέση με την πυκνότητα και τον αριθμό των τριχοειδών αγγείων, βελτιώνοντας έτσι τη μεταφορά του αίματος, όπως επίσης και με τη μεταφορά και χρήση του οξυγόνου από τους ενεργούς μυς (Andersen & Henriksson, 1977; Karatzaferi et al., 2001; Tesch et al., 1985; Tesch & Wright, 1983). Στοιχεία που βελτιώνονται κυρίως με την αερόβια προπόνηση. Αυτό το γεγονός, ίσως οδηγήσει σε πιο γρήγορη ανάκαμψη των ποδοσφαιριστών μετά από εκρηκτικές ενέργειες, διατηρώντας έτσι την υψηλή ένταση και απόδοσή τους για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Πράγματι, σε μία έρευνα των Mohr και συνεργατών (2003) που συγκρίθηκαν παίκτες υψηλού επιπέδου (champion league) με μέτριους παίκτες (πρωτάθλημα Δανίας), οι παίκτες υψηλού επιπέδου κάλυψαν 28% μεγαλύτερη απόσταση με τρέξιμο υψηλής έντασης και 58% μεγαλύτερη απόσταση με εκρηκτική ταχύτητα από τους μέτριους παίκτες.

2.3.2.2 Σημασία της Αναερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο

Αν και ο αερόβιος μεταβολισμός αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας στο ποδόσφαιρο, εντούτοις, η αξία του αναερόβιου μεταβολισμού δεν μπορεί να αμφισβητηθεί. Έχει βρεθεί ότι για την επίτευξη ή μη των γκολ και των τελικών μεταβιβάσεων σε αγώνες επαγγελματικής κατηγορίας, οι ποδοσφαιριστές συμμετέχουν, με και χωρίς την μπάλα, σε ενέργειες υψηλής έντασης και ταχύτητας, καθιστώντας τον αναερόβιο αερακτικό μεταβολισμό ως κύρια πηγή ενέργειας για αυτές τις δραστηριότητες (Faude et al., 2012). Άλλο ένα μεγάλο πλεονέκτημα της αναερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών είναι ότι μπορεί να δώσει επιπρόσθετες επιλογές στον προπονητή για τον τρόπο οργάνωσης

του παιχνιδιού της ομάδας (π.χ. αντεπιθέσεις) και αυτό να οδηγήσει εν τέλει στην επιτυχία της (Tenga, Holme, Ronglan, & Bahr, 2010). Επίσης, λόγω της βελτίωσης της τεχνολογίας, υπάρχει η δυνατότητα να μετρηθούν και άλλα χαρακτηριστικά της ταχύτητας, όπως η επιτάχυνση (Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & Di Prampero, 2010). Αυτό μας οδηγεί στον συνυπολογισμό και άλλων παραμέτρων στους αθλητές, τα οποία είναι καθοριστικά για την απόδοσή τους, και όχι μόνο την ταχύτητά τους (Di Salvo et al., 2007; Rampinini et al., 2009). Συμπερασματικά, ο αναερόβιος μεταβολισμός είναι πολύ χρήσιμος και μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία μιας ομάδας (Castagna, Francini, Ponoas, & D'Ottavio, 2017).

Άλλο ένα γεγονός που υποδηλώνει την ενεργοποίηση του μεταίχμιου της προπονητικής ζώνης αερόβιου-αναερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια του ποδοσφαιρικού αγώνα είναι οι τιμές του γαλακτικού, καθώς μπορούν να φτάσουν μέχρι και $10\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Krustrup et al., 2006; Reilly, 1997). Παρ' όλα αυτά, οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ κόπωσης και συγκέντρωσης γαλακτικού (Krustrup et al., 2003, 2006; Mohr et al., 2004b). Εξετάζοντας τον αγώνα σε περιόδους 15min, πράγματι έχει υπολογιστεί ότι ενέργειες υψηλής έντασης είναι μειωμένες στο τελευταίο 15λεπτο (Krustrup et al., 2006; Mohr et al., 2003). Επίσης, η ικανότητα εκτέλεσης ταχυτήτων, αλμάτων και διαλειμματικής άσκησης είναι σημαντικά μικρότερη μετά το τέλος του αγώνα, από ότι είναι πριν από αυτόν (Mohr, Krustrup, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004a; Mohr et al., 2005). Ένας πιθανός παράγοντας για τις περιόδους σύντομης κόπωσης που παρουσιάζουν οι ποδοσφαιριστές

προτείνεται ότι είναι η μείωση των αποθεμάτων του μυϊκού γλυκογόνου στο τέλος των αγώνων, καθώς η υπερφόρτωση υδατανθράκων μέσω διατροφής πριν από αγώνες, οδήγησε σε μείωση της κόπωσης μετά από δραστηριότητες πολύ υψηλής έντασης (Balsom, Gaitanos, Söderlund, & Ekblom, 1999; Bangsbo, Graham, Kiens, & Saltin, 1992a). Το στοιχείο αυτό, όμως, δεν επιβεβαιώνεται από όλες τις έρευνες και εικονολογείται ότι πρέπει να παίζει ρόλο και η κεντρική νευρομυϊκή κόπωση (Jacobs, Westlin, Karlsson, Rasmusson, & Houghton, 1982a). Μια άλλη υπόθεση φαίνεται να προτείνει ότι το μυϊκό γλυκογόνο μειώνεται τελείως ή μερικώς μόνο σε ορισμένες μυϊκές ίνες, καθιστώντας το γεγονός αυτό ικανό να μειώσει την ικανότητα παραγωγής μέγιστης ισχύος των ποδοσφαιριστών (Krustrup et al., 2006).

Για τη βελτίωση της αναερόβιας ικανότητας έχουν προταθεί διάφορα είδη προπόνησης από πολλούς αξιόλογους ερευνητές. Οι Iaia και συνεργάτες (2015) πραγματοποίησαν μια έρευνα που περιελάμβανε δύο προγράμματα προπόνησης ίδια σε όγκο εργασίας, διαφορετικά όμως σε χρόνο ανάκαμψης. Το ένα πρόγραμμα περιελάμβανε 20 δευτερόλεπτα τρέξιμο μέγιστης έντασης, 6-8 επαναλήψεις, με διάλειμμα 2min (SEP), ενώ το δεύτερο πρόγραμμα περιελάμβανε τον ίδιο όγκο προπόνησης, με διάλειμμα όμως 40 δευτερολέπτων (SEM). Η προπόνηση SEP βελτίωσε την απόδοση και την ταχύτητα σε επαναλαμβανόμενες εκρηκτικές ταχύτητες, ενώ η SEM την αντοχή των μυών στην κόπωση. Η βελτίωση που προκάλεσε η προπόνηση SEP οφείλεται περισσότερο στην αναδιαμόρφωση των μυϊκών ινών και στη βελτίωση μεταφοράς των πρωτεϊνών για τη ρύθμιση του μυϊκού pH, παρά στην αύξηση της $\dot{V}O_{2\max}$ ή της λειτουργίας των μιτοχονδρίων

(Gunnarsson, Christensen, Holse, Christiansen, & Bangsbo, 2012; Iaia et al., 2008). Αντίθετα, η προπόνηση SEM οδηγεί σε μειωμένη επανασύνδεση της PCr λόγω του περιορισμένου διαλείμματος και σε αυξημένα προϊόντα αποικοδόμησης, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ενεργοποίηση της γλυκόλυσης και επομένως τη διατήρηση της ταχύτητας (Bogdanis et al., 1998; Ren & Hultman, 1990; Saraslanidis et al., 2011). Έτσι, αναλόγως των ιδιοτεροτήτων των παικτών και του τρόπου παιχνιδιού της ομάδας, ο προπονητής πρέπει να διαμορφώνει κατάλληλα το είδος της προπόνησης.

2.3.3 Αξιολόγηση Αερόβιας-Αναερόβιας ικανότητας στο ποδόσφαιρο

Καθώς το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα το οποίο απαιτεί πολύπλευρες φυσικές ικανότητες, όπως αερόβια - αναερόβια ικανότητα, αλτικότητα, μυϊκή δύναμη, ευλυγισία – ευκινησία (Aandstad & Simon, 2013; Svensson & Drust, 2005), έχουν αναπτυχθεί διάφορες δοκιμασίες οι οποίες μετράνε είτε το κάθε στοιχείο ξεχωριστά, είτε τον συνδυασμό όλων των παραπάνω. Σκοπός των δοκιμασιών είναι η αντικειμενική αξιολόγηση των φυσικών ικανοτήτων των ποδοσφαιριστών σε ατομικό επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο, ο προπονητής είναι σε θέση να γνωρίζει τα δυνατά και αδύναμα σημεία των παικτών του. Επίσης, οι δοκιμασίες χρησιμεύουν και στον αποτελεσματικό σχεδιασμό των προγραμμάτων προπόνησης. Είναι σημαντικό ο προπονητής να γνωρίζει αν και κατά πόσο ο αθλητής του βελτιώθηκε μετά από ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα προπόνησης ή αν είναι έτοιμος να επιστρέψει σε μέγιστους ρυθμούς μετά από κάποιον τραυματισμό (Svensson & Drust, 2005). Τέλος, ο προπονητής είναι έτσι σε θέση να κρατάει αρχείο για κάθε

έναν ποδοσφαιριστή (Svensson & Drust, 2005) και να είναι σίγουρος ότι οι τυχόν αλλαγές στη φυσική ικανότητα των παικτών οφείλονται όντως στο συγκεκριμένο πρόγραμμα προπόνησης (Atkinson & Nevill, 1998). Προϋπόθεση όλων αυτών αποτελεί οι δοκιμασίες να είναι αντιπροσωπευτικές των απαιτήσεων του αθλήματος (Svensson & Drust, 2005).

2.3.3.1 Εργαστηριακές δοκιμασίες

Δοκιμασία $\dot{V}O_{2max}$

Για την εργαστηριακή αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2max}$ χρησιμοποιείται το *κλειστό κύκλωμα σπιρομέτρησης*. Καθώς το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα που περιλαμβάνει τρέξιμο, η αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2max}$ των ποδοσφαιριστών είναι προτιμότερο να πραγματοποιείται σε δαπεδοεργόμετρο και όχι σε κυκλοεργόμετρο (Svensson & Drust, 2005). Το πρωτόκολλο της συγκεκριμένης δοκιμασίας συνήθως περιλαμβάνει 5min προθέρμανση, 2-3min διατάσεις κάτω άκρων, έναρξη άσκησης σε μία καθορισμένη ένταση (αναλόγως το επίπεδο του δοκιμαζόμενου) και αύξηση αυτής της έντασης κάθε 1min ωσότου ο δοκιμαζόμενος φτάσει στην εξάντληση και δεν μπορεί να συνεχίσει. Συγκεκριμένα, οι Hoff και συνεργάτες (2002) για την εκτίμηση της $\dot{V}O_{2max}$ των δοκιμαζόμενων εφάρμοσαν 3% ανηφορική κλίση στον μηχανοκίνητο διάδρομο και αύξαναν την ταχύτητα 1km/h κάθε λεπτό, έτσι ώστε η $\dot{V}O_{2max}$ να επιτευχθεί σε περίπου 5min. Οι Rampinini και συνεργάτες (2007b) εφάρμοσαν ελαφρώς διαφορετικό μοντέλο. Η δοκιμασία ξεκινούσε με 1% ανηφορική κλίση και με ταχύτητα 9km/h, με αποτέλεσμα η εξάντληση των δοκιμαζόμενων εμφανιζόταν μετά από 8-12min. Τέλος, οι Stergiopoulos, Kounalakis, Miliotis, & Geladas (2020) πραγματοποίησαν τη συγκεκριμένη

δοκιμασία χωρίς ανηφορική κλίση και αρχική επιβάρυνση 8km/h, με την ταχύτητα να αυξάνεται κατά 0,5km/h ανά 1min. Παρατηρώντας τα παραπάνω πρωτόκολλα, μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι αν και η βασική διαδικασία είναι ίδια, υπάρχουν μικρές αλλαγές αναλόγως τις ανάγκες της κάθε μελέτης. Κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας, είναι τοποθετημένη μια μονόδρομη αναπνευστική βαλβίδα στο στόμα του δοκιμαζόμενου και ένα ρινοπίεστρο, έτσι ώστε να μην μπορεί να αναπνέει από τη μύτη. Με αυτόν τον τρόπο, ο αέρας που εισπνέει και εκπνέει ο δοκιμαζόμενος μπορεί να μετρηθεί και να υπολογιστεί η κατανάλωση οξυγόνου, η οποία παρουσιάζεται αριθμητικά και απεικονίζεται γραφικά (Κλεισούρας, 2007). Η υψηλότερη τιμή που απεικονίζεται στον υπολογιστή καταγράφεται ως $\dot{V}O_{2max}$. Τέλος, επειδή το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα όπου ο αθλητής μεταφέρει το βάρος του, καλό είναι οι τιμές της $\dot{V}O_{2max}$ να εκφράζονται ως $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Κλεισούρας, 2007).

Στον Πίνακα 2.5 καταγράφονται οι τιμές της $\dot{V}O_{2max}$ των εκάστοτε ποδοσφαιρικών ομάδων, όπως αυτές είχαν μετρηθεί από διάφορους ερευνητές. Παρατηρούμε ότι, παρά το γεγονός ότι οι μετρήσεις είχαν γίνει σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, με αποτέλεσμα να έχουν χρησιμοποιηθεί και διαφορετικές μέθοδοι μέτρησης, οι τιμές φαίνεται να είναι κοντά μεταξύ τους, με τη μικρότερη τιμή να σημειώνεται το 1977 από τους Bachl και Prokop ($58.3ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) και τη μέγιστη το 1998 από τους Wisloff και συνεργάτες ($67.6ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$).

Παρά το γεγονός ότι η $\dot{V}O_{2max}$ αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση των ποδοσφαιριστών, δε μετράει την απόδοση τους σε σημαντικές πτυχές του παιχνιδιού

Πίνακας 2.5. Τιμές $\dot{V}O_{2\max}$ ποδοσφαιριστών υψηλού επιπέδου.

<u>Αναφορές</u>	<u>Ομάδα</u>	<u>$\dot{V}O_{2\max}$</u> (ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹)
Bachl & Prokop, 1977	Εθνική ομάδα Αυστρίας	58.3
Hollmann et al., 1981	Εθνική ομάδα Γερμανίας	62.0
Dickhut, Simon, Bachl, Lehman, & Keul, 1981	Ομάδα της Bundesliga	58.4
Apor, 1988	Πρωταθλήτρια Ουγγαρίας	66.6
Douge, 1988	Επαγγελματίες Παίκτες	61.0
Jankovic et al., 1993	Εθνική Κροατίας	59.9
Jones & Helms, 1993	Πρωτάθλημα Αγγλίας	62.0
Puga et al., 1993)	Ομάδα 1 ^{ης} εθνικής Πορτογαλίας	59.7
Wisloff et al., 1998	Πρωταθλήτρια Νορβηγίας	67.6
Casajus, 2001	Ισπανικό πρωτάθλημα	65.5

Βασισμένο στους Reilly και συνεργάτες (2000) και Reilly (2005).

(Bangsbo & Lindquist, 1992; Svensson & Drust, 2005). Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, ο ποδοσφαιριστής αναγκάζεται να πραγματοποιεί διακοπτόμενα ενέργειες υψηλής έντασης, ενώ κατά τη μέτρηση της $\dot{V}O_{2\max}$ παρατηρείται μία συνεχόμενη άσκηση αυξανόμενης έντασης, που όμως ποτέ δεν φτάνει τις εκρηκτικές ενέργειες που εκτελούνται στον αγώνα (Svensson & Drust, 2005). Αυτό οδηγεί και σε διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις. Συγκεκριμένα, οι διακοπτόμενες ενέργειες υψηλής έντασης προϋποθέτουν ενέργεια που προέρχεται από τα ήδη υπάρχοντα αποθέματα και παροχή οξυγόνου εντός του ενεργού μυός (Bangsbo, Gibala, Krusturp, Lez-Alonso, & Saltin, 2002), αντίθετα, η $\dot{V}O_{2\max}$ ξέρουμε ότι δεν περιορίζεται από περιφερικούς παράγοντες (Boushel et al., 2011; Calbet et al., 2015; Lundby & Montero, 2015).

Γαλακτικό Κατώφλι

Όπως στην αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2\max}$, έτσι και στο αναερόβιο κατώφλι, οι ποδοσφαιριστές είναι προτιμότερο να εκτελούν τις δοκιμασίες σε δαπεδοεργόμετρο. Το πρωτόκολλο της συγκεκριμένης δοκιμασίας έχει ως εξής: ο δοκιμαζόμενος, μετά από μία σύντομη προθέρμανση, ξεκινάει την άσκηση σε μία υπομέγιστη ένταση (αναλόγως το

επίπεδο του δοκιμαζόμενου), μένει σε αυτήν την ένταση για 5min, 1min διάλειμμα στη συνέχεια για λήψη αίματος και συνεχίζει για τα επόμενα 5min με αυξημένη ένταση. Η συγκεκριμένη διαδικασία επαναλαμβάνεται 5-8 φορές, ωστόσο ο δοκιμαζόμενος φτάσει στην εξάντληση (Κλεισούρας, 2007).

Το πρωτόκολλο της άσκησης, και συγκεκριμένα η διάρκεια κατά την οποία μένει ο δοκιμαζόμενος σε κάθε στάδιο, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αξιοπιστία της μέτρησης. Όσο μικρότερη είναι αυτή η διάρκεια, τόσο μικρότερη είναι η συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα με τη συγκέντρωση που πραγματικά παράγεται στους ενεργούς μυς (Foxdal, 1996).

2.3.3.2 Δοκιμασίες πεδίου

Παλίνδρομο Τρέξιμο 20m

Το Παλίνδρομο Τρέξιμο 20m είναι μία δοκιμασία πεδίου, στο οποίο οι ποδοσφαιριστές καλούνται να διανύσουν μία απόσταση 20m πολλές φορές. Καθώς η δοκιμασία εξελίσσεται και ο ποδοσφαιριστής περνάει από το ένα στάδιο στο άλλο, ο χρόνος λιγοστεύει, με αποτέλεσμα να αυξάνει την ταχύτητά του, έτσι ώστε να προλάβει να καλύψει την απόσταση των 20m. Ο χρόνος αυτός ρυθμίζεται με ένα ηχητικό σήμα και έτσι

ο ποδοσφαιριστής προσαρμόζει την ταχύτητά του. Η δοκιμασία τερματίζεται όταν ο ποδοσφαιριστής δεν προλάβει να διανύσει την απόσταση των 20m στο προκαθορισμένο χρόνο δύο συνεχόμενες φορές ή δεν μπορεί να συνεχίσει άλλο. Με βάση την απόσταση που καλύφθηκε από τον δοκιμαζόμενο, γίνεται μια εκτίμηση της $\dot{V}O_{2max}$ (Svensson & Drust, 2005).

Τα πλεονεκτήματα αυτής της δοκιμασίας είναι ότι μπορούν σε αυτήν να συμμετέχουν ταυτόχρονα πάνω από ένας αθλητής, είναι απλή στην κατανόησή της και απαιτεί ελάχιστο εξοπλισμό. Όμως, σε σχέση με την εργαστηριακή δοκιμασία της $\dot{V}O_{2max}$, πραγματοποιείται μόνο μια εκτίμηση της $\dot{V}O_{2max}$ και όχι αναλυτική καταγραφή της $\dot{V}O_2$ (Svensson & Drust, 2005). Επίσης, άλλη μία σημαντική διαφορά είναι ότι η μέγιστη αερόβια ταχύτητα παρουσιάζει διαφορετικές τιμές στην εργαστηριακή δοκιμασία, από ότι στην υπαίθρια. Πιο αναλυτικά, οι Stergiopoulos και συνεργάτες (2020) παρατήρησαν ότι στην εργαστηριακή δοκιμασία, η ταχύτητα ήταν δύο χιλιόμετρα υψηλότερη από ό,τι στην υπαίθρια δοκιμασία. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε από τους ερευνητές στο γεγονός ότι κατά το παλίνδρομο τρέξιμο 20m, ο αθλητής αναγκάζεται να πραγματοποιεί συνεχείς επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το ενεργειακό κόστος και να περιορίζεται η μέγιστη αερόβια ταχύτητα.

Yo-Yo Test

Το Yo-Yo Test δημιουργήθηκε για την αξιολόγηση της ικανότητας των ποδοσφαιριστών να εκτελούν επαναλαμβανόμενη άσκηση υψηλής έντασης, καθώς επίσης και για την ικανότητα αποκατάστασης μετά από έντονη άσκηση. Η συγκεκριμένη δοκιμασία είναι ίδια με το Παλίνδρομο

Τρέξιμο 20m, με τη διαφορά ότι ο ποδοσφαιριστής κάνει ένα διάλειμμα αφού έχει τρέξει 2 φορές από 20m (Svensson & Drust, 2005).

Οι Krustup και συνεργάτες (2003) προσπάθησαν να ελέγξουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του Yo-Yo Test. Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου από την Δανία και πραγματοποίησαν δύο Yo-Yo Test, με μία εβδομάδα απόσταση το ένα με το άλλο, χωρίς να βρεθεί διαφορά στην απόδοση. Επίσης, οι ποδοσφαιριστές που είχαν υψηλή απόδοση στο Yo-Yo Test παρουσίασαν μεγαλύτερη συμμετοχή σε άσκηση υψηλής έντασης κατά τη διάρκεια του αγώνα. Όσον αφορά την εξέλιξη των ποδοσφαιριστών, βρήκαν ότι είχαν καλύτερες τιμές λίγο πριν ξεκινήσει η ποδοσφαιρική χρονιά, από ό,τι είχαν πριν την έναρξη της προετοιμασίας (Krustup et al., 2003; Svensson & Drust, 2005).

Από τις τιμές της καρδιακής συχνότητας και της συγκέντρωσης του γαλακτικού που καταγράφηκαν μετά το τέλος της δοκιμασίας, είναι φανερό ότι συμμετέχει τόσο η αερόβια οδός, όσο και η αναερόβια γλυκόλυση. Επίσης, παρατηρήθηκαν χαμηλές τιμές φωσφοκρεατίνης, γεγονός που υποδηλώνει τη συμμετοχή και του φωσφορογόνου συστήματος. (Svensson & Drust, 2005).

2.3.4 Είδη Προπόνησης

Καθώς το ποδόσφαιρο εξελίσσεται ως άθλημα, δημιουργούνται όλο και περισσότερες μέθοδοι προπόνησης για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αύξηση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Για την σαφέστερη παράθεσή τους, τα διάφορα είδη προπόνησης θα διακριθούν παρακάτω σε τρεις βασικές κατηγορίες (τρέξιμο χωρίς μπάλα, αγωνιστικά τετράγωνα, ειδική προπόνηση) και θα

αναλυθούν τόσο για συνεχόμενη, όσο και για διαλειμματική άσκηση σε κάθε κατηγορία.

2.3.4.1 Τρέξιμο χωρίς μπάλα

Το *Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα (Running Training – RT)* αποτελεί την πιο κλασική μορφή προπόνησης για τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών και είναι η μέθοδος εκείνη που χρησιμοποιούνταν κατά κύριο λόγο παλιότερα (Reilly, 2005). Παρ' όλα αυτά, το επιστημονικό ενδιαφέρον για τη μέθοδο αυτή έχει αποτυπωθεί και σε νεότερες μελέτες, οι οποίες μελέτησαν τις παραμέτρους του συγκεκριμένου είδους προπόνησης, κυρίως σε μηχανοκίνητο διάδρομο. Οι Helgerud και συνεργάτες (2007) πραγματοποίησαν μία μελέτη εφαρμόζοντας τέσσερα διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης: (α) 45min στο 70% της HR_{max} , (β) 24,25min στο 85% της HR_{max} (γαλακτικό κατώφλι) (γ) 15 x 15 δευτερόλεπτα στο 90-95% της HR_{max} , με ενεργητικό διάλειμμα 15 δευτερολέπτων (70% της HR_{max}) και (δ) 4 x 4min στο 90-95% της HR_{max} , με ενεργητικό διάλειμμα 3min (70% της HR_{max}). Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν τα παραπάνω πρωτόκολλα 3 φορές της εβδομάδα, για 8 εβδομάδες και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η $\dot{V}O_{2max}$ βελτιώθηκε μόνο στα πρωτόκολλα γ και δ, ενώ η οικονομία τρεξίματος βελτιώθηκε σημαντικά σε όλα. Οι συγγραφείς καταλήγουν ότι ο καλύτερος τρόπος για τη βελτίωση της αντοχής των αθλητών είναι το δ πρωτόκολλο, λόγω της δυσκολίας που περιέχει η εκτέλεση του πρωτοκόλλου γ. Άλλη μελέτη των Drust και συνεργατών (2000) έδειξε ότι το συνεχόμενο τρέξιμο χωρίς μπάλα ενεργοποίησε περισσότερο το αερόβιο σύστημα, ενώ το διαλειμματικό ενεργοποίησε το αναερόβιο.

