

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

Η επίδραση της περιόδου προετοιμασίας και του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε αιματολογικούς, βιοχημικούς και ορμονικούς δείκτες σε βασικούς και αναπληρωματικούς επαγγελματίες ποδοσφαιριστές

ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ: ΜΠΑΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.

ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ :

ΖΑΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, Καθηγητής.

ΓΕΡΟΔΗΜΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, Av. Καθηγητής.

ΦΑΜΙΣΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ, Επ. Καθηγητής.

ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ:

Αίθουσα Τηλεδιάσκεψης ΣΕΦΑΑ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (ΤΡΙΚΑΛΑ).

ΔΕΥΤΕΡΑ: 30 ΙΟΥΝΙΟΥ 2014.

ΩΡΑ: 10:30.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ικανότητα του οργανισμού να προσαρμόζεται στα εφαρμοζόμενα ερεθίσματα επηρεάζεται από την αλληλεπίδραση προπόνησης και αγωνιστικής δραστηριότητας. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετήσει την μεταβολή ορμονικών και βιοχημικών παραμέτρων σε ποδοσφαιριστές με αγωνιστική δραστηριότητα σε σύγκριση με ποδοσφαιριστές χωρίς αγωνιστική δραστηριότητα κατά την προ-αγωνιστική περίοδο και τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Εικοσιένα επαγγελματίες ποδοσφαιριστές έλαβαν μέρος στην παρούσα μελέτη. Δείγματα φλεβικού αίματος συλλέχθηκαν κατά την έναρξη της προαγωνιστικής περιόδου (Ιούλιος, ΠΡΟ 1), πριν το πρώτο αγωνιστικό παιχνίδι (Σεπτέμβριος, ΠΡΟ 2) και στο τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου (Οκτώβριος, ΜΕΣΟ 1). Τα δείγματα αναλύθηκαν για 10 αιματολογικούς/βιοχημικούς/ορμονικούς δείκτες. Οι ποδοσφαιριστές χωρίστηκαν σε Βασικούς (N=10) έχοντας αγωνιστεί σε >75% του συνολικού αγωνιστικού χρόνου (7 αγώνες) και σε Αναπληρωματικούς (N=11) έχοντας αγωνιστεί σε <25% του συνολικού αγωνιστικού χρόνου. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν αύξηση των αιματολογικών παραμέτρων τόσο κατά την προετοιμασία ($p<0,05$) όσο και κατά την αγωνιστική περίοδο ($p<0,05$). Κατά την προετοιμασία είχαμε αύξηση της ουρίας, CPK, AST ($p<0,05$) και μείωση της φερριτίνης ($p<0,05$), ενώ η τεστοστερόνη αυξήθηκε μόνο κατά τον αγωνιστικό μεσόκυκλο ($p<0,05$). Οι βασικοί σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς είχαν σταθερά χαμηλότερη ουρία ($p<0,05$) και υψηλότερη φερριτίνη ($p<0,05$). Επίσης οι βασικοί είχαν μια τάση για υψηλότερη VO_2max καθώς και σημαντικά υψηλότερη ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού. Συμπερασματικά η περίοδος προετοιμασίας χαρακτηρίστηκε από ενδείξεις μεγαλύτερης μυϊκής καταστροφής σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο, τα προπονητικά φορτία είχαν ως ένα βαθμό μεγαλύτερο “φυσιολογικό” “αντίκτυπο” στους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές, ειδικά κατά την περίοδο προετοιμασίας και η ομάδα των βασικών ποδοσφαιριστών είχε εξαρχής υψηλότερη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με την ομάδα των αναπληρωματικών.