Όσον αφορά το τρέξιμο χωρίς μπάλα σε σύγκριση με άλλα είδη προπόνησης, φαίνεται ότι με το συνεχόμενο τρέξιμο

βελτιώνεται εξίσου η $\dot{V}O_{2max}$, όσο και με τα αγωνιστικά τετράγωνα. Αντιθέτως, η βελτίωση είναι πολύ μικρότερη στην αλτικότητα και στην ευλυγισία (Milanović et al., 2015). Άλλες δύο μελέτες που σύγκριναν το διαλειμματικό τρέξιμο χωρίς μπάλα με τα αγωνιστικά τετράγωνα, διαπίστωσαν, ότι υπό συγκεκριμένες συνθήκες (λεκτική ενθάρρυνση προπονητών, αριθμός παικτών), τα αγωνιστικά τετράγωνα προκάλεσαν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα. Η αερόβια αντοχή, όμως, διατηρήθηκε εξίσου και στις δύο συνθήκες μετά από προπονητική παρέμβαση. Οι ερευνητές καταλήγουν λέγοντας ότι είναι προτιμότερο να εφαρμόζονται αγωνιστικά τετράγωνα για τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών, επειδή έτσι βελτιώνονται και σε τεχνικο-τακτικά στοιχεία (Reilly, 2005).

2.3.4.2 Αγωνιστικά Τετράγωνα

Το γεγονός ότι οι ασκήσεις με μπάλα παρουσιάζουν περισσότερα πλεονεκτήματα από το παραδοσιακό τρέξιμο οδήγησε στον σχεδιασμό των *Αγωνιστικών Τετραγώνων (Small Sided Games – SSG)* (Reilly, 2005). Τα αγωνιστικά τετράγωνα είναι ασκήσεις ποδοσφαίρου, συνήθως σε περιορισμένο χώρο, που αναλόγως τον στόχο της προπονητικής μονάδας, έχουν διαφορετικά στοιχεία τεχνικής ή τακτικής. Ορισμένοι παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν την ένταση των αγωνιστικών τετραγώνων είναι ο αριθμός των παικτών, οι διαστάσεις του γηπέδου, η ενθάρρυνση του προπονητή και οι κανόνες του παιχνιδιού, καθένας από τους οποίους εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον από τους προπονητές επειδή (α) πετυχαίνουν παρόμοιες συνθήκες με αυτές του αγώνα, επιτυγχάνοντας έτσι μέγιστα οφέλη (Aguiar et al., 2012; Hoff et al.,

2002) (β) πέρα από τις προσαρμογές στη φυσική κατάσταση, βελτιώνουν τη τεχνική και τακτική απόδοση των παικτών (Aguilar et al., 2008; Hill-Haas, Rowsell, Dawson, & Coutts, 2008; Hill-Haas, Coutts, Rowsell, & Dawson, 2009b; Hill-Haas, Rowsell, Dawson, & Coutts, 2009c; Hill-Haas, Dawson, Coutts, & Rowsell, 2009a; Hill-Haas et al., 2010; Rampinini et al., 2007b) και (γ) λόγω των πολλών μεταβλητών, μπορούν να ικανοποιήσουν διαφορετικές απαιτήσεις της φυσικής κατάστασης, της τεχνικής και της τακτικής (Aguilar et al., 2012; Hill-Haas et al., 2009a).

Πέρα από τα πλεονεκτήματά τους όμως, έχουν και κάποια μειονεκτήματα, κυρίως όσον αφορά την οργάνωσή τους (Rampinini et al., 2007b). Υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που πρέπει να λάβει υπόψιν του ο προπονητής και μπορούν να διαφοροποιήσουν τις φυσιολογικές απαιτήσεις που εν τέλει θα δεχτεί ο ποδοσφαιριστής (Hill-Haas et al., 2008, 2009a; Jones & Drust, 2007; Kelly & Drust, 2009; Rampinini et al., 2007b). Λόγω αυτού του γεγονότος, είναι πολύ σύνηθες ο ποδοσφαιριστής να πραγματοποιεί την άσκηση με διαφορετική ένταση και όχι με αυτήν που θα ήθελε ο προπονητής (Little &

Williams, 2006).

Αριθμός παικτών και φυσιολογικές αποκρίσεις

Το κατά πόσο ο αριθμός των παικτών που συμμετέχουν σε ένα αγωνιστικό τετράγωνο επηρεάζει την καρδιακή συχνότητα δεν είναι εντελώς ξεκάθαρο. Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η συμμετοχή μικρού αριθμού παικτών οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση της καρδιακής συχνότητας (Hill-Haas et al., 2009a, 2010; Katis & Kellis, 2009; Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2007b), χωρίς όμως να επιβεβαιώνεται από όλες τις έρευνες (Dellal et al., 2008; Jones & Drust, 2007) (Πίνακας 2.6.). Πιο ξεκάθαρα είναι τα πορίσματα όσον αφορά τη συγκέντρωση γαλακτικού και την αντιλαμβανόμενη κόπωση κατά τη διάρκεια των αγωνιστικών τετραγώνων. Πολλές έρευνες φαίνεται να συμφωνούν ότι ο μικρότερος αριθμός παικτών προκαλεί μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα, όπως επίσης και αυξημένες τιμές στην αντιλαμβανόμενη κλίμακα κόπωσης (Hill-Haas et al., 2009a, 2010; Impellizzeri et al., 2006; Rampinini et al., 2007b). Τέλος, η απόσταση που διανύθηκε περπατώντας, τρέχοντας και γενικότερα η συνολική απόσταση δεν επηρεάζεται από τον

Πίνακας 2.6. Τιμές μέγιστης καρδιακής συχνότητας με βάση τα διαφορετικά είδη αγωνιστικών τετραγώνων.

Αγωνιστικά Τετράγωνα	%Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα	Αναφορές
1 έναντι 1	75 – 80	Dellal, 2008
2 έναντι 2	88 – 91	Hill-Haas et al., 2009a; Little & Williams, 2006
3 έναντι 3	87 – 90	Kalis & Kelis, 2009; Little & Williams 2006; Rampinini et al., 2007b
4 έναντι 4	85 – 90	Hill-Haas et al., 2009a; Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2007b
5 έναντι 5	82 – 87	Hill-Haas et al., 2009c; Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2007b
6 έναντι 6	83 – 87	Hill-Haas et al., 2009c; Kalis & Kelis, 2009, Little & Williams, 2006; Rampinini et al., 2007b

Βασισμένο στην ανασκόπηση των Aguilar και συνεργατών (2012).

αριθμό των παικτών, ενώ για τις υψηλές εντάσεις τρεξίματος δεν υπάρχει ομοφωνία μεταξύ των μελετών (Hill-Haas et al., 2008, 2009a, 2010; Jones & Drust, 2007).

Μέγεθος γηπέδου και φυσιολογικές αποκρίσεις

Σημαντικές διαφορές παρουσιάζουν οι μελέτες στο κατά πόσο το μέγεθος του γηπέδου επηρεάζει την καρδιακή συχνότητα. Οι Casamichana και Castellano (2010) υποστήριξαν ότι το μεγαλύτερο γήπεδο προκαλεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας, οι Kelly και Drust (2009) ότι δεν επηρεάζεται η καρδιακή συχνότητα, ενώ άλλοι ερευνητές προτείνουν ότι το μικρότερο γήπεδο προκαλεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας (Aguiar et al., 2012). Αντιθέτως, οι απόψεις συγκλίνουν όσον αφορά τη συγκέντρωση γαλακτικού και την αντιλαμβανόμενη κόπωση. Το μεγαλύτερο γήπεδο προκαλεί αύξηση τόσο στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα, όσο και της αντιλαμβανόμενης αίσθησης κόπωσης των ποδοσφαιριστών (Aguiar et al., 2012; Casamichana & Castellano, 2010; Rampinini et al., 2007b).

Παρουσία τερματοφύλακα-Ενθάρρυνση του προπονητή και φυσιολογικές αποκρίσεις

Αντιφατικές είναι οι απόψεις και στο κατά πόσο η παρουσία τερματοφύλακα επηρεάζει την καρδιακή συχνότητα των ποδοσφαιριστών. Η έρευνα των Dellal και συνεργατών (2008) έδειξε ότι η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται με την παρουσία του τερματοφύλακα, όμως αυτό δεν επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες (Aguiar et al., 2012).

Η ενθάρρυνση του προπονητή κατά τη διάρκεια των αγωνιστικών τετραγώνων, αν και έχει εξεταστεί ελάχιστα, φαίνεται να προκαλεί σαφή αύξηση της καρδιακής συχνότητας, της

συγκέντρωσης γαλακτικού και της τιμής στην αντιλαμβανόμενη κλίμακα κόπωσης (Rampinini et al., 2007b).

Συνεχής-Διαλειμματική προπόνηση και φυσιολογικές αποκρίσεις

Εξαιρετικής σημασίας, όπως αποδεικνύεται, είναι αν τα αγωνιστικά τετράγωνα πραγματοποιούνται με συνεχή ή διαλειμματική μορφή. Συγκεκριμένα, η καρδιακή συχνότητα παρουσιάζεται αυξημένη όταν τα αγωνιστικά τετράγωνα εφαρμόζονται με συνεχή μορφή (Fanchini et al., 2011; Hill-Haas et al., 2009a), ενώ η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα φαίνεται να κυμαίνεται σε παρόμοιες αποκρίσεις (Aguiar et al., 2012; Rampinini et al., 2007b). Ξεκάθαρη εικόνα δεν υπάρχει όσον αφορά την αντιλαμβανόμενη κόπωση των αθλητών. Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αντιλαμβανόμενη κόπωση αυξάνεται κατά τη διάρκεια συνεχούς άσκησης αγωνιστικών τετραγώνων (Hill-Haas et al., 2009a), άλλοι υποστηρίζουν ότι αυξάνεται με διαλειμματική άσκηση (Aguiar et al., 2012), ενώ υπάρχει και η άποψη ότι παραμένει ίδια μεταξύ 2, 4 και 6min άσκησης (Fanchini et al., 2011). Τέλος, η διαλειμματική μορφή άσκησης αναγκάζει τον ποδοσφαιριστή να εκτελεί περισσότερες ταχύτητες, τόσο σε αριθμό όσο και σε απόσταση, σε σύγκριση με την συνεχή (Hill-Haas et al., 2009a).

Πέρα από τις φυσιολογικές αποκρίσεις που πετυχαίνουν τα αγωνιστικά τετράγωνα τροποποιώντας τις παραπάνω μεταβλητές, έχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον να εξεταστεί αν τελικά προκαλούν ίσες ή μεγαλύτερες αποκρίσεις σε σχέση με το τρέξιμο χωρίς μπάλα. Πράγματι, μία ανασκόπηση των Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri και Coutts (2011) απέδειξε ότι τα αγωνιστικά τετράγωνα είναι ικανά να οδηγήσουν σε ίσες ή μεγαλύτερες τιμές

της καρδιακής συχνότητας, σε σύγκριση με το διαλειμματικό τρέξιμο χωρίς μπάλα. Μάλιστα, οι συγγραφείς το δικαιολόγησαν λέγοντας ότι οι απρόβλεπτες ενέργειες που αναγκάζονται οι ποδοσφαιριστές να εκτελέσουν είναι η αιτία των φυσιολογικών αυτών αποκρίσεων.

Οι φυσιολογικές προσαρμογές που συντελούνται μετά από προπονητική παρέμβαση μερικών εβδομάδων φαίνεται να είναι παρόμοιες μεταξύ αγωνιστικών τετραγώνων και διαλειμματικής άσκησης χωρίς μπάλα (Hill-Haas et al., 2011). Συγκεκριμένα, οι Impellizzeri και συνεργάτες (2006) συνέκριναν 29 ποδοσφαιριστές που πραγματοποίησαν προπόνηση αγωνιστικών τετραγώνων (3 έναντι 3, 4 έναντι 4, 5 έναντι 5) και διαλειμματικής άσκησης (4 x 4 με 3min διάλειμμα στο 90-95% της HR_{max}) για 12 εβδομάδες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η $\dot{V}O_{2max}$, το αναερόβιο κατώφλι και η οικονομία τρεξίματος αυξήθηκαν παρόμοια και στις δύο πειραματικές ομάδες. Τέλος, οι Hill-Haas και συνεργάτες (2009b) συνέκριναν δύο ομάδες, όπου η μία πραγματοποίησε προπόνηση διαφόρων αγωνιστικών τετραγώνων και η άλλη ομάδα διάφορες ασκήσεις αντοχής χωρίς μπάλα. Σε συμφωνία με την παραπάνω μελέτη, οι δύο πειραματικές ομάδες βελτιώθηκαν παρόμοια στο Yo-Yo Test, ενώ δεν παρουσίασαν μεταβολές στην $\dot{V}O_{2max}$.

Είναι βέβαιο ότι η κατάλληλη εφαρμογή των αγωνιστικών τετραγώνων κατά τη διάρκεια των προπονητικών μονάδων μπορεί να επιδράσει θετικά στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης των ποδοσφαιριστών. Με αυτόν τον τρόπο, ο ποδοσφαιριστής επιτυγχάνει βελτίωση της αντοχής του, με ταυτόχρονη βελτίωση των τεχνικο-τακτικών του δεξιοτήτων. Όμως, πολύ σημαντικές είναι και οι ασκήσεις χωρίς μπάλα. Ο

συνδυασμός αυτών των δύο φαίνεται να είναι ο καταλληλότερος τρόπος για τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Βέβαια, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο αρχικό επίπεδο που βρίσκεται ο εκάστοτε ποδοσφαιριστής (Hill-Haas et al., 2011).

2.3.4.3 Ειδικές ασκήσεις ποδοσφαίρου

Πέρα από τα αγωνιστικά τετράγωνα, ένα άλλο είδος προπόνησης με μπάλα για τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών είναι οι *Ειδικές Ασκήσεις Ποδοσφαίρου (Soccer Specific Training – SST)*, οι οποίες αποτελούνται από μια σειρά συγκεκριμένων ενεργειών και δραστηριοτήτων, οι οποίες παρατηρούνται στον αγώνα. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η ελεγχόμενη εφαρμογή έντασης και η ταυτόχρονη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και των τεχνικών δεξιοτήτων των ποδοσφαιριστών (Kelly et al., 2013).

Μόνο δύο μελέτες υπάρχουν οι οποίες έχουν εξετάσει το συγκεκριμένο είδος άσκησης. Η πρώτη ήταν των Hoff και συνεργατών (2002), ενώ 11 χρόνια αργότερα οι Kelly και συνεργάτες (2013) προσπάθησαν να δημιουργήσουν τη δικιά τους ειδική άσκηση αντοχής ποδοσφαίρου.

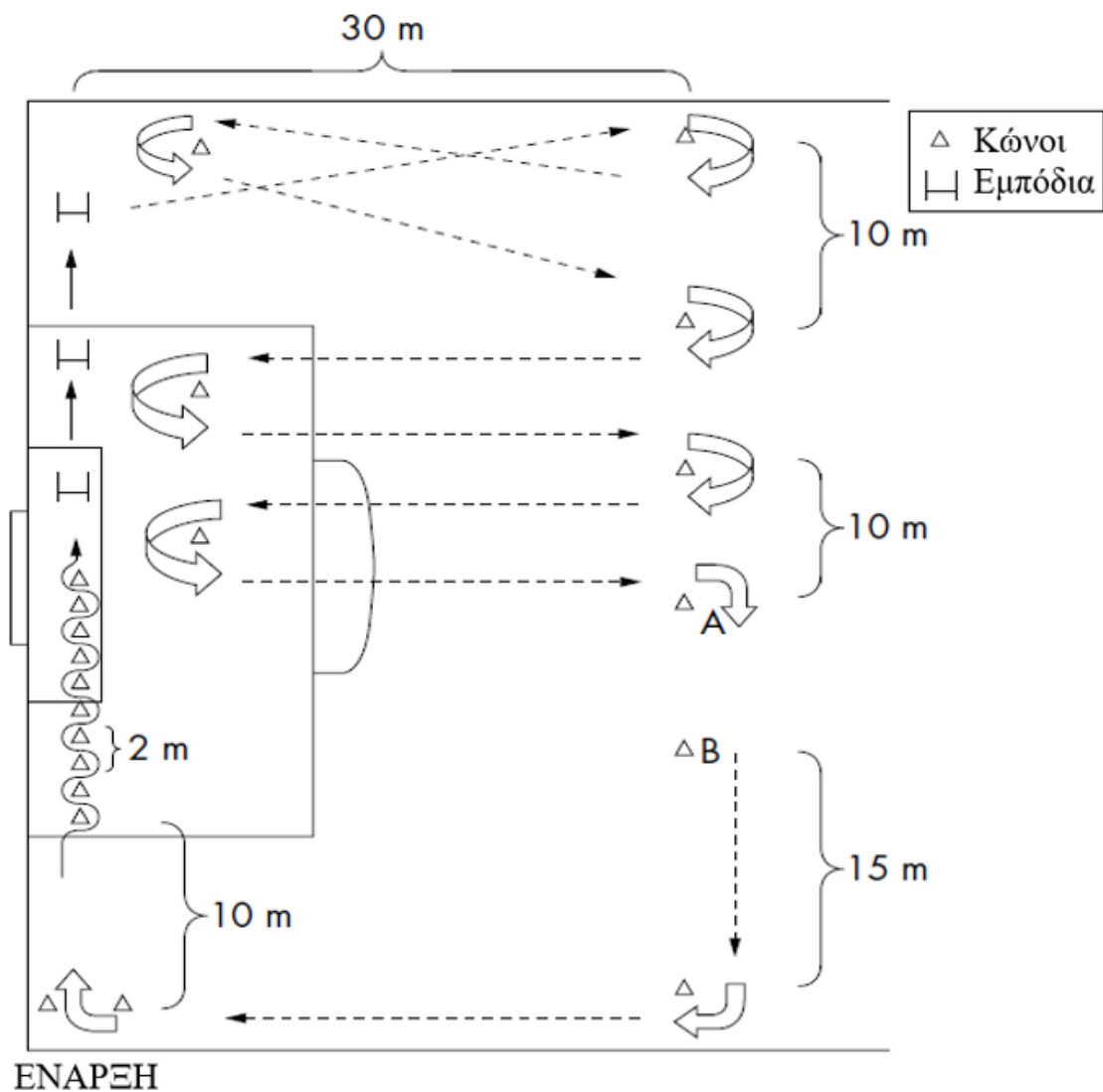
Πειραματική αξιολογημένη άσκηση του Hoff

Πρώτοι οι Hoff και συνεργάτες (2002) προσπάθησαν να δημιουργήσουν μία άσκηση ειδικής προπόνησης, η οποία να περιέχει οδήγημα με μπάλα και ταυτόχρονα να είναι αποτελεσματική στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Η άσκηση, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.5, περιείχε απλό οδήγημα, οδήγημα γύρω και ανάμεσα από κώνους, περάσματα από εμπόδια και πίσω τρέξιμο. Συνέκριναν τρεις διαφορετικές συνθήκες, τρέξιμο στο διάδρομο, αγωνιστικό τετράγωνο 5

έναντι 5 και ειδική άσκηση με οδηγήμα μπάλας. Οι αθλητές εκτέλεσαν την κάθε δραστηριότητα σε συγκεκριμένο χρόνο (4 x 4min, με 3min ενεργητικό διάλειμμα ανάμεσα στα 4λεπτα) και σε συγκεκριμένη ένταση (90-95% της HR_{max} κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας και 70% κατά τη διάρκεια του διαλείμματος). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης βασίστηκε στην έρευνα των Helgerud και συνεργατών (2001).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων

έδειξαν, καταρχήν, ότι η ειδική άσκηση ποδοσφαίρου είναι δυνατόν να πραγματοποιείται με ένταση 90-95% της HR_{max} των αθλητών, που ήταν και ο στόχος της έρευνας. Στη συνέχεια, φάνηκε ότι οι ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια της ειδικής άσκησης είχαν υψηλότερες τιμές τόσο στη συχνότητα των καρδιακών παλμών (185,5b/min), όσο και της $\dot{V}O_{2max}$ ($62,2ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), από ό,τι είχαν στο αγωνιστικό τετράγωνο (181b/min, $57,3ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), χαμηλότερες όμως από τις μέγιστες τιμές που παρουσίασαν στον διάδρομο



Σχήμα 2.5. Ειδική άσκηση οδηγήματος της μπάλας, για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Ο ποδοσφαιριστής οδηγεί την μπάλα όπως φαίνεται με τα βελάκια, κάνοντας πίσω βήματα από το A στο B (Hoff et al., 2002).

(198,3b/min, 67,8ml•kg⁻¹•min⁻¹). Οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η συγκεκριμένη άσκηση, εφόσον πραγματοποιηθεί με βάση τις παραπάνω οδηγίες εκτέλεσης (δραστηριότητες, ένταση, διάρκεια), είναι ικανή να προκαλέσει βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών (Hoff et al., 2002).

Η συγκεκριμένη άσκηση χρησιμοποιήθηκε λίγο αργότερα από τους Chamari και συνεργάτες (2005), για να δημιουργήσουν μία δοκιμασία πεδίου για την αερόβια αξιολόγηση των ποδοσφαιριστών. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 ποδοσφαιριστές ηλικίας 14 ετών, πραγματοποίησαν εργαστηριακές δοκιμασίες και δοκιμασίες πεδίου για την αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2max}$, πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση. Στη δοκιμασία πεδίου, οι συμμετέχοντες έπρεπε να καλύψουν όση περισσότερη απόσταση μπορούσαν μέσα σε 10min, εκτελώντας την πειραματική άσκηση του Hoff. Η προπονητική παρέμβαση περιείχε δύο προπονητικές μονάδες μέσα στη βδομάδα και διήρκεσε 8 εβδομάδες. Στην πρώτη προπονητική μονάδα,

εκτελούσαν την άσκηση του Hoff και στη δεύτερη έπαιζαν αγωνιστικό τετράγωνο 4 έναντι 4. Και στις δύο περιπτώσεις, η διάρκεια και η ένταση της άσκησης ήταν ίδια: 4 x 4min, με ενεργητικό διάλειμμα 3min ενδιάμεσα. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ κατά 12%, βελτίωση της οικονομίας τρεξίματος κατά 10% και 9,6% μεγαλύτερη διανυθείσα απόσταση στην άσκηση του Hoff (τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 2.7). Το συμπέρασμα της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ότι η προπονητική παρέμβαση προκάλεσε σημαντική αύξηση της $\dot{V}O_{2max}$ των ποδοσφαιριστών. Επίσης, οι ερευνητές καταλήγουν ότι οι ποδοσφαιριστές ηλικίας 15 ετών θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύπτουν 2.100m στην άσκηση του Hoff. Αυτή η απόσταση αντιστοιχεί περίπου σε 7,5 γύρους.

Πειραματική αξιολογημένη άσκηση του Kelly

Οι Kelly και συνεργάτες (2013) επιχείρησαν να δημιουργήσουν μία νέα ειδική άσκηση ποδοσφαίρου, η οποία

Πίνακας 2.7. Αποτελέσματα των φυσιολογικών μετρήσεων πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση η οποία προέβλεπε την αξιολόγηση της $\dot{V}O_{2max}$ μέσω της δοκιμασίας του Hoff.

	ΠPIN	META
Μάζα σώματος, kg	60.5 (5.2)	63.6 (5.7)*
Λιπώδης μάζα, %	11.6 (3.4)	11.0 (3.2)
Μέγιστη καρδιακοί παλμοί, b/min	198 (7)	197 (7)
Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου l/min	3.49 (0.4)	4.00 (0.5)*
ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹	65.3 (5.0)	70.7 (4.3)
ml•kg ^{-0.75} •min ⁻¹	176 (18)	194 (16)
Οικονομία τρεξίματος ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹ στα 7km/h	38.8 (2.1)	33.6 (2.2)*
ml•kg ⁻¹ •m ⁻¹	0.33 (0.02)	0.29 (0.02)*
ml•kg ^{-0.75} •m ⁻¹	0.90 (0.04)	0.81 (0.05)*
Αναερόβιο κατώφλι, % $\dot{V}O_{2max}$	87.8 (4.3)	88.2 (4.9)
Ταχύτητα στο διάδρομο κατά την $\dot{V}O_{2max}$, km/h	13.8 (1.2)	14.6 (1.4)
Μέγιστη ταχύτητα στο διάδρομο, στο τέλος της $\dot{V}O_{2max}$, km/h	15.3 (1.4)	15.8 (1.1)
Απόσταση που καλύφθηκε στη δοκιμασία του Hoff, m	1771 (137)	1942 (154)*

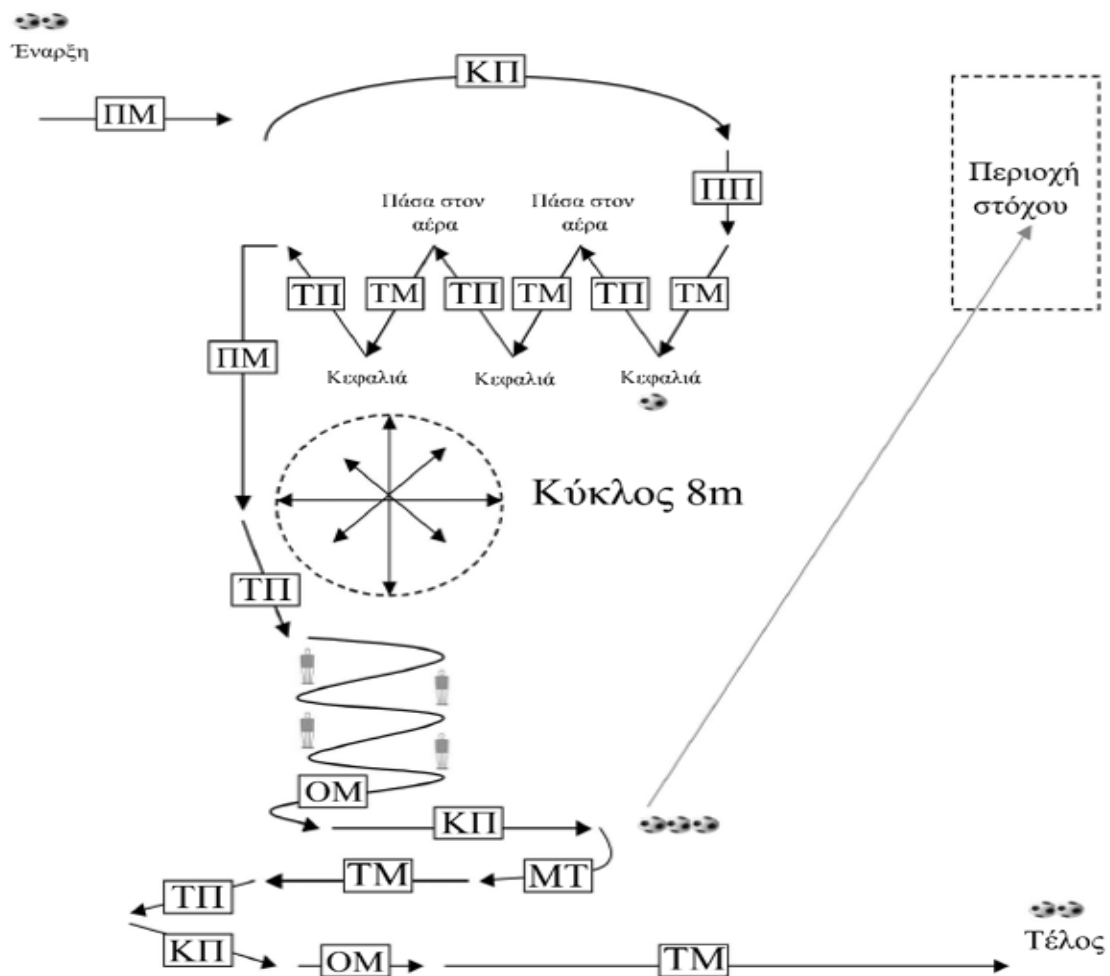
Οι τιμές αποτυπώνονται κατά μέσο όρο ($\pm$ τυπική απόκλιση).

* Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πριν και μετά την προπόνηση, p<0.01 (Chamari et al., 2005).

βασίστηκε στην βιντεο-ανάλυση πραγματικού ποδοσφαιρικού αγώνα. Οι κινήσεις που παρατηρήθηκαν ήταν: το περπάτημα μπροστά και πίσω, το τρέξιμο μπροστά και πίσω, πλαϊνές κινήσεις, το οδήγημα με μπάλα και οι ταχύτητες. Οι παραπάνω δραστηριότητες κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το χρόνο εκτέλεσής τους και τα μέτρα που καλύφθηκαν. Τα μέτρα που καλύφθηκαν υπολογίστηκαν ως εξής: ο κάθε δοκιμαζόμενος εκτέλεσε 5 προσπάθειες των 20m σε κάθε δραστηριότητα, μετρήθηκε ο μέσος όρος αυτών των 5 προσπαθειών και εν συνεχεία πολλαπλασιάστηκε με τη χρονική διάρκεια της συγκεκριμένης

προσπάθειας κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Όπως στην έρευνα των Hoff και συνεργατών (2002), έτσι και εδώ, οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρεις διαφορετικές συνθήκες. Η πρώτη περιελάμβανε συνεχόμενο τρέξιμο σε γήπεδο ποδοσφαίρου, η δεύτερη αγωνιστικό τετράγωνο 3 έναντι 3 χωρίς τερματοφύλακα και η τρίτη την ειδική άσκηση ποδοσφαίρου που δημιούργησε ο ερευνητής (Σχήμα 2.6). Η διάρκεια και η ένταση των ασκήσεων ήταν, επίσης, η ίδια (4 x 4min στο 90-95% της HR_{max} , με 3min ενεργητικό διάλειμμα στο 70% της HR_{max}).



Σχήμα 2.6. Σχηματική απεικόνιση ειδικής άσκησης ποδοσφαίρου. Ο ποδοσφαιριστής ξεκινάει από το σημείο «Εναρξη» και ακολουθεί την διαδρομή των βέλων, τα οποία περιλαμβάνουν τα εξής: Περπάτημα Μπροστά (ΠΜ), Περπάτημα Πίσω (ΠΠ), Τρέξιμο Μπροστά (ΤΜ), Τρέξιμο Πίσω (ΤΠ), Κινήσεις στο Πλάι (ΚΠ), Οδήγημα με Μπάλα (ΟΜ), και Μέγιστη Ταχύτητα (ΜΤ) (Kelly et al., 2013).

Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, αποδείχτηκε ότι η ειδική άσκηση ποδοσφαίρου αποδίδει παρόμοιες φυσιολογικές αποκρίσεις σε σχέση με τις άλλες δύο συνθήκες. Οι σημαντικές στατιστικά διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν ότι η μέση καρδιακή συχνότητα στο πρώτο 4λεπτο ήταν μικρότερη σε σύγκριση με τα άλλα τρία 4λεπτα και στις τρεις συνθήκες. Επίσης, η μέση καρδιακή συχνότητα που καταγράφηκε κατά τη διάρκεια του αγωνιστικού τετραγώνου (εκτός από το πρώτο 4λεπτο) ήταν σημαντικά μικρότερη σε σχέση με τις άλλες δύο συνθήκες.

Με τα παραπάνω αποτελέσματα, ο συγγραφέας απέδειξε ότι η συγκεκριμένη άσκηση μπορεί να αποτελέσει έναν αξιόπιστο εναλλακτικό τρόπο για τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών, με την ταυτόχρονη εξάσκηση της τεχνικής τους κατάρτισης.

2.3.5 Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT)

Πέρα από τη μέθοδο προπόνησης της αντοχής, πολύ σημαντικό ρόλο κατέχει και η ένταση στην οποία εκείνη θα πραγματοποιηθεί. Υπάρχουν δύο βασικές επιλογές που έχουν καθιερωθεί: η πρώτη επιλογή είναι η προπόνηση να πραγματοποιείται με χαμηλή ένταση αλλά σε μεγάλη διάρκεια, ενώ η δεύτερη είναι διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης (HIIT) (Buchheit & Laursen, 2013a). Η δεύτερη επιλογή έχει μελετηθεί διεξοδικά τα τελευταία χρόνια και χαρακτηρίζεται από επαναλαμβανόμενα διαστήματα πολύ υψηλής έντασης, με περιόδους αποκατάστασης μεταξύ τους (Billat, 2001).

Υποστηρίζεται ότι η HIIT προπόνηση που περιλαμβάνει εντάσεις κοντά στη $\dot{V}O_{2max}$ οδηγεί στην αποτελεσματικότερη

βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ (Laursen & Jenkins, 2002). Πιστεύεται ότι αυτό οφείλεται στη μεγάλη ενεργοποίηση μυϊκών ινών και στην επίτευξη της σχεδόν μέγιστης καρδιακής παροχής, γεγονός το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε προσαρμογές των οξειδωτικών μυϊκών ινών, μεγέθυνση του μυοκαρδίου και κατ' επέκταση αύξηση της $\dot{V}O_{2max}$ (Buchheit & Laursen, 2013a; Midgley, McNaughton, & Jones, 2007).

Για τον σχεδιασμό μιας HIIT προπόνησης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν τα μεταβολικά φορτία (ποσοστά συμμετοχής ενεργειακών πηγών), όπως επίσης και τα νευρομυϊκά και μυοσκελετικά φορτία (Buchheit et al., 2012). Η ένταση, η διάρκεια εργασίας και η διάρκεια των διαλειμμάτων θα επιτελέσουν καθοριστικό ρόλο στην επιβάρυνση που θα δεχτεί ο αθλητής. Επίσης, ο αριθμός των επαναλήψεων, των σειρών και η διάρκεια και ένταση των διαλειμμάτων μεταξύ των σειρών είναι παράγοντες που μπορούν να επιφέρουν διαφορετικές φυσιολογικές αποκρίσεις. Φυσικά, όλοι αυτοί οι παράμετροι διαφοροποιούνται ανάλογα με το άθλημα, την ηλικία, το γένος, την προπονητική ηλικία και το επίπεδο του εκάστοτε αθλητή (Bouchard & Rankinen, 2001; Buchheit & Laursen, 2013a; Vollaard et al., 2009).

Όπως προαναφέρθηκε, τα νευρομυϊκά και μυοσκελετικά φορτία που θα περιέχει η HIIT προπόνηση θα επηρεάσουν την συνολική επιβάρυνση της άσκησης. Οι προπονητές συμπεριλαμβάνουν τέτοια φορτία στις προπονητικές τους μονάδες (π.χ. άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης), έτσι ώστε οι αθλητές να βελτιώσουν την ενεργειακή οικονομία και την αντοχή τους στις συγκεκριμένες δραστηριότητες, με απώτερο στόχο τη γενικότερη βελτίωση της απόδοσής της (Bonacci, Chapman, Blanch, &

Vicenzino, 2009; Buchheit & Laursen, 2013b). Όλες αυτές οι δραστηριότητες επιβαρύνουν σημαντικά τους ενεργούς μυς, τα οστά, τους τένοντες και τις αρθρώσεις, οπότε η επιλογή διαφόρων δραστηριοτήτων κατά τον σχεδιασμό μιας HIIT προπονητικής μονάδας θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεχτική, έτσι ώστε να αποφευχθούν τυχόν τραυματισμοί των αθλητών (Buchheit & Laursen, 2013b).

Όπως σε πολλές ασκήσεις πεδίου, έτσι και στην HIIT, ο συνηθέστερος τρόπος υπολογισμού της έντασης είναι μέσω της μέτρησης της καρδιακής συχνότητας (Achten & Jeukendrup, 2003; Buchheit & Laursen, 2013b). Σε πολύ σύντομες, όμως, δραστηριότητες (π.χ. 30 δευτερόλεπτα), η μέτρηση της έντασης της άσκησης με βάση την καρδιακή συχνότητα αποδεικνύεται προβληματική. Η αύξηση της καρδιακής συχνότητας κατά την έναρξη της άσκησης είναι σταδιακή και πολύ πιο αργή σε σχέση με την πρόσληψη οξυγόνου (Buchheit & Laursen, 2013a). Επίσης, διαφορετικά είδη άσκησης (με βάση τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα) παρουσιάζουν παρόμοια μέση καρδιακή συχνότητα (Seiler & Hetlelid, 2005). Ως εκ τούτου, για τον υπολογισμό της έντασης της HIIT προπόνησης, καλό είναι να λαμβάνονται υπόψιν και άλλοι παράμετροι, πέρα από την καρδιακή συχνότητα (Buchheit & Laursen, 2013a).

Ένας άλλος τρόπος για τον καθορισμό της έντασης της HIIT προπόνησης είναι η αντιλαμβανόμενη κλίμακα κόπωσης (Dishman, Patton, Smith, Weinberg, & Jackson, 1987). Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως από τους προπονητές, κυρίως λόγω της εύκολης εφαρμογής της. Ο προπονητής, αφού σχεδιάσει την άσκηση, ζητάει από τους αθλητές του να την εκτελέσουν σε μία προκαθορισμένη

ένταση με βάση την κλίμακα (π.χ. 6 στη 10βάθμια κλίμακα του Borg) (Buchheit & Laursen, 2013a). Το νούμερο που δηλώνει ο αθλητής αντιπροσωπεύει την ένταση της άσκησης (Marcora, 2011) με βάση τις φυσιολογικές (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, & Impellizzeri, 2009), βιομηχανικές και ψυχολογικές επιβαρύνσεις που δέχεται κατά τη διάρκειά της (Ulmer, 1996). Η αδυναμία χειρισμού συγκεκριμένων φυσιολογικών αποκρίσεων (Buchheit & Laursen, 2013a), όπως επίσης και το γεγονός ότι η μέθοδος αυτή επηρεάζεται από την ηλικία (Gros Lambert & Mahon, 2006), την ένταση της άσκησης, την διάθεση και το επίπεδο του αθλητή (Garcin, Mille-Hamard, & Billat, 2004; Garcin, Coquart, Robin, & Matran, 2011) είναι τα βασικότερα μειονεκτήματα.

Για να υπολογιστεί η συμμετοχή του αναερόβιου συστήματος κατά τη διάρκεια μιας HIIT προπονητικής μονάδας, μετριέται η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα (Beneke, Leithäuser, & Ochentel, 2011). Και εδώ, όμως, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί που μπορεί να επηρεάσουν τα τελικά αποτελέσματα. Καταρχάς, υπάρχουν μεγάλες ατομικές διακυμάνσεις κατά την εκτέλεση της ίδιας άσκησης (Buchheit & Laursen, 2013b). Επίσης, σημαντικό ρόλο κατέχει η διατροφή που ακολουθήθηκε από τον δοκιμαζόμενο πριν την άσκηση (Yoshida, 1984), το πότε εκτελέστηκε η τελευταία δραστηριότητα (Buchheit & Laursen, 2013b) και η αρχική αερόβια ικανότητα του ατόμου (Bergman et al., 1999). Ακόμα, η μέτρηση θα μπορούσε να επηρεαστεί από το πόση ώρα μετά την άσκηση έγινε η λήψη της δειγματοληψίας, το σημείο από το οποίο έγινε η δειγματοληψία και το όργανο που χρησιμοποιήθηκε (Buchheit & Laursen, 2013b). Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι δεν υπάρχει καλή συσχέτιση μεταξύ

της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα με αυτή του μυός (Jacobs & Kaiser, 1982), ειδικά μετά από μία ΗΠΤ προπονητική μονάδα (Krustrup et al., 2006). Παρ' όλα αυτά, οι περισσότεροι περιορισμοί από αυτούς είναι ελεγχόμενοι και εφόσον γίνει προσεκτικός μεθοδολογικός σχεδιασμός σε μια μελέτη, είναι πολύ πιθανόν τα τελικά αποτελέσματα να είναι κοντά στην πραγματικότητα (Buchheit & Laursen, 2013b).

Διαλειμματική άσκηση υψηλής έντασης στο ποδόσφαιρο

Οι Helgerud και συνεργάτες (2001) δημιούργησαν μία ΗΠΤ προπόνηση, όπου την εφάρμοσαν σε ποδοσφαιριστές και είδαν πολύ θετικά αποτελέσματα. Εν συνεχεία, πολλοί ερευνητές, μεταξύ αυτών και οι Hoff και Kelly, χρησιμοποίησαν την ίδια διάρκεια και ένταση στις προπονητικές τους παρεμβάσεις. Συγκεκριμένα, στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν 19 ποδοσφαιριστές ηλικίας 18 ετών εκ των οποίων, 9 εκτέλεσαν το προπονητικό πρωτόκολλο και οι υπόλοιποι 10 συμμετείχαν ως ομάδα ελέγχου. Η προπονητική παρέμβαση αποτελούνταν από τρέξιμο 4 x 4min, διατηρώντας καρδιακούς παλμούς μεταξύ 90-95% της HR_{max} , με ενδιάμεσα ενεργητικά διαλείμματα 3min στους 50-60% της

HR_{max} . Η διάρκεια της προπόνησης ήταν 8 εβδομάδες, 2 φορές την εβδομάδα.

Οι ερευνητές μέτρησαν τους συμμετέχοντες σε πολλές παραμέτρους πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε εργαστήριο, στον αγωνιστικό χώρο, καθώς επίσης προέκυψαν και από την ανάλυση του παιχνιδιού μέσω βίντεο. Η βελτίωση των ποδοσφαιριστών που πραγματοποίησαν το συγκεκριμένο προπονητικό πρόγραμμα, έναντι της ομάδας ελέγχου, ήταν εμφανής σε όλους τους τομείς και αποτυπώνεται στον παρακάτω Πίνακα 2.8. Οι μεταβλητές που δεν παρουσίασαν σημαντική στατιστική διαφορά ήταν ο αριθμός μεταβιβάσεων, η ταχύτητα, η δύναμη, το άλμα, η ταχύτητα στο σουτ και η τεχνική.

Οι παραπάνω βελτιώσεις που προέκυψαν μετά από το συγκεκριμένο προπονητικό πρόγραμμα και είχαν ως συνέπεια την αγωνιστική βελτίωση των ποδοσφαιριστών προσέδωσαν το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών, με αποτέλεσμα να εφαρμόζουν την ίδια διάρκεια και ένταση που εφάρμοσαν οι Helgerud και συνεργάτες (2001), τροποποιώντας, όμως, το είδος της άσκησης (Hoff et al., 2002; Kelly et al., 2013).

Πίνακας 2.8. Τα αποτελέσματα της Ομάδας Παρέμβασης που έκαναν τρέξιμο 4 x 4min με καρδιακούς παλμούς 90-95% της HR_{max} και της Ομάδας Ελέγχου πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση.

	<u>Ομάδα Παρέμβασης</u>		<u>Ομάδα Ελέγχου</u>	
	ΠΙΝ	META	ΠΙΝ	META
$\dot{V}O_{2max}$ (ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹)	58,1 (4,5)	64,3 (3,9)*	58,4 (4,3)	59,5 (4,4)
LT (ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹)	47,8 (5,3)	55,4 (4,1)*	49,5 (3,3)	50 (4,1)
v_{LT} (km/h)	11,1 (0,7)	13,5 (0,4)*	11,7 (0,4)	11,5 (0,2)
RE (ml•kg ^{-0.75} •min ⁻¹)	0,75 (0,05)	0,70 (0,04)*	0,75 (0,04)	0,74 (0,04)
Διανυθείσα απόσταση (m)	8.619 (1237)	10.335 (1608)*	9.076 (1512)	9.137 (1565)
Αριθμός εκρηκτικών ταχυτήτων	6,2 (2,2)	12,4 (4,3)*	6,4 (2,4)	7,5 (2,7)
Αριθμός συμμετοχών με την μπάλα	47,4 (5,5)	58,8 (6,9)*	50,1 (6,1)	52,4 (6,7)

LT=Γαλακτικό Κατώφλι, v_{LT} =Ταχύτητα Τρεξίματος Αναερόβιου Κατωφλίου, RE=Οικονομία Τρεξίματος. Οι τιμές αποτυπώνονται κατά μέσο όρο ($\pm$ τυπική απόκλιση).

* Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πριν και μετά την προπόνηση, $p < 0.05$ (Helgerud et al., 2001)

2.3.6 Σημαντικότητα των ασκήσεων με μπάλα

Έχει πλέον διαπιστωθεί με ακρίβεια ότι για να έχει ένας αθλητής μέγιστα οφέλη στο αγώνισμά του, η προπόνησή του πρέπει να αποτελείται από μεταβολικές και νευρομυϊκές προσαρμογές που εξυπηρετούν το συγκεκριμένο άθλημα. Τα κινητικά πρότυπα, λοιπόν, θα πρέπει να είναι ίδια με αυτά που παρατηρούνται στο άθλημα του εκάστοτε αθλητή, καθώς προσαρμογές κάποιων κινήσεων δεν είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε άλλες κινήσεις. Το γεγονός αυτό αποτελεί μία από τις σημαντικότερες αρχές της προπόνησης, την *Αρχή της Εξειδίκευσης* (Κλεισούρας, 2007).

Φυσικά, το ποδόσφαιρο δεν θα μπορούσε στον κανόνα αυτό να αποτελεί εξαίρεση. Το τρέξιμο με την μπάλα θα οδηγήσει σε διαφορετικές προσαρμογές των μυών και σε μεγαλύτερη αύξηση της ενεργειακής δαπάνης σε σύγκριση με το τρέξιμο χωρίς μπάλα (Reilly & Ball, 1984). Έτσι, οι ασκήσεις με μπάλα θεωρούνται ως καταλληλότερο ερέθισμα για τους ποδοσφαιριστές, από ό,τι οι ασκήσεις χωρίς μπάλα (Kelly et al., 2013).

Δεν είναι, όμως, αυτό το μοναδικό πλεονέκτημα των ασκήσεων με μπάλα. Οι ποδοσφαιριστές, με αυτόν τον τρόπο, βελτιώνουν και τις τεχνικές τους δεξιότητες. Έτσι, το συγκεκριμένο είδος προπόνησης αποτελεί μια πιο οικονομική μέθοδο, καθώς δεν είναι απαραίτητη η προσθήκη επιπλέον ασκήσεων τεχνικής κατάρτισης (Kelly et al., 2013).

2.3.7 Πρακτικές εφαρμογές

Καθώς είναι πλέον βέβαιο ότι η απόδοση των ποδοσφαιριστών εξαρτάται από τη φυσική τους κατάσταση (Rampinini et al., 2009) και ότι οι ασκήσεις με μπάλα παρουσιάζουν

περισσότερα πλεονεκτήματα από το απλό τρέξιμο (Reilly, 2005), έχει δοθεί μεγάλη βαρύτητα στα αγωνιστικά τετράγωνα. Με αυτόν τον τρόπο, οι ποδοσφαιριστές βελτιώνουν την αντοχή τους, πραγματοποιώντας ενέργειες και δραστηριότητες, οι οποίες θα τους είναι χρήσιμες στον αγώνα, εξοικονομώντας έτσι πολύτιμο προπονητικό χρόνο (Aguilar et al., 2012). Αυτή η μέθοδος προπόνησης, όμως, πέρα από τα θετικά, έχει και κάποια μειονεκτήματα. Καταρχάς, λόγω του ότι περιλαμβάνει πολλές μεταβλητές (αριθμός παικτών, μέγεθος γηπέδου, κ.α.) είναι δύσκολο για τον προπονητή να ελέγξει με ακρίβεια τους μηχανισμούς που επιβαρύνονται σε κάθε προπονητική μονάδα. Το βασικότερο, όμως, μειονέκτημα είναι ότι εξαρτώνται πολύ από την διάθεση των αθλητών. Σε πολλές έρευνες, έχει παρατηρηθεί ότι η διακύμανση στις φυσιολογικές αποκρίσεις μεταξύ των παικτών είναι μεγάλη (Koklu et al., 2017; Rampinini et al., 2007b). Αυτό είναι ένα πρόσθετο πρόβλημα για τον προπονητή, καθώς μερικοί ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν επιβαρυνθεί υπερβολικά, ενώ άλλοι καθόλου. Ειδικά στην περίπτωση που ο προπονητής δεν έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τεχνολογικά μέσα (π.χ. παλμογράφο), ο υπολογισμός της επιβάρυνσης του κάθε ποδοσφαιριστή είναι σχεδόν αδύνατος.