Λέξεις κλειδιά: ποδόσφαιρο, βιοχημικές προσαρμογές, υπερπορπόνηση, αιματολογικοί δείκτες

ABSTRACT

The ability of the body to adapt to applied stress is affected by the interaction of training and official games. The purpose of the present study was to investigate the changes in haematological/biochemical/hormonal parameters in soccer players with and without playing action during the preseason and first competitive mesocycle. Twenty-one professional players participated in the study. Blood samples were collected during the start of the preparation (July), before the first official game (September) and at the end of the first competitive mesocycle (October). Samples were analyzed for 10 different blood parameters. The players were split into Starters (N=10) having played in >75% and Non-Starters (N=11) having played in <25 of total game time (7 games). Haematological parameters increased both during preseason and competitive mesocycle ($p<0,05$). Urea, CPK and AST increased ($p<0,05$) and ferritin decreased ($p<0,05$) during preseason, while testosterone increased ($p<0,05$) during the competitive mesocycle. Starters had lower urea ($p<0,05$) and higher ferritin ($p<0,05$) compared to Non-starters. Starters tended to have higher VO₂max and had higher velocity at 4mM of lactate. In conclusion the preparation period was characterized by higher muscle damage, the training loads tended to have more impact on the Non-starters and Starters had always higher physical fitness parameters.

Key words: soccer, biochemical adaptation, overtraining, blood markers

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Κατάλογος εικόνων.....	5
Κατάλογος πινάκων.....	6
Εισαγωγή.....	7
Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	17
Μεθοδολογία.....	33
Αποτελέσματα.....	39
Συζήτηση.....	48
Συμπεράσματα-Προτάσεις.....	59
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Η ισορροπία φόρτισης/αποκατάστασης στην προπονητική. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Kenttä & Hassmén, 1998

Εικόνα 2. Θεωρητική απεικόνιση του μειωμένου δυναμικού για απόδοση σε επαναλαμβανόμενες φορτίσεις σε περίπτωση υπερφόρτισης. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Bishop et al, 2008.

Εικόνα 3. Θεωρητική απεικόνιση της υπεραναπλήρωσης. Όταν μεταξύ των φορτίσεων παρεμβληθούν τα σωστά προπονητικά ερεθίσματα/αποκατάσταση τότε ο οργανισμός παρουσιάζει το ίδιο (συνεχή γραμμή) ή αυξημένο (στικτή γραμμή) δυναμικό για απόδοση. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Bishop et al, 2008.

Εικόνα 4. Οι μεταβολές της αιμοσφαιρίνης. * υποδηλώνει τάση για μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους βασικούς. ** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους αναπληρωματικούς. *** υποδηλώνει τάση για μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο για τους αναπληρωματικούς.

Εικόνα 5. Οι μεταβολές του αιματοκρίτη. * υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους βασικούς. ** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους αναπληρωματικούς. *** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο για τους αναπληρωματικούς

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τυπικός εβδομαδιαίος μικρόκυκλος κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο.

Πίνακας 2. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της αιμοσφαιρίνης

Πίνακας 3. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές του αιματοκρίτη

Πίνακας 4. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ουρίας

Πίνακας 5. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της CPK

Πίνακας 6. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της AST

Πίνακας 7. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ALT

Πίνακας 8. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές του σιδήρου

Πίνακας 9. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της φερριτίνης

Πίνακας 10. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ελεύθερης τεστοστερόνης

Πίνακας 11. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της κορτιζόλης

Πίνακας 12. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της VO_2max

Πίνακας 13. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού

Πίνακας 14. Effect size±τυπική απόκλιση του μεγέθους της μεταβολής των δεικτών των βασικών και πιθανότητες οι παρατηρούμενες τελικές τιμές να είναι αντίστοιχα υψηλότερες (higher) /αμετάβλητες (trivial)/μικρότερες (lower) των αρχικών για κάθε φάση.

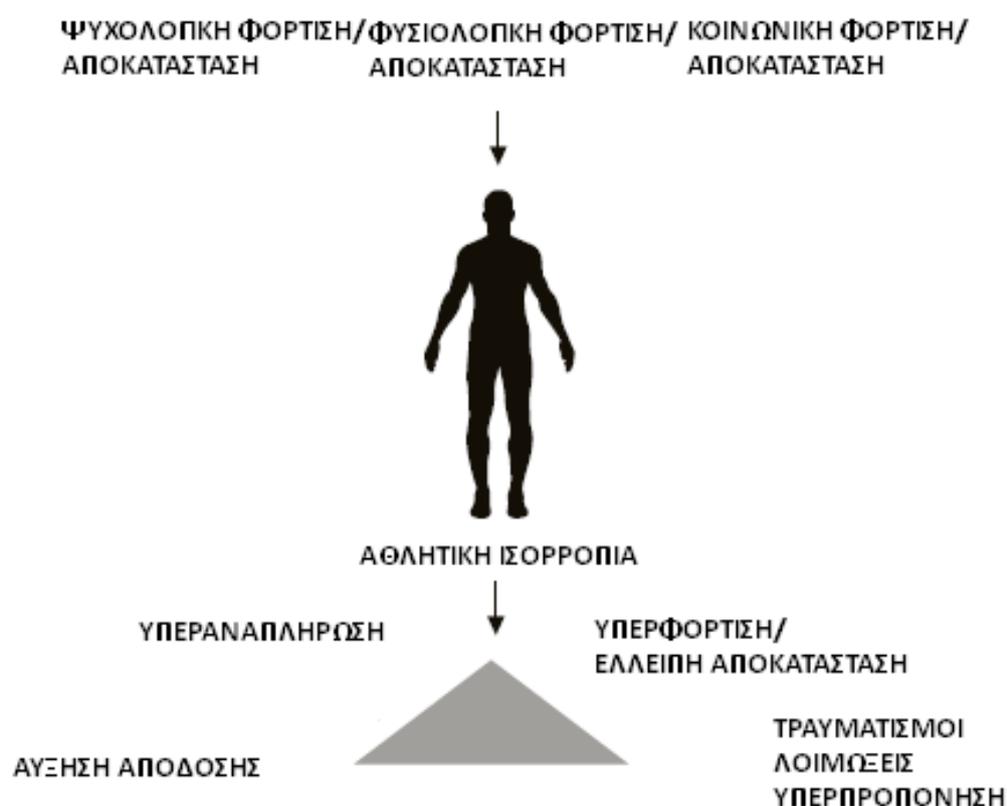
Πίνακας 15. Effect size±τυπική απόκλιση του μεγέθους της μεταβολής των δεικτών των αναπληρωματικών και πιθανότητες οι παρατηρούμενες τελικές τιμές να είναι αντίστοιχα υψηλότερες (higher) /αμετάβλητες (trivial)/μικρότερες (lower) των αρχικών για κάθε φάση.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα το οποίο εκτός από τα τακτικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά απαιτεί και φυσικά χαρακτηριστικά (Reilly & Gilbourne, 2003). Επίσης ένα χαρακτηριστικό του ποδοσφαίρου (το οποίο βέβαια είναι κοινό για τα περισσότερα ομαδικά αθλήματα) είναι ότι απαιτεί μια μεγάλης διάρκειας αγωνιστική περίοδο, η οποία στα κορυφαία πρωταθλήματα υπερβαίνει τις 35 εβδομάδες (Reilly & Gilbourne, 2003). Στο ποδόσφαιρο διακρίνεται αδρά η προ-αγωνιστική περίοδος (ή περίοδος προετοιμασίας) η οποία χαρακτηρίζεται από την απουσία επίσημων παιχνιδιών και αφιερώνεται στην ανάπτυξη των φυσικών και τεχνικών/τακτικών χαρακτηριστικών των αθλητών και η αγωνιστική περίοδος η οποία χαρακτηρίζεται από μειωμένο χρόνο προπονήσεων (μεγάλο μέρος του οποίου αφιερώνεται κατά βάση σε προπονητικές μονάδες με έμφαση στην τακτική) και συνεχόμενο αριθμό επίσημων παιχνιδιών (τυπικά 1 εβδομάδα). Μεταξύ αγωνιστικής περιόδου και περιόδου προετοιμασίας (της επομένης αγωνιστικής χρονιάς) παρεμβάλλεται η έξω-αγωνιστική περίοδος όπου οι ποδοσφαιριστές δεν έχουν αγωνιστικές υποχρεώσεις με τις ομάδες τους, τυπικά δεν συμμετέχουν σε προγράμματα οργανωμένης προπόνησης και επαναφορτίζουν τους οργανισμούς τους για την επερχόμενη αγωνιστική χρονιά. Τυπικά η προ-αγωνιστική περίοδος έχει διάρκεια 6-8 εβδομάδων, ενώ η αγωνιστική περίοδος μπορεί να εκτείνεται οπουδήποτε μεταξύ 30-35 εβδομάδων. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αγωνιστικής περιόδου είναι η συνεχής επανάληψη κύκλων προπόνησης, φορμαρίσματος, αγώνων και αποκατάστασης. Τυπικά οι κύκλοι αυτοί έχουν διάρκεια μιας εβδομάδας, αλλά συχνά αυτό μπορεί να αλλάξει για διάφορους λόγους όπως η μεταφορά αγώνων σε διαφορετική ημέρα για τηλεοπτικούς λόγους, “εμβόλιμες αγωνιστικές”, επιπλέον μεσοβδόμαδα παιχνίδια (π.χ. κύπελλο), απουσίες παικτών για υποχρεώσεις με τις εθνικές τους ομάδες (Reilly & Ekblom, 2005).