Στην προσπάθεια να βρεθεί λύση στον παραπάνω προβληματισμό, δημιουργήθηκε μια ειδική άσκηση αντοχής που στόχο έχει τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών, με την ταυτόχρονη εκτέλεση όσον το δυνατόν περισσότερων ποδοσφαιρικών ενεργειών. Επίσης, κατά τον σχεδιασμό της συγκεκριμένης άσκησης, δόθηκε έμφαση στο να είναι εύκολα εφαρμόσιμη για τον προπονητή και να είναι δυνατή η συμμετοχή πολλών ποδοσφαιριστών ταυτόχρονα, ακόμα και

των τερματοφυλάκων. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση της άσκησης, ο κάθε ποδοσφαιριστής ενημερώνει τον προπονητή πόσους γύρους πραγματοποίησε και ο προπονητής, με έναν εύκολο υπολογισμό, είναι σε θέση να γνωρίζει με ακρίβεια την επιβάρυνση (άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης, πίσω τρέξιμο κ.α.) που δέχτηκε ο κάθε παίκτης.

2.3.8 Συμπεράσματα

Καθώς το ποδόσφαιρο εξελίσσεται, αυξάνονται οι απαιτήσεις για τους ποδοσφαιριστές σε όλα τα επίπεδα. Πέρα από τις τεχνικές τους ικανότητες, πρέπει να έχουν πολλή καλή φυσική κατάσταση για να μπορούν να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες του παιχνιδιού. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει την επιστημονική κοινότητα στη δημιουργία νέων μεθόδων προπόνησης και στη μελέτη των φυσιολογικών αποκρίσεων αυτών, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται βέλτιστα οφέλη. Ως εκ τούτου, δημιουργήθηκαν τα αγωνιστικά τετράγωνα, που στόχο είχαν να βελτιώσουν την αντοχή των ποδοσφαιριστών με την ταυτόχρονη χρήση της μπάλας. Όμως, παρά το γεγονός ότι έχουν προσφέρει πολύτιμες λύσεις στους προπονητές, παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα.

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια προσδοκά να δημιουργήσει μια ειδική άσκηση αντοχής, η οποία θα επιφέρει οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις, ικανές να βελτιώσουν την αντοχή των

ποδοσφαιριστών. Επίσης, δόθηκε έμφαση στο να είναι πρακτικά εφαρμόσιμη, να εμπεριέχει πολλές ποδοσφαιρικές ενέργειες και τέλος, να καθιστά εφικτό τον υπολογισμό της επιβάρυνσης που δέχεται ο κάθε ποδοσφαιριστής, επιλύοντας έτσι πολλά προβλήματα που υπάρχουν με τα αγωνιστικά τετράγωνα.

Στην συγκεκριμένη ανασκόπηση, καταρχάς, πραγματοποιήθηκε μια σύντομη, γενική πληροφόρηση για τον αερόβιο και αναερόβιο μεταβολισμό. Εν συνεχεία, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του ποδοσφαίρου, καθιστώντας σαφή την ανάγκη για όσο το δυνατόν καλύτερη φυσική κατάσταση των ποδοσφαιριστών. Τέλος, αναλύθηκαν διάφορα είδη προπόνησης, των οποίων κάποια επιμέρους μειονεκτήματα οδήγησαν στην ανάγκη εξεύρεσης αποδοτικότερων μεθόδων προπόνησης.

Η ύπαρξη μιας ειδικής άσκησης ποδοσφαίρου, η οποία θα μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αντοχή των ποδοσφαιριστών με την ταυτόχρονη εκτέλεση ποδοσφαιρικών ενεργειών, θα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τους προπονητές. Οι προπονητές θα μπορούν να την εφαρμόσουν σχετικά εύκολα στους παίκτες τους και θα είναι σε θέση να γνωρίζουν την επιβάρυνση που δέχτηκαν. Η συγκεκριμένη άσκηση σκοπό έχει να συμβάλει στην ουσιαστική εξέλιξη των προπονητικών μεθόδων.

3. ΜΕΘΟΔΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει αν η ειδική προπόνηση ποδοσφαίρου, η οποία περιλαμβάνει άσκηση με μπάλα, είναι δυνατόν να επιφέρει σημαντικές αποκρίσεις τέτοιες, ώστε να είναι δυνατή η βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Για τη διερεύνηση του παραπάνω ερωτήματος, πραγματοποιήθηκαν 3 διαφορετικές προπονητικές μέθοδοι (3 φορές η κάθε μία), σε διάστημα 9 εβδομάδων, όπου μετρήθηκε η καρδιακή συχνότητα, η αντιλαμβανόμενη κόπωση και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Τέλος, οι φυσιολογικές αυτές αποκρίσεις, συγκρίθηκαν μεταξύ τους για την διερεύνηση του ερευνητικού ερωτήματος.

3.1 Δείγμα

Αρχικά, στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν οκτώ (8) νεαροί άνδρες, ηλικίας $19,6 \pm 1,6$ ετών. Οι συμμετέχοντες ήταν ποδοσφαιριστές ερασιτεχνικής κατηγορίας και αγωνίζονταν στην ίδια ομάδα. Οι υποχρεώσεις της ομάδας περιλάμβαναν τέσσερις προπονητικές μονάδες και έναν αγώνα ανά εβδομάδα. Οι δοκιμαζόμενοι συμμετείχαν σε 3 διαφορετικές προπονητικές συνεδρίες όπου κάθε φορά εφαρμόζοταν μια ξεχωριστή μέθοδος. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 3 φορές. Λόγω του γεγονότος ότι ένας συμμετέχων δεν ολοκλήρωσε τον απαιτούμενο αριθμό μετρήσεων, τα δεδομένα του εξαιρέθηκαν από την έρευνα, με αποτέλεσμα όλα τα παρακάτω αποτελέσματα να αφορούν τους εναπομείναντες επτά (7) δοκιμαζόμενους. Η σειρά των προπονητικών συνεδριών ήταν τυχαία και αντισταθμισμένη, ενώ οι δοκιμαζόμενοι ενημερώνονταν τη τελευταία στιγμή για το ποιο είδος προπόνησης θα εκτελέσουν. Όλοι οι

δοκιμαζόμενοι υπέγραψαν έγγραφο συναίνεσης για τη συμμετοχή τους στην πειραματική έρευνα, αφού πρώτα ενημερώθηκαν με κάθε λεπτομέρεια, γραπτώς και προφορικώς, για το σκοπό της έρευνας, τις πειραματικές διαδικασίες και τους πιθανούς κινδύνους που ενέχει.

3.2 Προκαταρκτικές διαδικασίες

3.2.1 Σωματομετρήσεις

Στην πρώτη συνάντηση με τους δοκιμαζόμενους πραγματοποιήθηκαν οι σωματομετρήσεις. Συγκεκριμένα, μετρήθηκε το σωματικό βάρος, το ύψος και το ποσοστό λίπους. Το σωματικό βάρος μετρήθηκε με ζυγαριά ακριβείας 50 γραμμαρίων (Bilance SALUS, Italy). Οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν μαγιό και είχαν ουρήσει αμέσως πριν τη μέτρηση. Το ύψος μετρήθηκε από το ίδιο όργανο (Bilance SALUS, Italy). Εν συνεχεία, υπολογίστηκε το σωματικό λίπος με τη μέθοδο των δερματοπτυχών. Οι περιοχές που μετρήθηκαν με δερματοπτυχόμετρο ακριβείας ενός χιλιοστού (Harpenden, U.K.) είναι οι εξής: το στήθος (στο πρόσθιο θωρακικό τοίχωμα, πλησίον της κατάφυσης του μείζονος θωρακικού πάνω από τη θηλή), το παρομφαλικό τμήμα και η πρόσθια επιφάνεια του μηρού, η μεσομασχαλιαία κοιλότητα, ο τρικέφαλος βραχιόνιος μυς, το χείλος της ωμοπλάτης και η υπερλαγώνια περιοχή. Ο ακριβής τρόπος λήψης των δερματοπτυχών και οι ανατομικές θέσεις βασίστηκαν στους Heyward και Stolarezyk (1996). Μετά τη μέτρηση των δερματοπτυχών, υπολογίστηκε η πυκνότητα του σώματος με βάση τις εξισώσεις των Jackson και Pollock (1978) για άνδρες αθλητές: $Db \text{ (g/cc)} = 1,112 - 0,00043499 \cdot (\Sigma 7SKF) + 0,00000055 \cdot (\Sigma 7SKF)^2 - 0,00028826 \cdot (\text{ηλικία})$, όπου Db = πυκνότητα σώματος, $\Sigma 7SKF$ = άθροισμα δερματοπτυχών (mm) επτά σημείων. Τέλος, η πυκνότητα σώματος

μετατράπηκε σε λίπος με βάση την εξίσωση του Siri (1961): %Λίπος = $[(4.95/Db) - 4.50] \cdot 100$.

3.2.2 Μέτρηση $\dot{V}O_{2\max}$ και $HR_{\max}$

Κατά την ίδια πρώτη συνάντηση με τους δοκιμαζόμενους, πέρα από τις σωματομετρήσεις, μετρήθηκαν η $\dot{V}O_{2\max}$ και η $HR_{\max}$. Ως $HR_{\max}$ ορίστηκε η καρδιακή συχνότητα κατά τον τερματισμό της δοκιμασίας.

Ο υπολογισμός της $\dot{V}O_{2\max}$ πραγματοποιήθηκε σε δαπεδοεργόμετρο (Technogym, RunRace, Italy). Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, οι συμμετέχοντες φορούσαν αθλητικά παπούτσια, αθλητικό σορτσάκι κι ένα κοντομάνικο μπλουζάκι. Οι δοκιμαζόμενοι, αρχικά, κάθονταν σε μια ειδική ανατομική καρέκλα, όπου μετριόταν η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας και η αντιλαμβανόμενη κόπωση με την 10βάθμια κλίμακα του Borg (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004). Εν συνεχεία, πραγματοποιούσαν 5λεπτη προθέρμανση στο δαπεδοεργόμετρο με 7km/h και 5min στατικές διατατικές ασκήσεις. Η δοκιμασία ξεκινούσε με μία αρχική ταχύτητα της τάξεως των 8km/h και αυξανόταν ανά 0.5km/h κάθε λεπτό μέχρι ο δοκιμαζόμενος φτάσει στην εξάντληση. Ως $\dot{V}O_{2\max}$ ορίστηκε η μέγιστη τιμή των 30 τελευταίων δευτερολέπτων της προσπάθειας, ενώ ταυτόχρονα θα έπρεπε να εκπληρωθούν τουλάχιστον δύο από τις τέσσερις προϋποθέσεις που ακολουθούν: α) παρά την αύξηση της επιβάρυνσης, η πρόσληψη οξυγόνου θα έπρεπε να έχει σταθεροποιηθεί ή η αύξηση να ήταν μικρότερη από $150\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$, β) η τιμή του αναπνευστικού πηλίκου να ήταν τουλάχιστον 1.1, γ) η καρδιακή συχνότητα να μην είχε μεγαλύτερη διαφορά των 10b/min από την μέγιστη

προβλεπόμενη (220-ηλικία) και δ) η τιμή που θα είχε σημειωθεί στη 10βάθμια κλίμακα του Borg να είναι από 9 και πάνω. Η θερμοκρασία στο εργαστήριο ήταν μεταξύ 20 με 24°C, ενώ η σχετική υγρασία μεταξύ 40-50%. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι δέχτηκαν την ίδια ενθάρρυνση.

Κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας, οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν παλμογράφο, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η καταμέτρηση της καρδιακής συχνότητας. Η μεγαλύτερη τιμή της καρδιακής συχνότητας που σημειώθηκε, καταγράφηκε ως $HR_{\max}$, όπου με βάση αυτή υπολογίστηκε το διάστημα 90-95% της $HR_{\max}$, ένταση η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά τις προπονητικές μονάδες.

3.2.3 Εξοικείωση

Έπειτα, ακολούθησαν άλλες τρεις συναντήσεις, σε διάστημα τριών εβδομάδων, για την εξοικείωση με τις προπονητικές διαδικασίες και τις εργομετρικές μετρήσεις. Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας, της αντιλαμβανόμενης κόπωσης και της συγκέντρωσης γαλακτικού πραγματοποιήθηκαν πανομοιότυπα με την κανονική μέτρηση, έτσι ώστε οι δοκιμαζόμενοι να εξοικειωθούν με την χρήση του παλμογράφου, της κλίμακας Borg και τη μέθοδο μέτρησης γαλακτικού.

Σε όλους τους συμμετέχοντες δόθηκαν οι ίδιες οδηγίες όσον αφορά την εκτέλεση των προπονητικών προγραμμάτων. Επίσης, δεν επιτρεπόταν να έχουν καταναλώσει τροφή στο χρονικό διάστημα τουλάχιστον τριών ωρών πριν την έναρξη των προπονητικών μονάδων, όπως, επίσης, και δεν άλλαξαν τις διατροφικές τους συνήθειες για όσο καιρό διήρκεσε η πειραματική παρέμβαση.

3.3 Πειραματική διαδικασία

3.3.1 Πρωτόκολλο

Η πειραματική παρέμβαση αναφέρεται στην αξιολόγηση τριών διαφορετικών μεθόδων προπόνησης αντοχής (ειδική άσκηση αντοχής, αγωνιστικό τετράγωνο, τρέξιμο χωρίς μπάλα), οι οποίες πραγματοποιήθηκαν 3 φορές η κάθε μία. Σε όλες τις προπονητικές μονάδες (9), οι οποίες πραγματοποιούνταν 1 φορά την εβδομάδα και είχαν διάρκεια 9 εβδομάδων, συμμετείχαν οι ίδιοι ποδοσφαιριστές (7). Καθώς η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου, όλοι οι δοκιμαζόμενοι συμμετείχαν κανονικά στις υποχρεώσεις της ομάδας τους, οι οποίες ήταν προπόνηση Δευτέρα, Τετάρτη, Πέμπτη, Παρασκευή και αγώνας πρωταθλήματος κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Η πειραματική παρέμβαση πραγματοποιούνταν τις Τετάρτες κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας της ομάδας. Συγκεκριμένα, μόλις ολοκληρωνόταν η προθέρμανση της ομάδας, η οποία ήταν ακριβώς ίδια κάθε φορά και συμμετείχαν όλοι οι δοκιμαζόμενοι, ο ερευνητής απομόνωνε τους επτά δοκιμαζόμενους για την εκτέλεση του πειραματικού προγράμματος, ενώ η υπόλοιπη ομάδα συνέχιζε κανονικά το προπονητικό πρόγραμμά της. Μόλις ολοκληρωνόταν η πειραματική παρέμβαση, η οποία είχε διάρκεια 25min, τα επτά αυτά άτομα ενσωματώνονταν με την υπόλοιπη ομάδα, έως ότου ολοκληρωνόταν η προπονητική μονάδα της συγκεκριμένης μέρας. Ο πειραματικός σχεδιασμός απεικονίζεται στο Παράρτημα 1.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης έρευνας, πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) μετρήσεις της κάθε μεθόδου προπόνησης. Καθώς

ήταν σημαντικό να μην επέλθουν προσαρμογές στους δοκιμαζόμενους μεταξύ των μετρήσεων των διαφορετικών μεθόδων προπόνησης, αποφασίστηκε να ολοκληρώσουν μία μέτρηση της κάθε μεθόδου προπόνησης και εν συνεχεία να ακολουθήσει η δεύτερη και τέλος, η τρίτη μέτρηση. Η σειρά με την οποία πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις επιλέχθηκε με τυχαίο τρόπο, αποφεύγοντας να προκύψει το ίδιο μοτίβο. Τα αποτελέσματα της σειράς των μετρήσεων, μετά από κλήρωση, διαμορφώθηκαν ως εξής:

1^{ος} ΓΥΡΟΣ

1^η Μέτρηση : Ειδική Άσκηση Αντοχής (SST)

2^η Μέτρηση : Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα (RT)

3^η Μέτρηση : Αγωνιστικό Τετράγωνο (SSG)

2^{ος} ΓΥΡΟΣ

4^η Μέτρηση : Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα (RT)

5^η Μέτρηση : Αγωνιστικό Τετράγωνο (SSG)

6^η Μέτρηση : Ειδική Άσκηση Αντοχής (SST)

3^{ος} ΓΥΡΟΣ

7^η Μέτρηση : Αγωνιστικό Τετράγωνο (SSG)

8^η Μέτρηση : Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα (RT)

9^η Μέτρηση : Ειδική Άσκηση Αντοχής (SST)

3.3.1.1 Ειδική Άσκηση Αντοχής

Στο Σχήμα 3.1 διαγράφεται αναλυτικά ο σχηματισμός και η εκτέλεση της SST. Συγκεκριμένα, η άσκηση ξεκινάει από το σημείο ΕΝΑΡΞΗ. Ο παίκτης πραγματοποιεί ελεγχόμενη προωθημένη μεταβίβαση μπροστά, 4 αλλαγές κατεύθυνσης σε απόσταση 6m, προφτάνει την κινούμενη μπάλα, οδήγημα (15-20m) και σέντρα στον τερματοφύλακα. Αμέσως μετά τη

σέντρα, τρέξιμο 25-30m (μεταβατική φάση), μπρος-πίσω τρέξιμο στα κωνάκια (3 κωνάκια μπροστά, 2 πίσω), όπου η απόσταση μεταξύ τους θα είναι 3m, τέσσερα άλματα με τα δύο πόδια στα εμπόδια ύψους 30cm (τοποθετημένα σε απόσταση ενός μέτρου μεταξύ τους) και άσκηση νευρομυϊκής συναρμογής στην επιδαπέδια σκάλα. Στη συνέχεια, παίρνει την μπάλα την οποία έχει αφήσει ο τερματοφύλακας, κάνει οδήγημα 25m και σουτάρει στην απέναντι εστία. Συνεχίζει πραγματοποιώντας 4 ξεμαρκαρίσματα σε απόσταση 6m, παίζει 1-2 με έναν απερχόμενο παίκτη, παίρνει την μπάλα που του έχει αφήσει ο τερματοφύλακας μετά το σουτ, 2 στροφές των 270° στα σημαιάκια (η απόσταση μεταξύ τους θα είναι 6m), ξανά 1-2 και τελειώνει τον γύρο της άσκησης ακριβώς εκεί όπου ξεκίνησε.

Η SST είχε συνολική διάρκεια 25min. Πραγματοποιήθηκαν 4 4λεπτα, όπου ο στόχος ήταν να διανύσουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση. Μεταξύ των 4min, πραγματοποιούνταν 3min ενεργητική αποκατάσταση (περπάτημα χωρίς μπάλα περιμετρικά της άσκησης) με ένταση 60-70% της HR_{max} .

Πριν την έναρξη της άσκησης, δόθηκαν συγκεκριμένες οδηγίες στους ποδοσφαιριστές για την πιο έγκυρη εκτέλεσή της. Συγκεκριμένα, τονίστηκε ότι ο κύριος στόχος είναι η άσκηση να πραγματοποιείται σε υψηλή ένταση, οπότε έπρεπε να εκτελούν τις δραστηριότητες όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Η δεύτερη οδηγία αφορούσε την ποιοτική εκτέλεση της άσκησης και η επισήμανση που γινόταν στους παίκτες ήταν να εκτελούν τις δραστηριότητες με όσο το δυνατόν λιγότερα λάθη και στα σημεία που είχαν οριστεί, έτσι ώστε να μην παρεκκλίνουν από τις αποστάσεις. Η τρίτη και τελευταία οδηγία ήταν να μην επηρεάζονται ο ένας από την απόδοση

του άλλου. Στην περίπτωση που ένας παίκτης πρόφτανε τον μπροστινό του, τον ξεπερνούσε (ο μπροστινός παίκτης ήταν υποχρεωμένος να μην τον εμποδίζει) και συνέχιζε κανονικά την άσκηση. Κατά την έναρξη της άσκησης, οι παίκτες μοιράζονταν με τυχαίο τρόπο στις 8 θέσεις, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.1 και ξεκινούσαν όλοι ταυτόχρονα. Μετά την διακοπή των 3min, συνέχιζαν από τις θέσεις που σταματούσαν.

Ο χώρος που απαιτείται για την SST είναι 30 x 30m (Σχήμα 3.2). Τα υλικά που χρειάζονται είναι τα εξής: 2 εστίες (διαστάσεων 7,32 x 2,44m), 4 εμπόδια (ύψους 30cm), 1 επιδαπέδια σκάλα, 11 σημαιάκια και 9 κωνάκια. Επίσης, για την εκτέλεση της συγκεκριμένης άσκησης, αναγκαία είναι η συμμετοχή τουλάχιστον 2 τερματοφυλάκων. Η άσκηση μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα 8-10 ποδοσφαιριστές. Για την ταυτόχρονη συμμετοχή περισσοτέρων παικτών (16-20), η άσκηση μπορεί να εκτελεστεί σε δύο μέρη, με το ένα μέρος να είναι “καθρέφτης” του άλλου. Οι παίκτες, μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων στο πρώτο μέρος, εκτελούν τις ίδιες δραστηριότητες στο άλλο μέρος της άσκησης. Στην περίπτωση αυτή, οι διαστάσεις της άσκησης θα διαμορφωθούν σε 60 x 30m, ενώ τα υλικά που θα χρειαστούν θα είναι ακριβώς διπλάσια από αυτά που προαναφέρθηκαν. Τέλος, οι τερματοφύλακες που θα χρειαστούν θα είναι τέσσερις.

3.3.1.2 Αγωνιστικό Τετράγωνο

Το SSG που εφαρμόστηκε ήταν 4 έναντι 4 παικτών, διαστάσεων 30 x 40m και με τερματοφύλακες (Hill-Haas et al., 2008). Η διάρκεια και η ένταση του SSG ήταν ακριβώς ίδιες με τις αντίστοιχες της SST (4 x 4min, πολύ υψηλής έντασης, με 3min ενεργητική αποκατάσταση). Η 3λεπτη ενεργητική

αποκατάσταση πραγματοποιούνταν με περπάτημα περιμετρικά του αγωνιστικού τετραγώνου. Κατά την έναρξη των 4λέπτων, η κατοχή της μπάλας και η φορά της άμυνας-επίθεσης, άλλαζαν εναλλάξ στις δύο ομάδες. Οι οδηγίες που δίνονταν στους ποδοσφαιριστές πριν την έναρξη του SSG ήταν ότι όλοι τους, ανεξαρτήτως με το ποιος έχει την κατοχή της μπάλας, πρέπει να εργάζονται σε έντονους ρυθμούς. Συγκεκριμένα, ο παίκτης που είχε στην κατοχή του την μπάλα έπρεπε να πηγαίνει διαρκώς για επίθεση και να μην καθυστερεί το παιχνίδι. Οι συμπαίκτες του προαναφερθέντος παίκτη έπρεπε να πραγματοποιούν συνέχεια κίνηση στον ελεύθερο χώρο, έτσι ώστε ο κάτοχος της μπάλας να έχει επιλογές συνεργασίας. Τέλος, ο στόχος των αμυνόμενων παικτών ήταν η απόσπαση της μπάλας από τον αντίπαλο σε όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο, οπότε η οδηγία στους συγκεκριμένους παίκτες ήταν να πραγματοποιούν διαρκώς επιθετική άμυνα. Για την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων, υπήρχαν βοηθητικές μπάλες περιμετρικά του αγωνιστικού τετραγώνου, οι οποίες δίνονταν στους παίκτες κατευθείαν όταν τις χρειαζόνταν, έτσι ώστε να μην διακόπτεται ο ρυθμός της άσκησης. Η επιλογή των δύο ομάδων πραγματοποιούνταν με τυχαίο τρόπο, έτσι ώστε σε κάθε προπονητική μονάδα να είναι διαφορετική η σύστασή της.