Με την ευρεία σημασία του όρου “απόδοση” στο ποδόσφαιρο (όπως και σε όλα τα αθλήματα) τίθεται ως βασική προϋπόθεση η ισορροπία μεταξύ φόρτισης και αποκατάστασης. Αφενός η φόρτιση μέσω της εφαρμογής προπονητικών φορτίων είναι απαραίτητη για βέλτιστη ανάπτυξη των φυσικών χαρακτηριστικών του ποδοσφαίρου. Το μέγεθος αυτών των προπονητικών φορτίων εξαρτάται από την συχνότητα, ένταση και ποικιλία των προπονητικών μονάδων. Αφετέρου όταν αυτό το φυσικό στρες ακολουθείται από επαρκή αποκατάσταση, η φυσική απόδοση του

ποδοσφαιριστή (αθλητή) θα αυξηθεί. Αυτή είναι η έννοια του κύκλου υπέρ-αναπλήρωσης η οποία σχηματίζει την βάση της προπονητικής εξεργασίας. Αντίθετα όταν υψηλά επίπεδα φυσικής φόρτισης συνδυάζονται με ανεπαρκή αποκατάσταση, μπορεί να οδηγήσουν σε τοπική ή και γενική υπερφόρτιση των συστημάτων του οργανισμού με τις αρνητικές συνέπειες να περιλαμβάνουν, αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις, αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού μαλακών μορίων και στο τελικό στάδιο στην ανάπτυξη συνδρόμου υπερπροπόνησης. Εκείνο που συχνά δεν λαμβάνεται υπόψη από τους προπονητές είναι ότι εκτός της φυσικής φόρτισης εξίσου σημαντικοί είναι και ψυχολογικοί ή κοινωνικοί παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την λεπτή ισορροπία (Εικόνα 1).



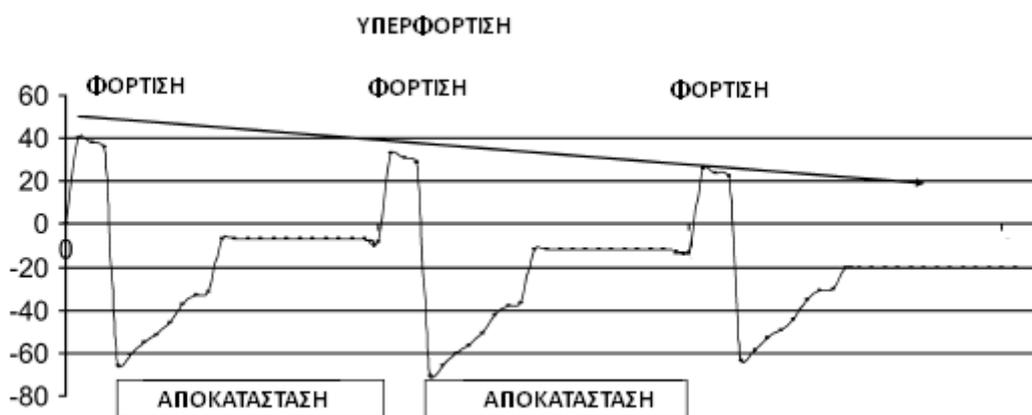
Εικόνα 1. Η ισορροπία φόρτισης/αποκατάστασης στην προπονητική. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Kenttä & Hassmén, 1998

Με βάση το παραπάνω θεωρητικό μοντέλο της προπονητικής εξεργασίας, οι προσαρμογές στα συστήματα του οργανισμού εξαρτώνται από την εφαρμογή της αρχής της υπερφόρτωσης. Είναι η συσσώρευση προγραμματισμένων διαταραχών στην ομοιοστασία του οργανισμού μέσω διακυμάνσεων στην ένταση, διάρκεια και

συχνότητα του ερεθίσματος, η οποία θα οδηγήσει σε αυξημένη φυσική απόδοση. Η διακύμανση των προπονητικών ερεθισμάτων συνιστά και την έννοια του περιοδισμού της προπόνησης (Plisk & Stone, 2003). Φυσικά όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω οι φαινοτυπικές αλλαγές και η αυξημένη απόδοση θα επέλθουν μόνο εάν παρασχεθεί και ικανός χρόνος αποκατάστασης (Hohl et al, 2009). Εκείνο που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι οι φαινοτυπικές αλλαγές λαμβάνουν χώρα μέσω μιας εντατικής εξεργασίας παραγωγής συγκεκριμένων πρωτεϊνών η οποία λαμβάνει χώρα στην περίοδο αποκατάστασης και η οποία μπορεί να παραταθεί μέχρι και 24 ώρες μετά την άσκηση. Η εξεργασία αυτή εξαρτάται άμεσα από την αναπλήρωση των ενεργειακών αποθεμάτων του οργανισμού (Hawley et al, 2006) καθώς και την παροχή συγκεκριμένων διαιτητικών στοιχείων (Hawley et al, 2011).

Ωστόσο το ποδόσφαιρο (και γενικά τα ομαδικά αθλήματα) παρουσιάζουν κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες οι οποίες δυνητικά μπορεί να κάνουν δύσκολή την εφαρμογή των παραπάνω αρχών. Τα κλασικά μοντέλα προπονητικής διακύμανσης (περιοδισμού) ξεπήδησαν από τα αγωνίσματα του στίβου (Plisk & Stone, 2003) όπου ο αθλητής είχε ως στόχο την μεγιστοποίηση της απόδοσης για 1-2 σημαντικούς αγώνες το χρόνο. Κατά συνέπεια τα κλασικά μοντέλα περιοδισμού της προπόνησης δεν έχουν χώρο στο σύγχρονο ποδόσφαιρο όπου ο αθλητής θα πρέπει να αγωνίζεται σε εβδομαδιαία βάση για 7-8 μήνες. Επιπρόσθετα έχει γίνει αντιληπτό ότι το σύγχρονο ποδόσφαιρο απαιτεί την (ταυτόχρονη) ανάπτυξη πολλαπλών στόχων όπως δύναμη, εκρηκτικότητα, αερόβια αντοχή, ταχύτητα και ανθεκτικότητα στους τραυματισμούς (Gamble, 2004b). Επομένως η ανάγκη για ανάπτυξη πολλαπλών προπονητικών στόχων καθιστά κάποια μοντέλα περιοδισμού λιγότερο κατάλληλα για το ποδόσφαιρο. Επίσης άμεση συνέπεια της ανάπτυξης πολλαπλών προπονητικών στόχων είναι και η αλληλεπίδραση μεταξύ προπόνησης αερόβιας αντοχής και δύναμης στο ποδόσφαιρο (Gamble, 2004b). Αυτοί οι προπονητικοί στόχοι παρουσιάζουν διαμετρικά αντίθετες ορμονικές απαντήσεις (de Souza et al, 2013; Wilson et al, 2012) οι οποίες απαιτούν και την ανάλογη προπονητική προσέγγιση. Μία άλλη παράμετρος που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ο περιορισμένος χρόνος για περαιτέρω ανάπτυξη των φυσικών χαρακτηριστικών λόγω χρονικών περιορισμών από την αφιέρωση χρόνου στην ανάπτυξη τακτικών στρατηγικών και τεχνικών χαρακτηριστικών. Μάλιστα η κατάσταση αυτή είναι πολύ έντονη στην διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου και απαιτεί την βελτιστοποίηση του περιορισμένου χρόνου για ανάπτυξη των φυσικών χαρακτηριστικών. Τέλος ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που θα