3.3.1.3 Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα

Η τρίτη άσκηση που συγκρίθηκε με τις προηγούμενες δύο (SST και SSG) είναι το RT. Η συγκεκριμένη μέθοδος προπόνησης είναι επαρκώς τεκμηριωμένο ότι προκαλεί σημαντική αύξηση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών (Helgerud et al., 2007). Με βάση τα παραπάνω, αν οι οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις των ποδοσφαιριστών, οι οποίες προέκυψαν

από την SST, είναι παρόμοιες με αυτές που προέκυψαν από το RT, θα είναι σωστός ο ισχυρισμός ότι η συγκεκριμένη SST μπορεί να επιφέρει σημαντική αύξηση της αντοχής των ποδοσφαιριστών.

Οι παίκτες τοποθετούνταν περιμετρικά του μισού ποδοσφαιρικού γηπέδου και είχαν απόσταση 25-30m μεταξύ τους (η σειρά των παικτών γινόταν με τυχαίο τρόπο), έτσι ώστε να μην επηρεάζει ο ένας τον άλλον. Η επιλογή της φοράς με την οποία ξεκινούσαν το τρέξιμο πραγματοποιούνταν, επίσης, με τυχαίο τρόπο και εν συνεχεία άλλαζαν εναλλάξ σε κάθε 4λεπτο (Helgerud et al., 2001). Όπως στις δύο προηγούμενες ασκήσεις, έτσι και στο RT, η διάρκεια και η ένταση ήταν 4 x 4min μεταξύ 90-95% της HR_{max} του εκάστοτε παίκτη, η οποία ελεγχόταν με παλμογράφο και ενεργητικό διάλειμμα 3min. Το ενεργητικό διάλειμμα πραγματοποιούνταν με περπάτημα, οπότε οι ποδοσφαιριστές δεν διέκοπταν τη δραστηριότητά τους, απλά μείωναν την έντασή τους σε 60-70% της HR_{max} . Οι οδηγίες που δίνονταν πριν την έναρξη της συγκεκριμένης άσκησης ήταν οι εξής: (α) με την έναρξη της άσκησης να αυξηθεί απότομα η δρομική ταχύτητα, έτσι ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη ένταση (90-95% της HR_{max}) σε όσο το δυνατόν λιγότερο χρόνο, (β) ο κάθε παίκτης πρέπει να καλύψει όσο το δυνατόν περισσότερη απόσταση κατά τη διάρκεια των 4min, χωρίς να επηρεάζεται από τους υπόλοιπους δοκιμαζόμενους και (γ) στην περίπτωση που ένας ποδοσφαιριστής προφτάσει τον μπροστινό του, έχει το δικαίωμα να τον προσπεράσει (ο μπροστινός παίκτης απαγορεύεται να τον εμποδίσει ή να το καθυστερήσει) και να συνεχίσει την άσκηση χωρίς να μειώσει την ταχύτητά του.

3.3.1.4 Διάρκεια, Ένταση και Αποκατάσταση των προπονητικών μονάδων

Η διάρκεια, η ένταση και η αποκατάσταση ήταν ίδια για όλες τις προπονητικές μεθόδους και βασίστηκε στην έρευνα των Helgerud και συνεργατών (2001). Σε κάθε προπονητική μονάδα, οι ποδοσφαιριστές έπρεπε να εκτελούν την εκάστοτε άσκηση 4 x 4min, προσπαθώντας να εργάζονται μεταξύ 90-95% της HR_{max} . Η αποκατάσταση ήταν ενεργητική (60-70% της HR_{max}) και είχε διάρκεια 3min.

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας ήταν δυνατή μέσω των παλμογράφων που τοποθετούνταν στους ποδοσφαιριστές. Οι παλμογράφοι επικοινωνούσαν με τα ρολόγια χειρός που φορούσαν οι παίκτες, όπου αποθηκεύονταν οι τιμές των καρδιακών συχνοτήτων των παικτών, έτσι ώστε ο ερευνητής να μπορεί να τα επεξεργαστεί στη συνέχεια.

Κατά τη διάρκεια των πειραματικών παρεμβάσεων, ο ερευνητής ενθάρρυνε 3 φορές σε κάθε 4λεπτο (κάθε 1min) τους συμμετέχοντες, για να συνεχίζουν την προσπάθειά της. Επίσης, ένα λεπτό πριν την λήψη του 4λέπτου τους ενημέρωνε για τον εναπομείναντα χρόνο.

Πραγματοποιούνταν μία προπονητική συνεδρία κάθε εβδομάδα (ημέρα Τετάρτη) και η όλη διαδικασία ολοκληρώθηκε μέσα σε εννέα εβδομάδες.

3.4 Όργανα, Μετρήσεις και Υπολογισμοί

Μέτρηση καρδιακής συχνότητας. Για την καταγραφή της καρδιακής συχνότητας χρησιμοποιήθηκαν ρολόγια χειρός Garmin Fenix 5s (Garmin International Inc, Olathe, KS, USA). Τα συγκεκριμένα ρολόγια επικοινωνούν με ζώνες μέτρησης καρδιακής συχνότητας, τα οποία φορούσαν οι δοκιμαζόμενοι,

αποθηκεύουν τα δεδομένα που συλλέγουν από τις ζώνες και εν συνεχεία, αφού συνδεθούν σε έναν υπολογιστή και με τη βοήθεια ενός λογαριασμού Garmin Connect είναι δυνατή η καταγραφή και η επεξεργασία των δεδομένων.

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής μέτρησης της $\dot{V}O_{2max}$, πραγματοποιούνταν η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και η καταγραφή της μέγιστης τιμής αμέσως μετά τον τερματισμό της δοκιμασίας. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα των αθλητών ήταν απαραίτητη για τον υπολογισμό των ποσοστών 90-95 και 60-70% της HR_{max} , εντάσεις οι οποίες είχαν οριστεί να χρησιμοποιηθούν στην πειραματική παρέμβαση.

Επίσης, η καρδιακή συχνότητα καταγραφόταν κατά τη διάρκεια της πειραματικής παρέμβασης. Η καταγραφή της συνολικής καρδιακής συχνότητας των παικτών ήταν σημαντική, επειδή με αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε η μέση καρδιακή συχνότητα όλων των ποδοσφαιριστών.

Μέτρηση αντιλαμβανόμενης κόπωσης. Αμέσως μετά τη λήξη της πειραματικής παρέμβασης, οι δοκιμαζόμενοι δήλωναν την αντιλαμβανόμενη κόπωση στην 10άθμια κλίμακα του Borg (Impellizzeri et al., 2004).

Μέτρηση συγκέντρωσης γαλακτικού. Η μέτρηση της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα γινόταν σε 4 άτομα, τα οποία είχαν επιλεγεί με τυχαίο τρόπο, 3min αμέσως μετά από κάθε πειραματική παρέμβαση. Μετά την τοπική απολύμανση και απομάκρυνση του ιδρώτα με οινόπνευμα, γινόταν διάτρηση του δακτύλου μέσω Microlet 2 (BAYER), απομακρυνόταν η πρώτη σταγόνα αίματος και εν συνεχεία πραγματοποιούνταν λήψη αίματος (0,5 μl) από τον δείκτη του δεξιού χεριού. Το

όργανο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση αίματος είναι το Lactate Scout+ (EKF Diagnostics).

3.5 Στατιστική Ανάλυση

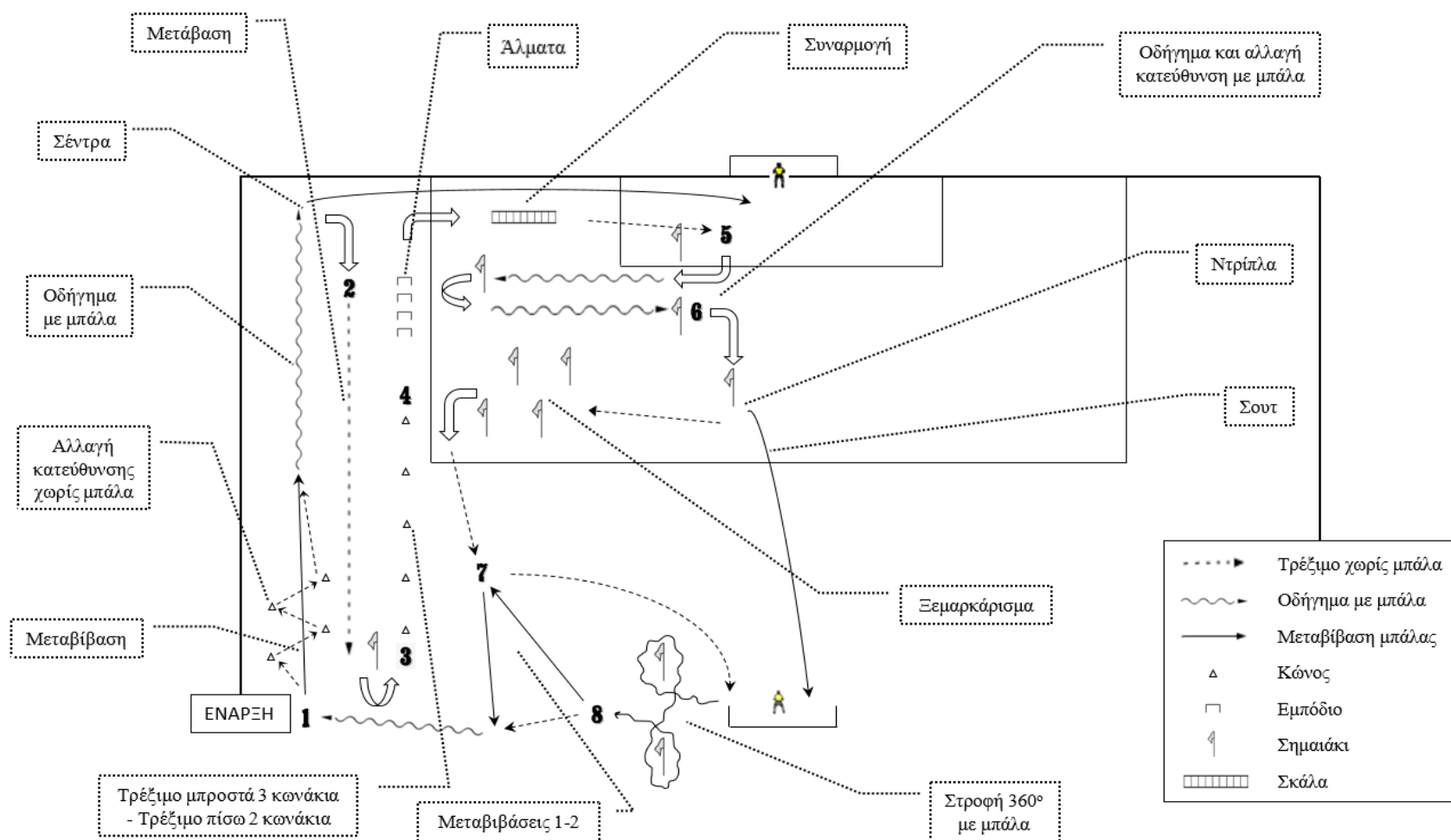
Αφού πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των δεδομένων, ελέγχθηκε η αξιοπιστία των τριών μετρήσεων σε κάθε μέθοδο προπόνησης, χρησιμοποιώντας την ανάλυση διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures) για εξαρτημένα δείγματα.

ANOVA with repeated measures για εξαρτημένα δείγματα χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για την ανάλυση της καρδιακής

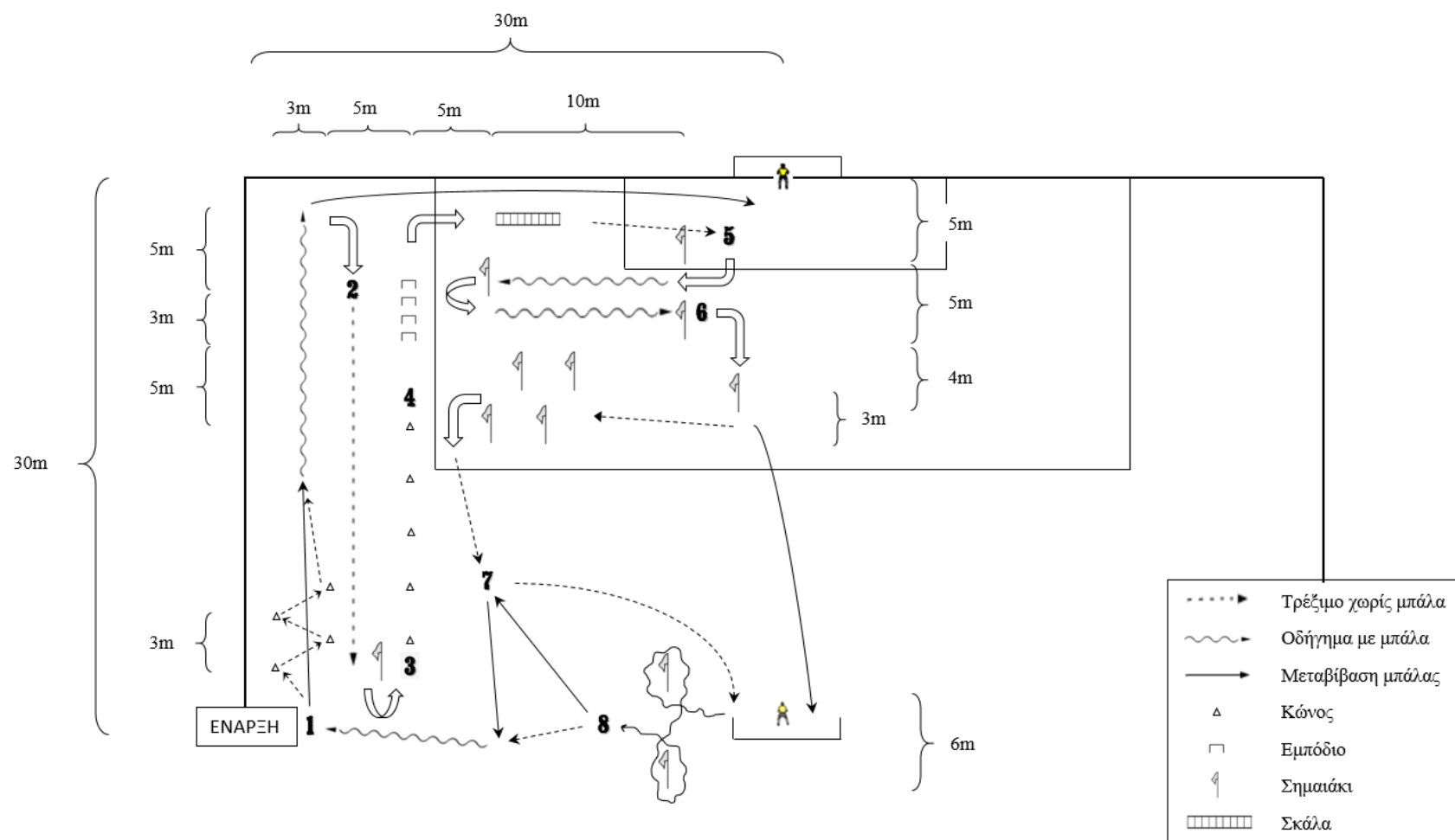
συχνότητας, της αντιλαμβανόμενης κόπωσης και της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα ανάμεσα στις τρεις πειραματικές ομάδες (Βαγενάς, 2014).

Σε όλες τις παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκε Least Significant Different (LSD) post hoc test όπου χρειάστηκε.

Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας, ορίστηκε το $p \leq 0,05$. Οι στατιστικές αναλύσεις, πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό στατιστικής ανάλυσης SPSS (έκδοση 25.0 για Windows).



Σχήμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση μιας σειράς της «Ειδική Άσκηση Αντοχής». Τα νούμερα αντιστοιχούν στη θέση έναρξης του κάθε παίκτη. Τα βέλη φανερώνουν τη φορά της άσκησης. Στα πλαίσια με διακεκομμένες γραμμές επισημαίνονται οι δραστηριότητες.



Σχήμα 3.2. Σχηματική απεικόνιση της «Ειδική Άσκηση Αντοχής». Φαίνονται αναλυτικά οι διαστάσεις της άσκησης.

Νέα σειρά ειδικών ασκήσεων για την προπόνηση αντοχής σε ποδοσφαιριστές

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας σε τρεις ενότητες, για την καλύτερη κατανόησή τους. Αρχικά, εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος. Εν συνεχεία, αναλύεται η αξιοπιστία των μετρήσεων. Ενώ, τέλος, στην τρίτη και μεγαλύτερη ενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας σε υποκατηγορίες με βάση την καρδιακή συχνότητα ανά μέθοδο προπόνησης, την καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο της κάθε προπόνησης, την αντιλαμβανόμενη κόπωση και τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα.

4.1 Χαρακτηριστικά του δείγματος

Οι επτά (7) δοκιμαζόμενοι που ολοκλήρωσαν τις μετρήσεις ήταν ηλικίας $19,6 \pm 1,6$ ετών (μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση). Η σωματική τους μάζα και το ανάστημά τους ήταν $71,5 \pm 4$ kg και $176,7 \pm 4,5$ cm αντίστοιχα, ενώ το ποσοστό (%) σωματικού λίπους ήταν $6,2 \pm 2,9$. Τέλος, η τιμή της $\dot{V}O_{2\max}$, η οποία προσδιορίστηκε μετά από εργαστηριακή μέτρηση, ήταν $47 \pm 3,5$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ (αναλυτική απεικόνιση των χαρακτηριστικών του δείγματος βλ. Παράρτημα 3).

4.2 Αξιοπιστία των μετρήσεων

Καμία συνθήκη δεν ήταν στατιστικά διαφορετική από την άλλη. Επίσης, ο συντελεστής μεταβλητότητας ανάμεσα στις επαναλαμβανόμενες συνθήκες

ανερχόταν $3,5\% \pm 1,4$ (μέσος όρος, σταθερή απόκλιση) καθιστώντας έτσι τις μετρήσεις αξιόπιστες και ικανές για περαιτέρω ανάλυση (βλ. Παράρτημα 4 και 5).

4.3 Οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα για όλες τις οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις (καρδιακή συχνότητα, αντιλαμβανόμενη κόπωση, συγκέντρωση γαλακτικού) που μετρήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας.

4.3.1 Καρδιακή συχνότητα

Κατά τη διάρκεια της SST, της RT και της SSG ο μέσος όρος της ποσοστιαίας $HR_{\max}$ ήταν $88,6 \pm 2,6$, $89,2 \pm 1,5$ και $80,8 \pm 3,2$, αντίστοιχα. Πραγματοποιώντας ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στη σύγκριση της καρδιακής συχνότητας μεταξύ των τριών αυτών μεθόδων προπόνησης ($F_{(1,6)} = 11378,68$, $p < 0,001$), η οποία κατεύθυνε την έρευνα σε περαιτέρω post hoc ανάλυση (αποτελέσματα της ANOVA βλ. Παράρτημα 6).

Συγκρίνοντας την ποσοστιαία $HR_{\max}$ κατά ζεύγη, διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό που προέκυψε κατά το RT, το οποίο ήταν και το υψηλότερο που σημειώθηκε, δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το ποσοστό της SST ($p > 0,05$). Αντιθέτως, το χαμηλότερο ποσοστό προέκυψε κατά τη διάρκεια του

Πίνακας 4.1. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν τα ποσοστά της $HR_{\max}$, τα οποία προέκυψαν κατά τη διάρκεια των τεσσάρων 4λέπτων των τριών μεθόδων προπόνησης.

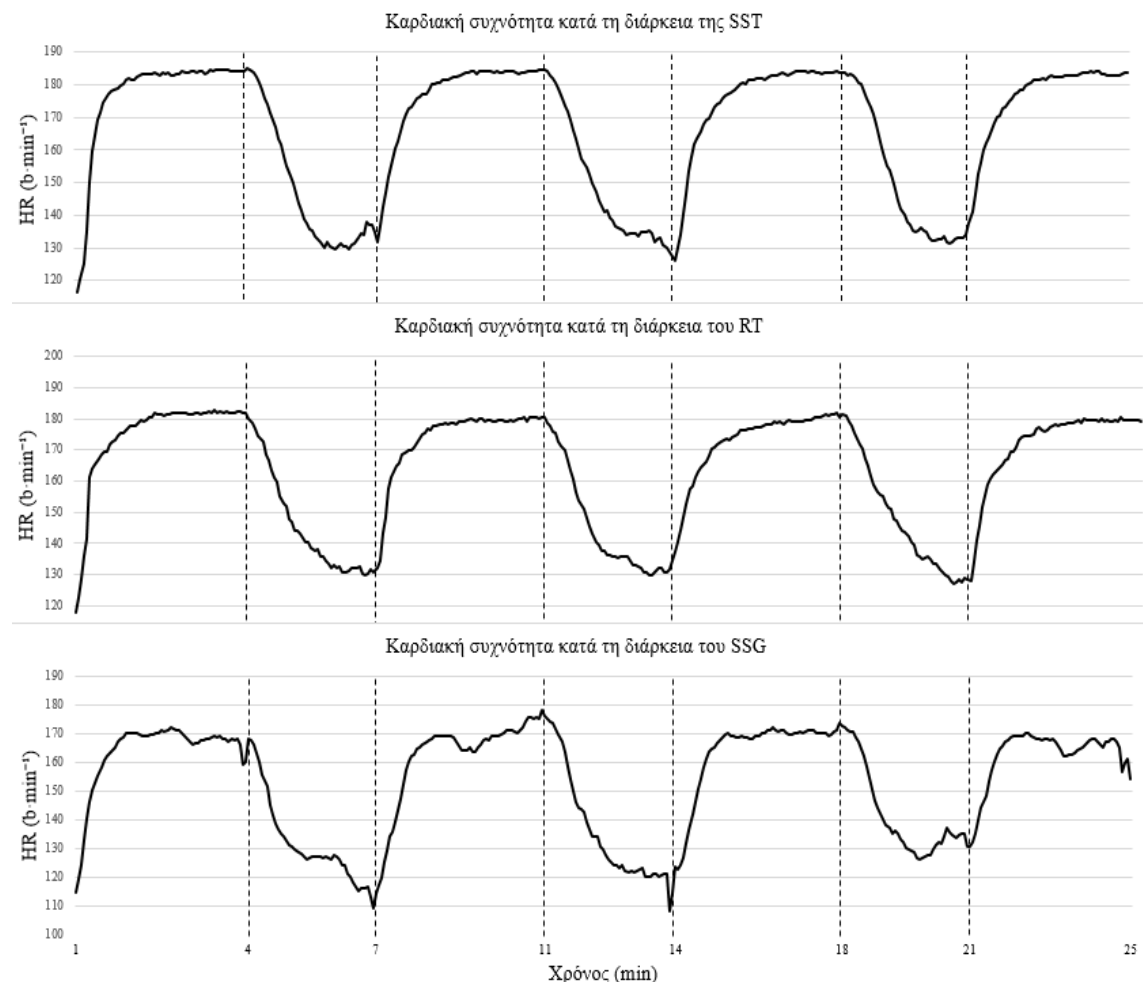
SST (mean $\pm$ SD)	RT (mean $\pm$ SD)	SSG (mean $\pm$ SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
88,6 $\pm$ 2,6	89,2 $\pm$ 1,5		-0,6	0,6	0,352
88,6 $\pm$ 2,6		80,8 $\pm$ 3,2	7,9	1,0	0,000
	89,2 $\pm$ 1,5	80,8 $\pm$ 3,2	8,4	1,0	0,000

SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο, SD = Τυπική Απόκλιση.