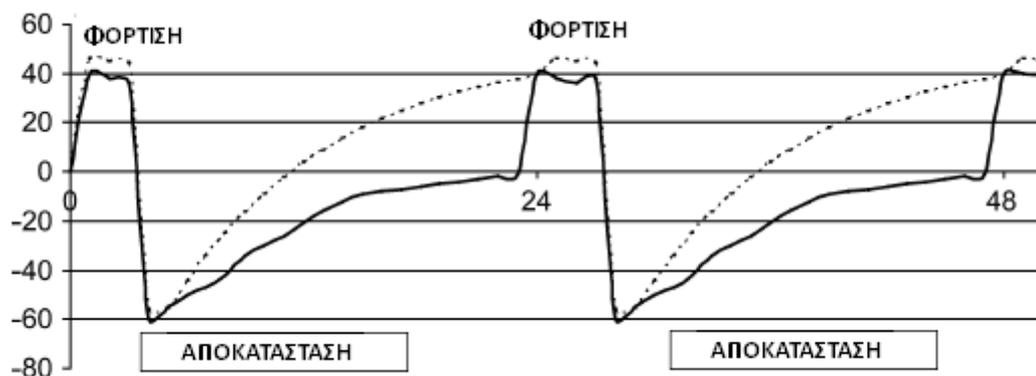
πρέπει να λάβει υπόψη του ο αθλητικός επιστήμονας είναι ότι κατά την αγωνιστική περίοδο πρέπει απαραίτητα να προβλεφθεί επαρκής αποκατάσταση για τους παίκτες που αγωνίζονται στα παιχνίδια. Δεδομένου ότι το ποδόσφαιρο είναι άθλημα επαφής, πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι φυσικές φορτίσεις που προκαλούνται από την αλληλεπίδραση παικτών με αντιπάλους αλλά και με την αγωνιστική επιφάνεια (αγωνιστικό χώρο). Το αποτέλεσμα είναι η συσσώρευση ιστικών μικρό-τραυματισμών οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις οδηγούν στην τροποποίηση των προπονητικών επιβαρύνσεων καθώς η προχωρά η αγωνιστική περίοδος (Hoffman & Kang, 2003). Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι στο σύγχρονο ποδόσφαιρο οι ετήσιες προπονητικές επιβαρύνσεις καθώς και επιβαρύνσεις από τους αγώνες μπορεί να αποβούν εις βάρος της αποκατάστασης των ποδοσφαιριστών δημιουργώντας ανισορροπία στην ομοιοστασία του οργανισμού (Εικόνα 1). Τα συσσωρευμένα μικρό-τραύματα από τη συνεχή προπόνηση και τους αγώνες οδηγούν στην ανάπτυξη μιας μικρό-φλεγμονής η οποία έχει ως στόχο την μυϊκή αναδόμηση. Τα μικρό-τραύματα αυτά ωστόσο μπορεί να δώσουν την θέση τους σε υπό-κλινικούς τραυματισμούς εάν η υπερφόρτιση συνεχίζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα και αποβαίνει σε βάρος της υπεραναπλήρωσης (Smith, 2000). Επομένως η πρόκληση για τον αθλητικό επιστήμονα είναι να εξισορροπήσει μεταξύ προπονήσεων, αγώνων, αποκατάστασης, υπεραναπλήρωσης και υπερφόρτισης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Θεωρητική απεικόνιση του μειωμένου δυναμικού για απόδοση σε επαναλαμβανόμενες φορτίσεις σε περίπτωση υπερφόρτισης. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Bishop et al, 2008.

Σύμφωνα με τους Bishop et al, 2008 όταν οι φορτίσεις (οι οποίες μπορεί να είναι είτε αγώνες είτε προπονήσεις) συνοδεύονται από ανεπαρκή αποκατάσταση όπως για