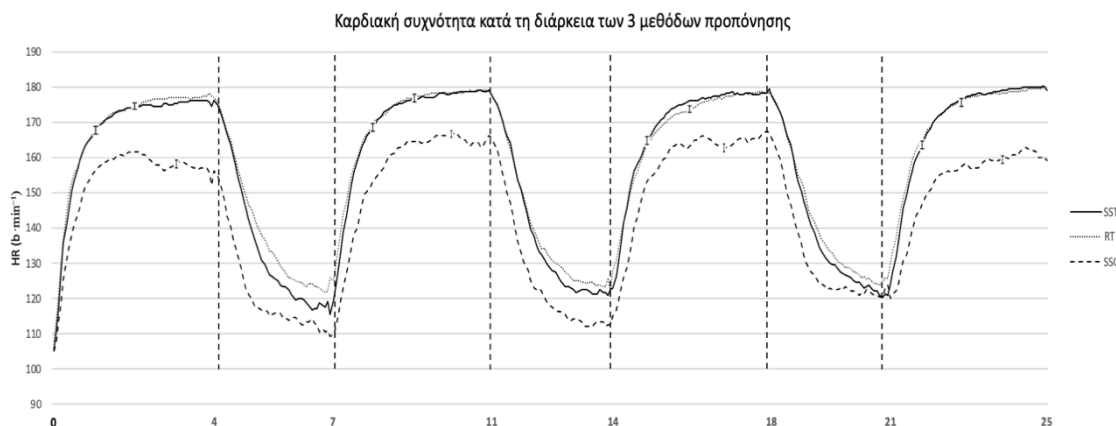
SSG, το οποίο ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότερο, τόσο σε σχέση με το ποσοστό της SST ($p<0,001$), όσο και με το ποσοστό του RT ($p<0,001$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.1. Στο Παράρτημα 7 αποδίδονται και σχηματικά οι μέσοι όροι της ποσοστιαίας HR_{max} ανά μέθοδο προπόνησης.

Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται ένα τυπικό παράδειγμα ενός δοκιμαζόμενου, όπου αποτυπώνεται η καρδιακή του συχνότητα κατά τη διάρκεια όλης της μέτρησης και στις τρεις μεθόδους

προπόνησης. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τριών μετρήσεων σε κάθε μέθοδο προπόνησης. Αυτό που παρατηρείται είναι ότι, ενώ στην SST και στο RT η γραμμή του γραφήματος ανεβαίνει στα πρώτα 90 δευτερόλεπτα και από εκεί και πέρα παραμένει σταθερή μέχρι το τέλος του 4λέπτου, στο SSG η γραμμή δεν είναι σταθερή αλλά παρουσιάζει αρκετές διακυμάνσεις. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι στην SST και στο RT ο αθλητής είναι ικανός να διατηρήσει την καρδιακή του συχνότητα σταθερή, ενώ στο SSG όχι.



Σχήμα 4.1. Τα παραπάνω γραφήματα αποτυπώνουν αντιπροσωπευτικά την καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των 25 λεπτών της μέτρησης, σε κάθε μία μέθοδο προπόνησης ξεχωριστά για ένα δοκιμαζόμενο. Στον κάθετο άξονα παριστάνονται οι τιμές των καρδιακών παλμών, ενώ στον οριζόντιο άξονα ο αντίστοιχος χρόνος σε λεπτά. Οι διακεκομμένες κάθετες γραμμές βοηθούν στην κατανόηση των διαστημάτων των ασκήσεων.



Σχήμα 4.2. Απεικονίζεται η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή) όλων των συμμετεχόντων και στις τρεις μεθόδους προπόνησης. Στον κάθετο άξονα παριστάνονται οι τιμές των καρδιακών παλμών, ενώ στον οριζόντιο άξονα ο αντίστοιχος χρόνος σε λεπτά. Η συνεχής γραμμή αποτυπώνει την ειδική άσκηση αντοχής (SST), η διάστικτη το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και η διακεκομμένη το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG). Η τυπική απόκλιση (SD) εμφανίζεται στο 1^ο, 8^ο, 15^ο και 22^ο λεπτό για την SST, στο 2^ο, 9^ο, 16^ο και 23^ο λεπτό για το RT και στο 3^ο, 10^ο, 17^ο και 24^ο για τα SSG. Οι διακεκομμένες κάθετες γραμμές βοηθούν στην κατανόηση των διαστημάτων των ασκήσεων.

Στο Σχήμα 4.2 απεικονίζονται οι μέσες τιμές της καρδιακής συχνότητας όλων των δοκιμαζομένων και στις τρεις μεθόδους προπόνησης. Όπως αποτυπώνεται στο γράφημα, οι γραμμές της SST και του RT είναι σταθερές μετά τα πρώτα 90 δευτερόλεπτα και σχεδόν επικαλύπτουν η μία την άλλη, ενώ η γραμμή του SSG είναι πιο χαμηλά και παρουσιάζει αυξομειώσεις.

Τέλος, στον Πίνακα 4.2 καταγράφονται τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (95% CI) και οι συντελεστές διακύμανσης (CV) της καρδιακής συχνότητας, της αντιλαμβανόμενης κόπωσης και της συγκέντρωσης γαλακτικού για την κάθε μέθοδο προπόνησης.

Πίνακας 4.2. Αποτυπώνονται οι μέσοι όροι (Mean) των τεσσάρων 4λέπτων, οι τυπικές αποκλίσεις (SD), τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (95%CI) και οι συντελεστές διακύμανσης (CV) της καρδιακής συχνότητας (HR), της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) και της συγκέντρωσης γαλακτικού (Lactate) για την κάθε μέθοδο προπόνησης.

Παράμετρος	SST	RT	SSG
HR			
Mean ± SD	88,6 ± 2,6	89,2 ± 1,5	80,8 ± 3,2
95%CI	86,2 – 91,1	87,8 – 90,6	77,8 – 83,7
CV	2,9	1,7	3,9
RPE			
Mean ± SD	8,0 ± 0,7	8,4 ± 0,6	7,1 ± 0,7
95%CI	7,4 – 8,6	7,8 – 8,9	6,5 – 7,8
CV	8,3	6,8	10,1
Lactate			
Mean ± SD	7,8 ± 3,5	10,1 ± 1,9	6,9 ± 1,9
95%CI	-0,9 – 16,5	5,4 – 14,8	2,3 – 11,6
CV	45,2	18,8	26,9

SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο.

4.3.2 Καρδιακή συχνότητα ανά περίοδο

Στην ενότητα αυτή, αναλύθηκε η καρδιακή συχνότητα ανά 4λεπτο, τόσο σε κάθε μέθοδο προπόνησης, όσο και μεταξύ των μεθόδων προπόνησης. Οι τιμές μελετήθηκαν ως παλμοί/λεπτό και όχι ως ποσοστό της HR_{max} .

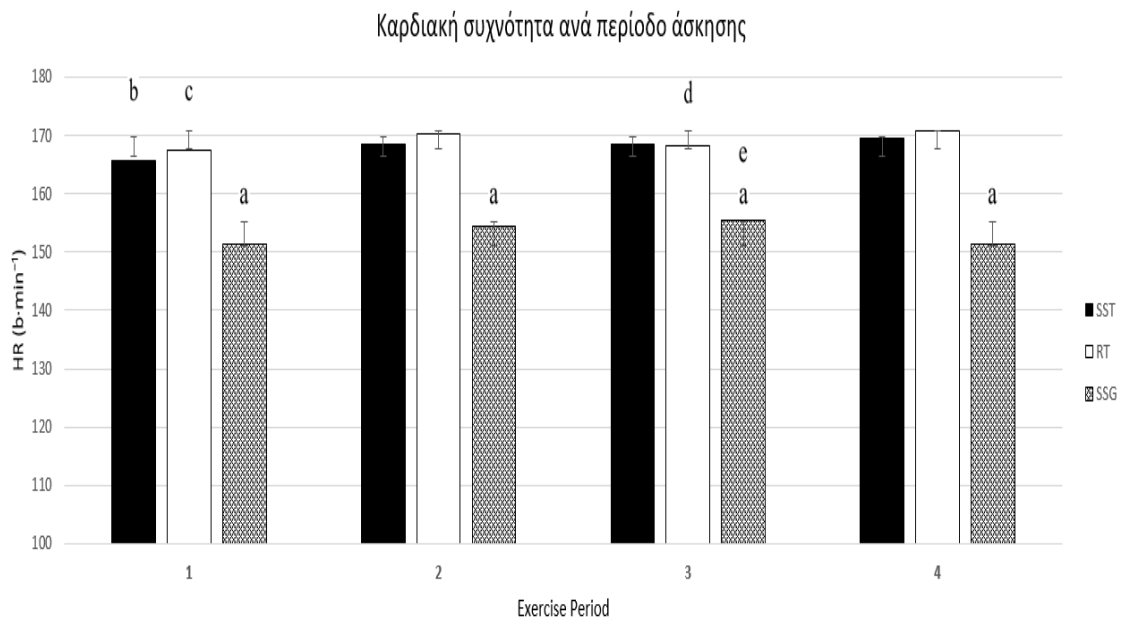
Τα αποτελέσματα της ANOVA με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ανέδειξαν σημαντική διαφορά μεταξύ των περιόδων άσκησης ($F_{(1,6)}=3982,57$, $p<0,001$), οπότε εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκαν post hoc αναλύσεις (αποτελέσματα της ANOVA βλ. Παράρτημα 4). Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που παρατηρήθηκαν είναι ότι η καρδιακή συχνότητα σε κάθε 4λεπτο του SSG ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη της SST και του RT. Επίσης, η καρδιακή συχνότητα του πρώτου 4λέπτου της SST ήταν στατιστικά μικρότερη από τα υπόλοιπα τρία 4λεπτα. Στην RT αντίστοιχα, παρατηρήθηκε ότι η καρδιακή συχνότητα του πρώτου και του τρίτου 4λέπτου ήταν σημαντικά

μικρότερη από το δεύτερο και τέταρτο 4λεπτο αντίστοιχα. Τέλος, όσο αφορά την καρδιακή συχνότητα μεταξύ των περιόδων του SSG, βρέθηκε στατιστική διαφορά του τρίτου 4λέπτου με το πρώτο και το τέταρτο, καθώς στο τρίτο 4λεπτο η καρδιακή συχνότητα ήταν σημαντικά μικρότερη (Σχήμα 4.3).

Τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95%, όπως επίσης και οι συντελεστές διακύμανσης της καρδιακής συχνότητας για την κάθε περίοδο των τριών μεθόδων προπόνησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 8.

4.3.3 Αντιλαμβανόμενη κόπωση

Οι τιμές της αντιλαμβανόμενης κόπωσης μετά την SST, το RT και το SSG ήταν $8,0\pm0,7$, $8,4\pm0,6$ και $7,1\pm0,7$ αντίστοιχα. Για την ανάλυσή τους πραγματοποιήθηκε ANOVA, αποκαλύπτοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{(1,6)}=1791,85$, $p<0,001$), με αποτέλεσμα και εδώ να ακολουθήσουν post hoc αναλύσεις



Σχήμα 4.3. Μέσοι όροι και $\pm$ τυπικές αποκλίσεις της καρδιακής συχνότητας των 4 4λέπτων της ειδικής άσκησης αντοχής (SST), του τρεξίματος χωρίς μπάλα (RT) και του αγωνιστικού τετραγώνου (SSG). Οι σημαντικές διαφορές ($p\leq0,05$) που παρατηρήθηκαν είναι: ^a με την SST και το RT, ^b με τις περιόδους 2, 3 και 4, ^c με την περίοδο 2, ^d με την περίοδο 4, ^e με τις περιόδους 1 και 4.

Πίνακας 4.3. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν οι τιμές της αντιλαμβανόμενης κόπωσης, οι οποίες προέκυψαν μετά τις μετρήσεις στις τρεις μεθόδους προπόνησης.

SST (mean±SD)	RT (mean±SD)	SSG (mean±SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
8,0±0,7	8,4±0,6		-0,4	0,2	0,094
8,0±0,7		7,1±0,7	0,9	0,3	0,039
	8,4±0,6	7,1±0,7	1,2	0,3	0,009

SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο, SD = Τυπική Απόκλιση.

(αποτελέσματα της ANOVA βλ. Παράρτημα 5). Όπως φανερώνει ο Πίνακας 4.3, στατιστικά σημαντική διαφορά προκύπτει με την τιμή του SSG, καθώς είναι μικρότερη τόσο σε σχέση με την τιμή της SST ($p<0,05$), όσο και με την τιμή του RT ($p<0,01$). Αντιθέτως, από τη σύγκριση των τιμών της αντιλαμβανόμενης κόπωσης της SST και του RT δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0,05$). Σχηματική απεικόνιση εμφανίζεται στο Παράρτημα 9.

Τέλος, στον Πίνακα 4.2 έχουν καταγραφεί τα διαστήματα εμπιστοσύνης και οι συντελεστές διακύμανσης για τις μέσες τιμές της

αντιλαμβανόμενης κόπωσης σε καθεμία μέθοδο προπόνησης.

4.3.4 Συγκέντρωση γαλακτικού

Η συγκέντρωση γαλακτικού μετά την SST ήταν $7,8\pm3,5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, μετά το RT ήταν $10,1\pm1,9\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ και μετά το SSG ήταν $6,9\pm1,9\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Παρά το γεγονός, όπως φαίνεται στο Παράρτημα 5, ότι η αρχική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε (ANOVA with repeated measures) έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F_{(1,2)}=46,88$, $p<0,05$), εντούτοις, οι εν συνεχεία post hoc αναλύσεις κατά ζεύγη, δεν αποκάλυψαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των διαφορετικών μεθόδων προπόνησης (Πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.4. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν οι τιμές της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα, οι οποίες προέκυψαν μετά τις μετρήσεις στις τρεις μεθόδους προπόνησης.

SST (mean±SD)	RT (mean±SD)	SSG (mean±SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
7,8±3,5	10,1±1,9		-2,3	0,9	0,132
7,8±3,5		6,9±1,9	0,8	1,9	0,706
	10,1±1,9	6,9±1,9	3,2	1,3	0,139

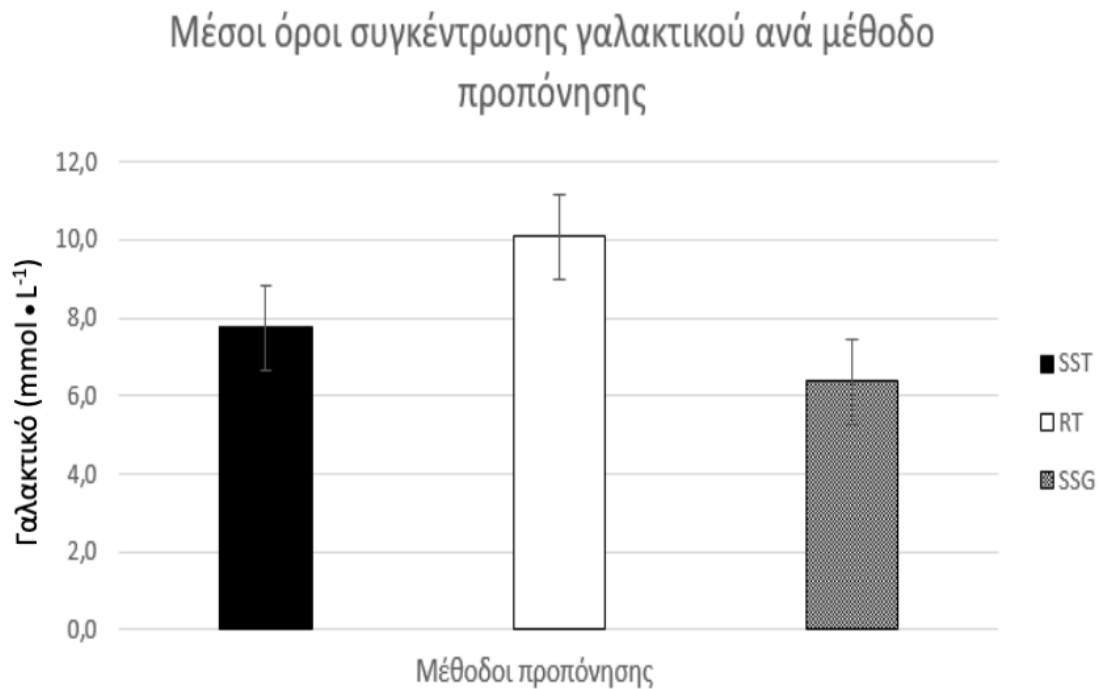
SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο, SD Τυπική Απόκλιση.

Οι τιμές αποτυπώνονται σε $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$.

Ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των μέσων της συγκέντρωσης γαλακτικού στις τρεις μεθόδους προπόνησης, όπου αποτυπώνεται και εκεί η διαφορά των μέσων, όπως ειπώθηκε όμως και παραπάνω, δεν είναι

στατιστικά σημαντική (Σχήμα 4.4).

Τέλος, τα διαστήματα εμπιστοσύνης και οι συντελεστές διακύμανσης των μέσων της συγκέντρωσης γαλακτικού παρατίθενται στον Πίνακα 4.2.



Σχήμα 4.4. Σχηματική απεικόνιση των μέσων τιμών ($\pm$ τυπική απόκλιση) της συγκέντρωσης γαλακτικού όπως διαμορφώθηκαν μετά την ειδική άσκηση αντοχής (SST), το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG).

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί εάν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί μία ειδική άσκηση ποδοσφαίρου (SST), όπου θα στοχεύει σε σημαντική βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Η SST, αποτελούνταν από ποδοσφαιρικές ενέργειες και δραστηριότητες, έτσι ώστε οι ποδοσφαιριστές να βελτιώνονται και στο τεχνικο-τακτικό τομέα. Επίσης, κατά τον σχεδιασμό της, δόθηκε έμφαση στο να έχει ποικιλία σε ποδοσφαιρικές ενέργειες, να απασχολεί τουλάχιστον δύο τερματοφύλακες ταυτόχρονα και να είναι πρακτικά εφαρμόσιμη καθώς θα έπρεπε να είναι δυνατό να συμμετέχουν πολλοί παίκτες. Τέλος, δόθηκε έμφαση στην εύκολη καταγραφή της επιβάρυνσης που θα δέχεται ο κάθε ποδοσφαιριστής, κατά την εκτέλεση της παραπάνω άσκησης.

Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκαν 7 δοκιμαζόμενοι από μία ερασιτεχνική ποδοσφαιρική ομάδα. Η πρώτη συνάντηση με τους δοκιμαζόμενους πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο, όπου προσδιορίστηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($\dot{V}O_{2max}$) και η μέγιστη καρδιακή τους συχνότητα (HR_{max}). Στη συνέχεια, ακολούθησαν άλλες εννέα συναντήσεις στο γήπεδο, όπου οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν τρεις διαφορετικές μεθόδους προπόνησης από τρεις φορές. Η πρώτη μέθοδος ήταν η SST, η δεύτερη ήταν το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και η τρίτη το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG). Όλες οι μέθοδοι προπόνησης στόχευαν στην ίδια ένταση και διάρκεια (4 x 4min με καρδιακή συχνότητα 90-95% της HR_{max} , 3min ενεργητική αποκατάσταση ενδιάμεσα στα 4λεπτα), ενώ ταυτόχρονα καταγράφονταν η καρδιακή συχνότητα, η αντιλαμβανόμενη κόπωση και σε τρεις δοκιμαζόμενους μετριόταν η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μετά

το τέλος της πειραματικής συνθήκης. Τα αποτελέσματα της μελέτης συνοψίζονται ως εξής:

1. Η SST που μελετήθηκε είναι δυνατόν να επιφέρει οξείες φυσιολογικές αποκρίσεις τέτοιες, ώστε να είναι δυνατή η βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της SST, οι δοκιμαζόμενοι δεν κατάφεραν να διατηρήσουν την καρδιακή τους συχνότητα μεταξύ 90-95% της HR_{max} . Όμως, λόγω του γεγονότος ότι η μέση καρδιακή συχνότητα της SST δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτήν του RT (μέθοδος προπόνησης που είναι καλά τεκμηριωμένη από τη βιβλιογραφία ότι προκαλεί σημαντική βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών), είναι λογικό επακόλουθο να θεωρηθεί ότι και η SST είναι ικανή να βελτιώσει σημαντικά την αντοχή των ποδοσφαιριστών.

2. Η SST είναι ικανή να επιφέρει στους ποδοσφαιριστές σημαντικά μεγαλύτερη μέση καρδιακή συχνότητα σε σχέση με το SSG. Επίσης, η καρδιακή συχνότητα των συμμετεχόντων, κατά την εκτέλεση της SST, παρουσίαζε μία σταθερότητα μετά τα πρώτα 90 δευτερόλεπτα, σε αντίθεση με το SSG, όπου καταγράφονταν αυξομειώσεις, καθιστώντας έτσι το τελικό αποτέλεσμα απρόβλεπτο.

5.1 Καρδιακή συχνότητα

Στην παρούσα μελέτη, ο μέσος όρος της ποσοστιαίας HR_{max} κατά τη διάρκεια του RT (89,2%) ήταν παρόμοιος με αυτή κατά τη διάρκεια της SST (88,6%). Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα, αποδεικνύεται ότι η SST που σχεδιάστηκε είναι ικανή να δώσει ικανό ερέθισμα για να βελτιωθεί σημαντικά η αντοχή των ποδοσφαιριστών. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι η RT με υψηλή ένταση (90-100 HR_{max}) είναι μία

μέθοδος προπόνησης, η οποία έχει αποδειχτεί πολλές φορές ότι αυξάνει σημαντικά την αερόβια ικανότητα των ποδοσφαιριστών (Drust et al., 2000; Helgerud et al., 2007; Milanović et al., 2015; Reilly, 2005). Έτσι, αφού οι ποδοσφαιριστές είναι ικανοί να εργάζονται, κατά τη διάρκεια της SST, με μέση καρδιακή συχνότητα κοντά σε αυτή του RT, είναι λογικό επακόλουθο ότι η SST μπορεί να βελτιώσει την αντοχή των ποδοσφαιριστών εξίσου με το RT.

Αντιθέτως, ο μέσος όρος της ποσοστιαίας HR_{max} κατά τη διάρκεια του SSG (80,8%) ήταν σημαντικά μικρότερος τόσο σε σχέση με το RT, όσο και με τη SST. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με δύο προϋπάρχουσες μελέτες. Συγκεκριμένα, οι Hoff και συνεργάτες (2002) στην έρευνά τους κατέγραψαν μέση καρδιακή συχνότητα σημαντικά χαμηλότερη στο SSG από ό,τι στη SST. Ακόμα, οι Kelly και συνεργάτες (2013), παρά το γεγονός ότι κατέγραψαν παρόμοιες τιμές μέσης καρδιακής συχνότητας και στις τρεις μεθόδους προπόνησης, όταν τις συνέκριναν ανά περιόδους άσκησης, διαπίστωσαν ότι στη δεύτερη, στην τρίτη και στην τέταρτη περίοδο, η μέση καρδιακή συχνότητα του SSG ήταν σημαντικά μικρότερη, τόσο σε σχέση με το RT, όσο και με τη SST. Το γεγονός αυτό δεν αποδεικνύει απαραίτητα ότι τα SSG δεν είναι ικανά να βελτιώσουν την αντοχή των ποδοσφαιριστών, καθώς πολλές είναι οι έρευνες που έχουν δείξει το αντίθετο (Hill-Haas et al., 2008; Hill-Haas et al., 2009b; Rampinini et al., 2007b). Όμως, ενισχύει τον αρχικό προβληματισμό που είχε θέσει η παρούσα μελέτη για τα SSG. Ο προπονητής θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός κατά τον σχεδιασμό των SSG για να πετύχει την επιβάρυνση που θέλει να δεχτούν οι ποδοσφαιριστές του (Hill-Haas et al., 2008, 2009a; Jones &

Drust, 2007; Kelly & Drust, 2009; Rampinini et al., 2007b). Επιπλέον, η ενθάρρυνση του προπονητή προς τους παίκτες θα πρέπει αν είναι συνεχής, έτσι ώστε να συνεχίσουν την προσπάθειά τους και να εργάζονται σε υψηλές εντάσεις (Rampinini et al., 2007b).

Εξίσου σημαντικές πληροφορίες μπορούν να αντληθούν εξετάζοντας τη μέση καρδιακή συχνότητα καθ' όλη τη διάρκεια της 25λεπτης άσκησης. Καταρχάς, είναι φανερό ότι τα γραφήματα της μέσης καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια της SST και του RT είναι σχεδόν πανομοιότυπα (Σχήμα 4.2). Η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται ραγδαία στα πρώτα 90 δευτερόλεπτα της άσκησης και εν συνεχεία, παραμένει σταθερή έως το τέλος του 4λέπτου. Το γεγονός αυτό αποτυπώνει με ξεκάθαρο τρόπο ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της SST, το οποίο είναι ότι ο προπονητής είναι σε θέση να γνωρίζει την επιβάρυνση που δέχονται οι ποδοσφαιριστές κατά την εκτέλεση της συγκεκριμένης άσκησης. Αντιθέτως, η γραφική απεικόνιση της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια του SSG, φανερώνει τα μειονεκτήματα που επισημάνθηκαν για τα SSG. Αφενός η καρδιακή συχνότητα είναι μικρότερη σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους προπόνησης, αφετέρου, αν και η αύξηση της καρδιακής συχνότητας είναι ραγδαία στα πρώτα 90 δευτερόλεπτα, από εκεί και πέρα παρουσιάζει πολλές αυξομειώσεις, με αποτέλεσμα, στο τέλος της προπονητικής μονάδας να μην είναι γνωστή η ακριβής επιβάρυνση που δέχτηκαν οι ποδοσφαιριστές.

Τέλος, η καρδιακή συχνότητα εξετάστηκε και ανά περιόδους άσκησης. Στην SST και στο RT, η υψηλότερη τιμή εμφανίστηκε στην τέταρτη περίοδο, χωρίς όμως η διαφορά να είναι σημαντική από όλες τις υπόλοιπες περιόδους. Συγκεκριμένα,

σημαντικότητες βρέθηκαν μόνο μεταξύ πρώτης και τέταρτης περιόδου στο RT και μεταξύ τρίτης και τέταρτης στην SST. Στο SSG η υψηλότερη τιμή σημειώθηκε στην τρίτη περίοδο, η οποία ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από την πρώτη και την τέταρτη.

5.2 Αντιλαμβανόμενη κόπωση και συγκέντρωση γαλακτικού

Οι υπόλοιπες φυσιολογικές αποκρίσεις που μετρήθηκαν ήταν η αντιλαμβανόμενη κόπωση και η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Όσον αφορά την αντιλαμβανόμενη κόπωση, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές μετά το SSG (7,1) ήταν σημαντικά μικρότερες από τις υπόλοιπες δύο μεθόδους προπόνησης, ενώ οι τιμές μεταξύ SST (8) και RT (8,4) δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά. Το γεγονός αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των τιμών της καρδιακής συχνότητας, καθώς πράγματι οι δοκιμαζόμενοι αντιλήφθηκαν μειωμένη κόπωση στη μέθοδο προπόνησης όπου εμφάνισαν τη μικρότερη μέση τιμή της καρδιακής τους συχνότητας. Ένα στοιχείο που είναι σημαντικό να ειπωθεί, καθώς αποδεικνύει τον απρόβλεπτο όγκο προπόνησης που δέχονται οι ποδοσφαιριστές κατά την εκτέλεση των SSG, είναι η διακύμανση που παρουσιάζεται στα συγκεκριμένα αποτελέσματα. Στο SSG παρατηρείται ότι η διακύμανση είναι οριακά πάνω από το 10% (10,1%), σε αντίθεση με την SST και το RT που είναι 8,3 και 6,8% αντίστοιχα.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα των τιμών της συγκέντρωσης γαλακτικού, παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή εμφανίζεται στο RT ($10,1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), αποτέλεσμα το οποίο ήταν αναμενόμενο, καθώς στη συγκεκριμένη μέθοδο προπόνησης οι τιμές και των υπόλοιπων φυσιολογικών αποκρίσεων που μετρήθηκαν ήταν υψηλότερες. Στη

συνέχεια, ακολουθεί η τιμή της SST ($7,8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) και τέλος, η τιμή του SSG ($6,9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$). Παρά τις διαφορές που παρατέθηκαν, δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών της συγκέντρωσης γαλακτικού. Το αποτέλεσμα αυτό ίσως ερμηνεύεται από το γεγονός ότι μόνο σε τρία άτομα πραγματοποιήθηκε η λήψη αίματος. Ο αρχικός σχεδιασμός της έρευνας προέβλεπε ότι τέσσερα άτομα θα υποβληθούν στη διαδικασία λήψης αίματος για τη καταμέτρηση του γαλακτικού, επειδή ένα όργανο μέτρησης ήταν διαθέσιμο (Lactate Scout+) και η λήψη έπρεπε να γίνει αυστηρά τρία λεπτά μετά την ολοκλήρωση της προσπάθειας. Όμως, ένα από τα τέσσερα άτομα δεν ολοκλήρωσε τον απαιτούμενο αριθμό μετρήσεων, με αποτέλεσμα να αφαιρεθεί από την έρευνα και να συμπεριληφθούν μόνο οι τιμές των υπολοίπων τριών συμμετεχόντων.

5.3 Διάρκεια και ένταση των μεθόδων προπόνησης

Η διάρκεια και η ένταση των μεθόδων προπόνησης που επιλέχθηκε για την πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας ήταν $4 \times 4 \text{ min}$, με καρδιακή συχνότητα 90-95% της $HR_{\max}$, μεταξύ των οποίων μεσολαβούσε μία 3λεπτη ενεργητική (60-70% της $HR_{\max}$) αποκατάσταση. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτή η διάρκεια και ένταση ήταν επειδή στην έρευνα των Helgerud και συνεργατών (2001) αποδείχθηκε ότι έχει πολύ καλά αποτελέσματα στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας των ποδοσφαιριστών. Στην παρούσα έρευνα, οι συμμετέχοντες δεν κατάφεραν να διατηρήσουν μέση καρδιακή συχνότητα μεταξύ 90-95% της $HR_{\max}$ τους σε καμία από τις τρεις μεθόδους προπόνησης, σε αντίθεση με την έρευνα των Hoff και συνεργατών (2002) όπου στην SST εμφάνισαν μέση καρδιακή συχνότητα

93,5% και στο SSG 91,3% της HR_{max}. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και στην έρευνα των Kelly και συνεργατών (2013) όπου κατά τη διάρκεια της SST οι συμμετέχοντες είχαν καρδιακή συχνότητα 91,6%, κατά τη διάρκεια του RT είχαν 91,1%, ενώ τέλος, κατά τη διάρκεια του SSG είχαν ελαφρώς χαμηλότερη του 90% (89% της HR_{max}). Το γεγονός αυτό είναι πολύ πιθανόν να οφείλεται στο ότι οι Helgerud και συνεργάτες (2001) είχαν προτείνει την συγκεκριμένη ένταση για ποδοσφαιριστές με $\dot{V}O_{2max}$ μεταξύ 55-65ml•kg⁻¹•min⁻¹. Πράγματι, τόσο στην έρευνα των Hoff και συνεργατών (2002), όσο και σε αυτήν των Kelly και συνεργατών (2013) οι τιμές της $\dot{V}O_{2max}$ των ποδοσφαιριστών που συμμετείχαν βρίσκονταν μεταξύ του παραπάνω διαστήματος. Αντιθέτως, οι ποδοσφαιριστές της παρούσας μελέτης ανήκαν σε ερασιτεχνική ομάδα, με αποτέλεσμα η μέση τιμή της $\dot{V}O_{2max}$ τους να είναι αρκετά μικρότερη του διαστήματος 55-65ml•kg⁻¹•min⁻¹ (47ml•kg⁻¹•min⁻¹).

Παρ' όλα αυτά, εξετάζοντας την καρδιακή συχνότητα μετά τα πρώτα 90 δευτερόλεπτα του κάθε 4λέπτου, από την στιγμή δηλαδή που σταθεροποιείται, παρατηρήθηκε ότι η καρδιακή συχνότητα των συμμετεχόντων ήταν 93,3% της HR_{max} κατά τη διάρκεια της SST, 93,3% κατά τη διάρκεια του RT και 85,3% κατά τη διάρκεια του SSG. Αυτό υποδηλώνει ότι πράγματι οι ποδοσφαιριστές εργάζονταν, για το μεγαλύτερο διάστημα, μεταξύ του απαιτούμενου διαστήματος στις δύο από τις τρεις μεθόδους προπόνησης. Μια εξήγηση του παραπάνω φαινομένου ίσως είναι ότι οι δοκιμαζόμενοι, καθώς ήταν ερασιτέχνες αθλητές, δεν είχαν την ικανότητα να ανεβάσουν την καρδιακή τους συχνότητα σε συντομότερο χρόνο. Μια δεύτερη εξήγηση θα μπορούσε να είναι ότι καθώς προσπαθούσαν να

ολοκληρώσουν όλη την προπονητική μονάδα, στην αρχή των 4λέπτων εργάζονταν σε μικρότερη ένταση σε σχέση με αυτήν που θα μπορούσαν, έτσι ώστε να τους απομείνουν αποθέματα ενέργειας έως το τέλος της άσκησης.

Συμπερασματικά, ο προπονητής θα πρέπει να προσαρμόζει τη διάρκεια και την ένταση της άσκησης για την αποτελεσματικότερη εκγύμναση των ποδοσφαιριστών (Hoff et al., 2002). Έτσι, οι λιγότερο εκπαιδευμένοι αθλητές δεν θα εργάζονται ξεπερνώντας το αναερόβιο τους κατώφλι στην προσπάθειά τους να ολοκληρώσουν την προπονητική μονάδα και οι αθλητές ανώτερου επιπέδου δεν θα εργάζονται σε εντάσεις που είναι χαμηλές για αυτούς, οι οποίες δεν θα τους προσφέρουν τα μέγιστα οφέλη.

5.4 Σχεδιασμός και εκτέλεση SST

Πολύ μεγάλη έμφαση δόθηκε από τον ερευνητή στον σχεδιασμό της SST. Επιχειρώντας να αποτυπωθεί ο ρυθμός που επικρατεί κατά τη διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου, δημιουργήθηκαν περίοδοι μέσα στην SST με εναλλασσόμενες εντάσεις (π.χ. εκρηκτική ταχύτητα με τέσσερις αλλαγές κατεύθυνσης και εν συνεχεία οδήγημα μπάλας σε πιο χαμηλή ένταση). Επίσης, έγινε μεγάλη προσπάθεια να συμπεριληφθούν όσες το δυνατόν περισσότερες τεχνικές δεξιότητες του ποδοσφαίρου. Επιπλέον, λόγω του γεγονότος ότι στη μεγαλύτερη διάρκεια του αγώνα, ο ποδοσφαιριστής δεν είναι κάτοχος μπάλας (Rampinini et al., 2009), κρίθηκε απαραίτητο να δημιουργηθούν και πολλές ποδοσφαιρικές δραστηριότητες χωρίς μπάλα. Πράγματι, ολοκληρώνοντας έναν γύρο της SST, ο κάθε ποδοσφαιριστής θα έχει πραγματοποιήσει σχεδόν όλες τις βασικότερες ποδοσφαιρικές ενέργειες, τόσο με μπάλα (π.χ. σέντρα, σουτ, τρίπλα), όσο και χωρίς αυτήν (π.χ.

βήματα πίσω, ξεμαρκάρισμα). Τέλος, προστέθηκαν ασκήσεις αλτικότητας και νευρομυϊκής συναρμογής, καθώς έχει αποδειχθεί στο παρελθόν ότι τόσο η ικανότητα παραγωγής ισχύος, όσο και η εκρηκτική ταχύτητα, αποτελούν πολύ σημαντικά στοιχεία σε καθοριστικές στιγμές του ποδοσφαιρικού αγώνα (Faude et al., 2012).

Ιδιαίτερη προσοχή, όμως, θα πρέπει να δοθεί από τον εκάστοτε προπονητή κατά την εκτέλεση της SST. Πρώτον, είναι πολύ σημαντικό οι παίκτες να ξεκινούν από τις προτεινόμενες στη μεθοδολογία θέσεις, έτσι ώστε να έχουν τον απαιτούμενο χώρο μπροστά τους για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων και να μην προκαλείται σύγχυση. Δεύτερον,

για περισσότερους από 10 παίκτες είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας χώρος δίπλα ακριβώς από την άσκηση, ο οποίος θα είναι “καθρέφτης” του πρώτου και θα μπορεί να εξυπηρετήσει ακόμα 10 παίκτες. Επίσης, πρέπει να προστεθεί ένας τερματοφύλακας στην εστία όπου πραγματοποιούνται οι σέντρες. Τέλος, καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η ενθάρρυνση του προπονητή κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της SST. Μετά το δεύτερο 4λεπτο αρχίζει να εμφανίζεται η κόπωση στους ποδοσφαιριστές, με αποτέλεσμα να απαιτείται προφορική ενθάρρυνση για να μπορέσουν να συνεχίσουν στην ίδια ένταση και να ολοκληρώσουν επιτυχώς την άσκηση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια απέδειξε ότι η SST είναι ικανή να επιφέρει φυσιολογικές αποκρίσεις, οι οποίες είναι ικανές να βελτιώσουν σημαντικά την αερόβια ικανότητα των ποδοσφαιριστών. Επίσης, τα αποτελέσματα κατέστησαν εμφανές ότι εκτελώντας την SST επιτυγχάνεται υψηλότερη καρδιακή συχνότητα και οι φυσιολογικές αποκρίσεις είναι πιο σταθερές και προβλεπόμενες, σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές του SSG.

Η πρωτοτυπία της συγκεκριμένης μελέτης έγκειται, κατά κύριο λόγο, στον σχεδιασμό της SST. Πρώτη φορά

μελετήθηκε SST, όπου είναι εφικτή η συμμετοχή πολλών παικτών, τερματοφυλάκων, ενώ ταυτόχρονα αποτελείται από πληθώρα ποδοσφαιρικών ενεργειών με μπάλα, αλλά και χωρίς.

Τέλος, κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της συγκεκριμένης άσκησης, οι προπονητές θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί όσον αφορά στον αριθμό των παικτών, στην ένταση που θα επιλέξουν για την πραγματοποίηση της άσκησης και φυσικά, στο να προσφέρουν στους παίκτες τους την απαιτούμενη ενθάρρυνση για την αποτελεσματικότερη εκγύμνασή τους.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική Βιβλιογραφία:

- Βαγενάς, Γ. (2014). *Στατιστικές εφαρμογές στην αθλητική επιστήμη με παραδείγματα στο SPSS*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλας.
- Κλεισούρας, Β. (2007). *Εργοφυσιολογία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης.
- Wilmore, J.H., & Costill, D.L. (2006). *Φυσιολογία της άσκησης και του αθλητισμού. (Τόμος Α')*. (Μ. Μαριδάκη). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης (2004).

Ξένη Βιβλιογραφία:

- Aandstad, A., & Simon, E. V. (2013). Reliability and validity of the soccer specific inter field test. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1383–1392.
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med*, 33(7), 517–538.
- Aguiar, M., Abrantes, C., Macas, V., Leite, N., Sampaio, J., & Ibanez, S. (2008). Effects of intermittent or continuous training on speed, jump and repeated-sprint ability in semi-professional soccer players. *The Open Sports Sciences Journal*, 1(1), 15–19.
- Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Macas, V., & Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 33(1), 103–113.
- Andersen, P., & Henriksson, J. (1977). Capillary supply of the quadriceps femoris muscle of man: adaptive response to exercise. *The Journal of Physiology*, 270(3), 677–690.
- Aslan, A., Açikada, C., Güvenç, A., Gören, H., Hazir, T., & Özkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(1), 170–179.
- Atkinson, G., & Nevill, A. (1998). Statistical Methods for Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217–238.
- Balsom, P. D., Gaitanos, G. G., Söderlund, K., & Ekblom, B. (1999). High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 165(4), 337–345.
- Balsom, P. D., Soderlund, K., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1995). Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154(3), 303–310.
- Bangsbo, J., Gibala, M. J., Krstrup, P., Lez-Alonso, G. J., & Saltin, B. (2002). Enhanced pyruvate dehydrogenase activity does not affect muscle O₂ uptake at onset of intense exercise in humans. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(1), R273–R280.
- Bangsbo, J., Graham, T. E., Kiens, B., & Saltin, B. (1992a). Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *Journal of Physiology*, 451(1), 205–227.
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1992b). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *International Journal of Sports Medicine*, 13(2), 125–132.
- Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Ochentel, O. (2011). Brief review Blood Lactate Diagnostics in Exercise Testing and Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 8–24.
- Bergman, B. C., Wolfel, E. E., Butterfield, G. E., Lopaschuk, G. D., Casazza, G. A., Horning, M. A., & Brooks, G. A. (1999). Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. *J Appl Physiol* (1985), 87(5), 1684–1696.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31(2), 75–90.

- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63–70.
- Bogdanis, G. C. (2012). Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3(142), 1–15.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., Lakomy, H. K., & Nevill, A. M. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *The Journal of Physiology*, 482(2), 467–480.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A., & Boobis, L. H. (1998). Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 163(3), 261–272.
- Bonacci, J., Chapman, A., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2009). Neuromuscular adaptations to training, injury and passive interventions: Implications for running economy. *Sports Medicine*, 39(11), 903–921.
- Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 Supplement), S446–S451.
- Boushel, R., Gnaiger, E., Calbet, J. A. L., Gonzalez-Alonso, J., Wright-Paradis, C., Sondergaard, H., ... Saltin, B. (2011). Muscle mitochondrial capacity exceeds maximal oxygen delivery in humans. *Mitochondrion*, 11(2), 303–307.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168.
- Buchheit, M., Kuitunen, S., Voss, C. S., Williams, B. K., & Mendez-Villanueva, A. Bourdon, P. C. (2012). Physiological strain associated with high-intensity hypoxic intervals in highly trained young runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 94–105.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927–954.
- Calbet, J. A. L., De Paz, J. A., Garatachea, N., Cabeza de Vaca, S., & Chavarren, J. (2003). Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 94(2), 668–676.
- Calbet, J. A. L., Losa-Reyna, J., Torres-Peralta, R., Rasmussen, P., Ponce-González, J. G., Sheel, A. W., ... Lundby, C. (2015). Limitations to oxygen transport and utilization during sprint exercise in humans: evidence for a functional reserve in muscle O₂ diffusing capacity. *The Journal of Physiology*, 593(20), 4649–4664.
- Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 325–336.
- Carling, C., Bradley, P., McCall, A., & Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2215–2223.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615–1623.
- Castagna, C., Francini, L., Povoas, S. C. A., & D'Ottavio, S. (2017). Long sprint abilities in soccer: Ball vs Running drills. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1256–1263.
- Cerretelli, P. (1992). Energy Sources for Muscular Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 13(S 1), S106–S110.
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., & Wisloff, U. (2005). Endurance

- training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24–28.
- Cooke, S. R., Petersen, S. R., & Quinney, H. A. (1997). The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75(6), 512–519.
- Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79–84.
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper, M. K., & Walters, T. J. (1988). Determinants of endurance in well-trained cyclists. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 64(6), 2622–30.
- Da Silva, J. F., Guglielmo, L. G. A., Carminatti, L. J., De Oliveira, F. R., Dittrich, N., & Paton, C. D. (2011). Validity and reliability of a new field test (carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. *Journal of Sports Sciences*, 29(15), 1621–1628.
- Dalen, T., Jørgen, I., Gertjan, E., Havard, H. G., & Ulrik, W. (2016). Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 351–359.
- Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., & Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1449–1457.
- Di Prampero, P. E., Atchou, G., Bruckner, J. C., & Moia, C. (1986). The energetics of endurance running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(3), 259–266.
- Di Prampero, P. E., Capelli, C., Pagliaro, P., Antonutto, G., Girardis, M., Zamparo, P., & Soule, R. G. (1993). Energetics of best performances in middle-distance running. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 74(5), 2318–24.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222–227.
- Dishman, R. K., Patton, R. W., Smith, J., Weinberg, R., & Jackson, A. (1987). Using perceived exertion to prescribe and monitor exercise training heart rate. *International Journal of Sports Medicine*, 8(3), 208–213.
- Drust, B., Reilly, T., & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 885–892.
- Fanchini, M., Azzalin, A., Castagna, C., Schena, F., McCall, A., & Impellizzeri, F. M. (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 453–458.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469–490.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625–631.
- Foxdal, P. (1996). Comparison of blood lactate concentrations obtained during incremental and constant intensity exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 17(5), 360–365.
- Garcin, M., Coquart, J. B. J., Robin, S., & Matran, R. (2011). Prediction of time to exhaustion in competitive cyclists from a perceptually based scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1393–1399.
- Garcin, M., Mille-Hamard, L., & Billat, V. (2004). Influence of aerobic fitness level on measured and estimated perceived exertion during exhausting runs. *International Journal of Sports Medicine*, 25(4), 270–277.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741.

- Gros Lambert, A., & Mahon, A. D. (2006). Perceived exertion: influence of age and cognitive development. *Sports Medicine*, 36(11), 911–928.
- Gunnarsson, T. P., Christensen, P. M., Holse, K., Christiansen, D., & 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.
- Hall, M. M., Rajasekaran, S., Thomsen, T. W., & Peterson, A. R. (2016). Lactate: friend or foe. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 8(3), S8–S15.
- Hamilton, A. L., Nevill, M. E., Brooks, S., & Williams, C. (1991). Physiological responses to maximal intermittent exercise: Differences between endurance-trained runners and games players. *Journal of Sports Sciences*, 9(4), 371–382.
- Haseler, L. J., Hogan, M. C., & Richardson, R. S. (1999). Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O₂ availability. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 2013–2018.
- Haseler, L. J., Lin, A., Hoff, J., & Richardson, R. S. (2007). Oxygen availability and PCr recovery rate in untrained human calf muscle: evidence of metabolic limitation in normoxia. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(5), R2046–R2051.
- 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.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_{2\max}$ more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665–671.
- Helgerud, J., Ingjer, F., & Strømme, S. B. (1990). Sex differences in performance-matched marathon runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(5–6), 433–439.
- Hill-Haas, S., Rowsell, G. J., Dawson, B., & Coutts, A. J. (2008). Acute physiological responses and performance profiles of two different small-sided game training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111–115.
- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Dawson, B. T., & Rowsell, G. J. (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2149–2156.
- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2009b). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9), 636–642.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199–220.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009a). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1–8.
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009c). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111–115.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218–221.
- Hultman, E., & Sjöholm, H. (1983). Energy metabolism and contraction force of human skeletal muscle in situ during electrical stimulation. *The Journal of Physiology*, 345(1), 525–532.
- Iaia, F. M., Fiorenza, M., Perri, E., Alberti, G., Millet, G. P., & Bangsbo, J. (2015). The effect of two speed endurance training regimes on performance of soccer players. *PLoS ONE*, 10(9), 1–16.
- Iaia, F. M., Thomassen, M., Kolding, H., Gunnarsson, T., Wendell, J., Rostgaard, T., ... Bangsbo, J. (2008). Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump α_1 -subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *AJP: Regulatory*,

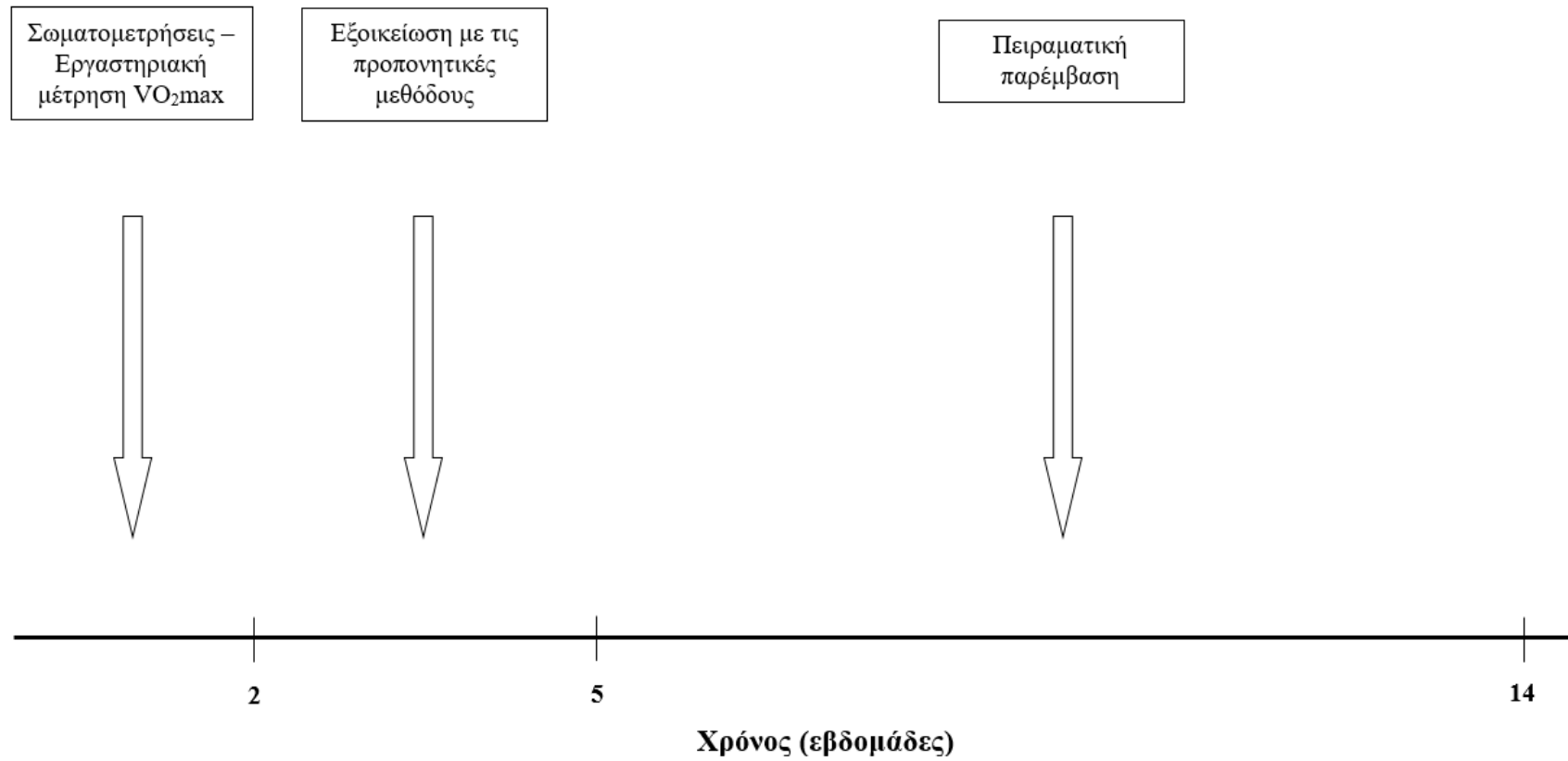
- Integrative and Comparative Physiology*, 294(3), R966–R974.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483–492.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042–1047.
- Jacobs, I., & Kaiser, P. (1982b). Lactate in blood, mixed skeletal muscle, and FT or ST fibres during cycle exercise in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114(3), 461–466.
- Jacobs, I., Tesch, P. A., Karlsson, J., & Dotan, R. (1983). Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 55(2), 365–367.
- Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., & Houghton, B. (1982a). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 48(3), 297–302.
- Jastrzebski, Z., Rompa, P., Szutowicz, M., & Radziminski, L. (2013). Effects of applied training loads on the aerobic capacity of young soccer players during a soccer season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 916–923.
- Johansen, L., & Quistorff, B. (2003). 31P-MRS characterization of sprint and endurance trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 24(3), 183–189. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39085>
- Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150–156.
- Karatzafieri, C., De Haan, A., Ferguson, R. A., Van Mechelen, W., & Sargeant, A. J. (2001). Phosphocreatine and ATP content in human single muscle fibres before and after maximum dynamic exercise. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 442(3), 467–474.
- 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), 374–380.
- Kelly, D. M., & Drust, B. (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 475–479.
- Kelly, D. M., Gregson, W., Reilly, T., & Drust, B. (2013). The development of a soccer-specific training drill for elite-level players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 938–943.
- Koklu, Y., Alemdaroglu, U., Cihan, H., & Wong, D. P. (2017). Effects of bout duration on players' internal and external loads during small-sided games in young soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1370–1377.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., ... Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 697–705.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Klær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165–1174.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 316–319.
- Lundby, C., & Montero, D. (2015). CrossTalk opposing view: Diffusion limitation of O₂ from microvessels into muscle does not contribute to the limitation of $\dot{V}O_{2\max}$. *Journal of Physiology*, 593(17), 3759–3761.
- Marcora, S. M. (2011). Role of feedback from group III and IV muscle afferents in perception of effort,

- muscle pain, and discomfort. *Journal of Applied Physiology*, 110(1), 1499.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., & Jones, A. M. (2007). Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? *Sports Medicine*, 37(10), 857–80.
- Milanović, Z., Pantelić, S., Sporiš, G., Mohr, M., & Krstrup, P. (2015). Health-related physical fitness in healthy untrained men: Effects on $\dot{V}O_{2\max}$, jump performance and flexibility of soccer and moderate-intensity continuous running. *PLoS ONE*, 10(8), 1–14.
- Miñano-Espin, J., Casáis, L., Lago-Peñas, C., & Gómez-Ruano, M. Á. (2017). High speed running and sprinting profiles of elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 169–176.
- Mohr, M., Krstrup, 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., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593–599.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004a). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches - beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14(3), 156–162.
- Mohr, M., Nordsborg, N., Nielsen, J. J., Pedersen, L. D., Fischer, C., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2004b). Potassium kinetics in human muscle interstitium during repeated intense exercise in relation to fatigue. *Pflugers Archiv - European Journal of Physiology*, 448(4), 452–456.
- O'Reilly, J., & Wong, S. H. S. (2012). The development of aerobic and skill assessment in soccer. *Sports Medicine*, 42(12), 1029–1040.
- Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170–178.
- Pate, R. R., & Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise*, 1(2), 87–89.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25, 1–72.
- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007a). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018–1024.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007b). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659–666.
- 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. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 257–263.
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 561–572.
- Reilly, T., & Ball, D. (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55(3), 267–271.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669–683.
- Ren, J. M., & Hultman, E. (1990). Regulation of phosphorylase a activity in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 69, 919–923.

- Saraslanidis, P., Petridou, A., Bogdanis, G. C., Galanis, N., Tsalis, G., Kellis, S., & Mougios, V. (2011). Muscle metabolism and performance improvement after two training programmes of sprint running differing in rest interval duration. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1167–1174.
- Seiler, S., & Hetlelid, K. J. (2005). The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(9), 1601–1607.
- Silva, J. R., Magalhaes, J., Ascensao, A., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2013). Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 20–30.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044.
- Stergiopoulos, D. C., Kounalakis, S. N., Miliotis, P. G., & Geladas, N. D. (2020). Second ventilatory threshold assessed by heart rate variability in a multiple shuttle run test. *International Journal of Sports Medicine*, 42(1), 48–55.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601–618.
- Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L. T., & Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on goal scoring in norwegian professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 28(3), 237–244.
- Tesch, P. A., & Wright, J. E. (1983). Recovery from short term intense exercise: Its relation to capillary supply and blood lactate concentration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 52(1), 98–103.
- Tesch, P. A., Wright, J. E., Vogel, J. A., Daniels, W. L., Sharp, D. S., & Sj-din, B. (1985). The influence of muscle metabolic characteristics on physical performance. *European Journal of Applied Physiology*, 54, 237–243.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. a. (2002). The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 5(3), 194–203.
- Ulmer, H. V. (1996). Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, 52(5), 416–420.
- Vollaard, N. B. J., Constantin-Teodosiu, D., Fredriksson, K., Rooyackers, O., Jansson, E., Greenhaff, P. L., ... Sundberg, C. J. (2009). Systematic analysis of adaptations in aerobic capacity and submaximal energy metabolism provides a unique insight into determinants of human aerobic performance. *Journal of Applied Physiology*, 106(5), 1479–1486.
- Yoshida, T. (1984). Effect of dietary modifications on lactate threshold and onset of blood lactate accumulation during incremental exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 53(3), 200–205.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1. Σχηματική απεικόνιση του πειραματικού πρωτοκόλλου. Παρουσιάζονται με τη σειρά οι διαδικασίες που έγιναν ανά εβδομάδα.



Παράρτημα 2. *Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης.*

Ονομάζομαι Σκριποτσένκο Γεώργιος και είμαι μεταπτυχιακός φοιτητής στη «Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού» του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στο πρόγραμμα «Βιολογία της Άσκησης» με κατεύθυνση «Εργοφυσιολογία». Στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής μου διατριβής σε προσκαλώ να συμμετάσχεις σε έρευνα που διεξάγεται στο πλαίσιο ερευνητικού έργου του Εργαστηρίου της Εργοφυσιολογίας. Η έρευνα γίνεται υπό την επίβλεψη του κ. Γελαδά Νικόλαου, καθηγητής στη «Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού».

Η συμμετοχή σου στη συγκεκριμένη έρευνα είναι εθελοντική. Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που θα συλλεχθούν θα είναι ανώνυμα, σε κανένα σημείο της έρευνας δεν θα αναφερθεί το όνομά σου και τα στοιχεία σου δεν θα δοθούν σε οποιονδήποτε και αν ζητηθούν. Οι ώρες της απασχόλησής σου θα είναι κυρίως κατά τη διάρκεια της προπόνησης της ομάδας σου. Συγκεκριμένα, στην αρχή θα πραγματοποιηθούν σωματομετρήσεις και μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου στο εργαστήριο της σχολής, όπου θα πρέπει να έρθει μία φορά για 1-2 ώρες. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθούν 12 μετρήσεις, από 30 λεπτά η κάθε μία, κατά τη διάρκεια της προπόνησης, με συχνότητα 1-2 φορές την εβδομάδα. Τα αποτελέσματα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν για καθαρά ερευνητικούς σκοπούς και ενδεχομένως να δημοσιευθούν σε επιστημονικό περιοδικό ανώνυμα. Θα έχεις τη δυνατότητα να ενημερωθείς για τα ατομικά σου αποτελέσματα ή για τα γενικά, εφόσον το επιθυμείς. Η παραπάνω έρευνα πραγματοποιείται για καθαρά επιστημονικούς λόγους και δεν υπάρχει καμία περαιτέρω εκμετάλλευση. Τα οφέλη που θα αποκομίσεις από την συγκεκριμένη έρευνα είναι η ικανοποίησή σου για τη συμμετοχή στο επιστημονικό αυτό έργο, ενώ παράλληλα θα έχεις την ευκαιρία να πληροφορηθείς για ορισμένους ατομικούς φυσιολογικούς δείκτες και να τους συγκρίνεις με άλλους ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου. Τονίζεται ότι δεν θα υπάρξει χρηματική αμοιβή ή οποιοδήποτε άλλο όφελος.

Ο τίτλος της έρευνας είναι «Προπόνηση Ειδικής Αντοχής στην Ποδοσφαίριση» και σκοπό έχει να αξιολογήσει επιστημονικά μία ειδική άσκηση αντοχής ποδοσφαίρου, όσον αφορά τη βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών. Τα οφέλη που θα προκύψουν από την συγκεκριμένη έρευνα είναι η δημιουργία άσκησης, η οποία θα εμπεριέχει διάφορες ποδοσφαιρικές ενέργειες και δραστηριότητες και θα επιφέρει σημαντική βελτίωση της αντοχής των ποδοσφαιριστών.

Θα πρέπει να παρευρεθείς στο εργαστήριο της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού μία φορά, όπου θα πραγματοποιηθούν σωματομετρήσεις (βάρος, ύψος, ποσοστό σωματικού λίπους με τη μέθοδο των δερματοπτυχών) και εν συνεχεία θα γίνει μέτρηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου στο ενιαίο κύκλωμα σπιρομέτρησης. Η παραπάνω διαδικασία θα διαρκέσει 1-2 ώρες. Οι μετρήσεις της πειραματικής παρέμβασης θα πραγματοποιούνται Τετάρτες και Πέμπτες στο γήπεδο Χαλανδρίου, κατά τη διάρκεια της προπόνησης της ομάδας σου (18:30-20:00). Συνολικά, θα πραγματοποιηθούν 12 μετρήσεις, οπότε η διάρκεια θα είναι 6 εβδομάδες (2

φορές/εβδομάδα). Θα πραγματοποιήσεις 3 διαφορετικά είδη προπόνησης (συνεχόμενο τρέξιμο, αγωνιστικό τετράγωνο 4v4, ειδική άσκηση αντοχής). Η διάρκεια και η ένταση της κάθε προπόνησης θα είναι ίδια (4x4 min στο 90-95% της HR_{max} , με 3 min ενεργητικό διάλειμμα στο 60-70% της HR_{max}). Κατά τη διάρκεια της άσκησης θα φοράς παλμογράφο για τη μέτρηση της καρδιακής σου συχνότητας και ρολόι χειρός με GPS για τη μέτρηση της διανυθείσας απόστασης. Μετά την άσκηση θα μετράται η αντιλαμβανόμενη κόπωση στη 10βάθμια κλίμακα του Borg, ενώ σε 4 άτομα (από τους 8 συνολικά) θα πραγματοποιείται λήψη αίματος (0,5 μl) από τον δείκτη του χεριού για τη μέτρηση της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Συγκεκριμένα, μετά την τοπική απολύμανση και απομάκρυνση του ιδρώτα με οινόπνευμα, θα γίνεται διάτρηση του δακτύλου μέσω Microlet 2 (BAYER), θα απομακρύνεται η πρώτη σταγόνα αίματος και εν συνεχεία θα πραγματοποιείται λήψη αίματος (0,5 μl) από τον δείκτη του δεξιού χεριού. Η συνολική διάρκεια της πειραματικής παρέμβασης θα είναι 30 λεπτά την κάθε μέρα. Σε όλες τις μετρήσεις θα τηρηθούν οι κατάλληλοι κανόνες ασφάλειας για να προστατευθεί η υγεία όλων των δοκιμαζομένων. Πέρα από την έντονη κόπωση που θα αισθανθείς, τόσο κατά τη διάρκεια της μέτρησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, όσο και κατά τη διάρκεια της πειραματικής παρέμβασης, δεν θα υπάρξουν άλλοι κίνδυνοι για την υγεία σου. Ούτως ή άλλως θα υπάρχει παροχή πρώτων βοηθειών. Εάν έχεις οποιαδήποτε ερώτηση ή παράπονο μπορείς να απευθυνθείς στον κύριο ερευνητή ή στο επιβλέποντα καθηγητή.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων για τη συμμετοχή, την εμπιστοσύνη και τη διάθεσή σου να συμβάλλεις στην ερευνητική μου προσπάθεια!

Υπογραφή ερευνητή:.....Ημερομηνία.....
Τηλέφωνο..... E-mail:

Δηλώνω ότι:

α) διάβασα και κατανόησα το περιεχόμενο έρευνας με τίτλο «Προπόνηση Ειδικής Αντοχής στην Ποδοσφαίριση» που διεξάγεται από επιστημονικό προσωπικό της Σχολής 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 και στ) έχω δικαίωμα να διακόψω όποτε θελήσω.

Συναινώ στη λήψη φωτογραφίας ή εικόνας όπου θα φαίνονται τα προσωπικά μου χαρακτηριστικά για εκπαιδευτικούς και όχι για εμπορικούς λόγους; Ναι ή όχι;

Ονοματεπώνυμο δηλούντος
Υπογραφή
Ημερομηνία.....
Υπογραφή ατόμου που πήρε τη συγκατάθεση Ημερ/νία.....

Παράρτημα 3. Τα αποτελέσματα των σωματομετρήσεων και της εργαστηριακής μέτρησης μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου όλων των δοκιμαζομένων που συμμετείχαν στην έρευνα.

ΑΑ	Ηλικία (έτη)	Σωματική Μάζα (kg)	Ύψος (cm)	ΔΜΣ	Σωματικό Λίπος (%)	HR _{max} (b/min)	Μέγιστη Αερόβια Ταχύτητα (km/h)	VO _{2max} (ml•kg ⁻¹ •min ⁻¹)
1	23	74,5	180	23	11,1	188	15,5	48,5
2	19	73	172	24,7	7,9	197	15,5	48,7
3	18	73,5	179	22,9	7,9	192	16	48,5
4	19	65,5	173	21,9	5,2	185	16	43,4
5	19	76,5	181	23,4	3,4	179	18	45,2
6	20	67	181	20,5	4,2	188	17,5	52,4
7	19	70,5	171	24,1	3,7	199	15,5	52,4
M.O.	19,6	71,5	176,7	22,9	6,2	189,7	16,3	47
T.A.	1,6	4	4,5	1,4	2,9	6,9	1	3,5

ΔΜΣ = Δείκτης Μάζας Σώματος, HR_{max} = Μέγιστη Καρδιακή Συχνότητα κατά τη διάρκεια της μέτρησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, VO_{2max} = Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου η οποία προέκυψε μετά από εργαστηριακή μέτρηση, M.O. = Μέσος Όρος, T.A. = Τυπική Απόκλιση.

Παράρτημα 4. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures). Συγκρίθηκαν ξεχωριστά οι μέσοι όροι της ποσοστιαίας HR_{max} των τριών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για την καθεμία μέθοδο προπόνησης. Σε καμία συνθήκη δε καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

SST1 (mean±SD)	SST2 (mean±SD)	SST3 (mean±SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
88,5±3,2	88,7±2,7		-0,2	0,8	0,8
88,5±3,2		89,7±3,1	-1,2	1,4	0,4
	88,7±2,7	89,7±3,1	1,0	0,7	0,7
RT1 (mean±SD)	RT2 (mean±SD)	RT3 (mean±SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
88,4±2,5	88,9±2,2		-0,6	1,1	0,6
88,4±2,5		90,3±1,8	-1,9	1,0	0,1
	88,9±2,2	90,3±1,8	-1,4	0,9	0,2
SSG1 (mean±SD)	SSG2 (mean±SD)	SSG3 (mean±SD)	Διαφορά Μέσων (d)	Τυπικό Σφάλμα (SE)	Σημαντικότητα (p)
84,3±2,4	80,1±4,6		4,2	1,8	0,1
84,3±2,4		80,6±4,8	3,7	1,5	0,1
	80,1±4,6	80,6±4,8	-0,5	1,3	0,7

SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο, SD = Τυπική Απόκλιση.

Παράρτημα 5. Αποτυπώνονται οι μέσοι όροι (Mean), οι τυπικές αποκλίσεις (SD), τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (95%CI) και οι συντελεστές διακύμανσης (CV) της ποσοστιαίας HR_{max} των τριών μετρήσεων για την καθεμία μέθοδο προπόνησης.

	Mean	SD	95%CI	CV
SST1	88,5 %	± 3,2	85,1 - 91,9	3,2 %
SST2	88,7 %	± 2,7	85,9 - 91,5	3,1 %
SST3	89,7 %	± 3,1	86,5 - 92,9	3,4 %
RT1	88,4 %	± 2,5	85,7 - 91,0	2,9 %
RT2	88,9 %	± 2,2	86,7 - 91,2	2,4 %
RT3	90,3 %	± 1,8	88,4 - 92,2	2,0 %
SSG1	84,3 %	± 2,4	80,5 - 88,1	2,9 %
SSG2	80,1 %	± 4,6	72,9 - 87,4	5,7 %
SSG3	80,6 %	± 4,8	73,1 - 88,2	5,9 %

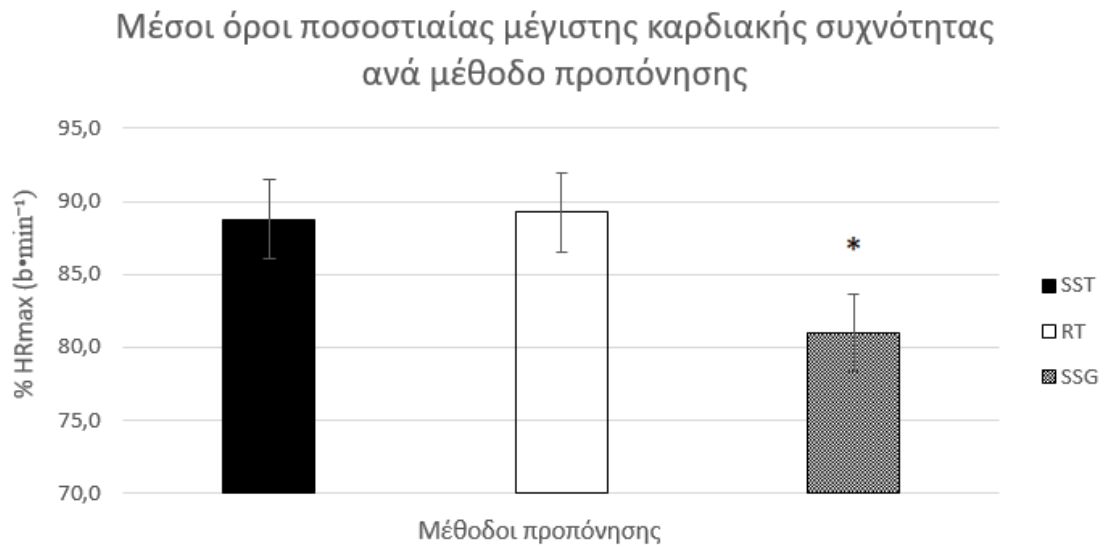
SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο.

Παράρτημα 6. Αποτελέσματα ανάλυσης διασποράς με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA with repeated measures) για την καρδιακή συχνότητα (HR), την αντιλαμβανόμενη κόπωση (RPE), την συγκέντρωση γαλακτικού και τις περιόδους της άσκησης. Σε όλες τις συνθήκες καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$).

	SS	df	MS	F	p	Partial Eta Squared
HR						
Intercept	155996,93	1	155996,93	11378,68	0,000	0,999
Error	82,26	6	13,71			
RPE						
Intercept	1288,58	1	1288,58	1791,85	0,000	0,997
Error	4,32	6	0,72			
Lactate						
Intercept	613,66	1	613,66	46,88	0,021	0,959
Error	26,18	2	13,09			
Exercise Period						
Intercept	2245494,27	1	2245494,27	3982,57	0,000	0,998
Error	3382,98	6	563,83			

SS = Αθροισμα Τετραγώνων, df = Βαθμοί Ελευθερίας, MS = Μέσος Τετραγώνων, F = Κριτήριο F, p = Σημαντικότητα.

Παράρτημα 7. Σχηματική απεικόνιση των μέσων όρων ($\pm$ τυπικό σφάλμα) της ποσοστιαίας μέγιστης καρδιακής συχνότητας (% HR_{max}) όπως διαμορφώθηκαν μετά την ειδική άσκηση αντοχής (SST), το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG). * Στατιστικά σημαντική διαφορά από την SST και το RT, $p < 0,001$.



Παράρτημα 8. Αποτυπώνονται οι μέσοι όροι (Mean), οι τυπικές αποκλίσεις (SD), τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95% (95%CI) και οι συντελεστές διακύμανσης (CV) της καρδιακής συχνότητας για την κάθε περίοδο των τριών μεθόδων προπόνησης.

Άσκηση	1 ^ο 4λεπτο (b/min)	2 ^ο 4λεπτο (b/min)	3 ^ο 4λεπτο (b/min)	4 ^ο 4λεπτο (b/min)
SST				
Mean $\pm$ SD	165,7 $\pm$ 7,7	168,6 $\pm$ 8,3	168,5 $\pm$ 7,5	169,6 $\pm$ 8,1
95%CI	158,6 - 172,8	161,0 - 176,2	161,6 - 175,4	162,1 - 177,1
CV	4,6	4,9	4,4	4,8
RT				
Mean $\pm$ SD	167,4 $\pm$ 7,3	170,2 $\pm$ 7,6	168,4 $\pm$ 6,1	170,8 $\pm$ 5,1
95%CI	160,6 - 174,2	163,3 - 177,2	162,7 - 174,0	166,0 - 175,6
CV	4,4	4,4	3,6	3,0
SSG				
Mean $\pm$ SD	151,4 $\pm$ 9,7	154,5 $\pm$ 8,1	155,5 $\pm$ 8,0	151,3 $\pm$ 7,4
95%CI	142,4 - 160,5	147,0 - 162,0	148,1 - 162,9	144,5 - 158,1
CV	6,4	5,3	5,2	4,9

SST = Ειδική Άσκηση Αντοχής, RT = Τρέξιμο Χωρίς Μπάλα, SSG = Αγωνιστικό Τετράγωνο, SD = Τυπική Απόκλιση, 95%CI = Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%, CV = Συντελεστής Διακύμανσης.

Παράρτημα 9. Σχηματική απεικόνιση των μέσων τιμών ($\pm$ τυπικό σφάλμα) της αντιλαμβανόμενης κόπωσης (RPE) όπως διαμορφώθηκαν μετά την ειδική άσκηση αντοχής (SST), το τρέξιμο χωρίς μπάλα (RT) και το αγωνιστικό τετράγωνο (SSG). * Στατιστικά σημαντική διαφορά από την SST και το RT, $p < 0,05$.