παράδειγμα υπερβολικός όγκος προπόνησης μεταξύ αγώνων, τότε τα συστήματα του αθλητή δεν προλαβαίνουν να ανακάμψουν και ο ποδοσφαιριστής έχει μειωμένο δυναμικό απόδοσης για τον επερχόμενο αγώνα. Αντίθετα σε περίπτωση που μεταξύ των φορτίσεων παρεμβληθεί μια σειρά από ερεθίσματα που αποσκοπούν στην επαναφορά/υπεραναπλήρωση των συστημάτων του οργανισμού τότε ο αθλητής μπορεί να αποδώσει στον επερχόμενο αγώνα στα ίδια (έντονη γραμμή) ή και υψηλότερα επίπεδα (στικτή γραμμή) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Θεωρητική απεικόνιση της υπεραναπλήρωσης. Όταν μεταξύ των φορτίσεων παρεμβληθούν τα σωστά προπονητικά ερεθίσματα/αποκατάσταση τότε ο οργανισμός παρουσιάζει το ίδιο (συνεχή γραμμή) ή αυξημένο (στικτή γραμμή) δυναμικό για απόδοση. Τροποποίηση και αναπαραγωγή από Bishop et al, 2008.

Υπάρχει η υπόθεση ότι η μέτρηση συγκεκριμένων παραμέτρων στο αίμα μπορεί να αποκαλύψει αλλαγές στα συστήματα του οργανισμού ενδεικτικές αρνητικών προσαρμογών ή/και υπερφόρτισης (Halson & Jeukendrup, 2004). Μέχρι σήμερα υπάρχουν μεμονωμένες μελέτες χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους άσκησης που καταδεικνύουν συγκεκριμένες μεταβολές σε παραμέτρους του αίματος (Sawka et al, 2000; Pattwell et al, 2004; Lac & Maso 2004; Finaud et al, 2006; Peake et al, 2007; Pedersen et al, 1998; Pedersen et al, 2000). Πάντως μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν ελληνικά δεδομένα που να σύγκριναν μεταβολές σε αιματολογικές, βιοχημικές και ορμονικές παραμέτρους σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές τόσο σε φάση όπου κυριαρχούσε ο υψηλός όγκος προπόνησης χωρίς επίσημα παιχνίδια (περίοδος προετοιμασίας), όσο και σε φάση όπου υπήρχαν συνεχόμενες αγωνιστικές υποχρεώσεις με μειωμένο προπονητικό όγκο (πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος).

Σκοπός της παρούσας μελέτης

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εξετάσει το μέγεθος των μεταβολών σε συγκεκριμένους αιματολογικούς, βιοχημικούς και ορμονικούς δείκτες κατά την μετάβαση από τον μεσόκυκλο προετοιμασίας στον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Επειδή ωστόσο το άθλημα του ποδοσφαίρου χαρακτηρίζεται από την εφαρμογή σύνθετων προπονητικών επιβαρύνσεων κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (Banfi et al., 2012), η ικανότητα του ανθρώπινου οργανισμού να προσαρμόζεται στις προπονητικές επιβαρύνσεις επηρεάζεται από την αλληλεπίδραση προπόνησης και αγωνιστικής δραστηριότητας (Ekblom, 1986, Kirkendall, 1985). Επομένως υπάρχει η πιθανότητα ποδοσφαιριστές με τακτική αγωνιστική συμμετοχή να παρουσιάσουν αποκλίσεις στην αιματολογική, βιοχημική και ορμονική απάντηση κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου σε σύγκριση με ποδοσφαιριστές χωρίς τακτική αγωνιστική συμμετοχή. Επιπρόσθετα η παρούσα μελέτη θα εξετάσει εάν οι βασικοί ποδοσφαιριστές είχαν υψηλότερους/καλύτερους αιματολογικούς, βιοχημικούς ή ορμονικούς δείκτες κατά την έναρξη και αμέσως μετά το πέρας της προετοιμασίας σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές και τέλος θα συγκρίνει τις μεταβολές των αιματολογικών, βιοχημικών και ορμονικών δεικτών στους βασικούς και αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές κατά την μετάβαση από την έναρξη στο τέλος της περιόδου προετοιμασίας και από το τέλος της περιόδου προετοιμασίας στο τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου.

Σημασία της παρούσας έρευνας

Η παρούσα έρευνα είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους αθλητικούς επιστήμονες, εργοφυσιολόγους και ιατρούς οι οποίοι είναι επιφορτισμένοι με τον έλεγχο της υγείας, ευρωστίας και σωματικής/φυσικής απόδοσης αθλητών και ιδιαίτερα ποδοσφαιριστών. Η παρούσα μελέτη θα ασχοληθεί με κατά βάση υγιείς επαγγελματίες αθλητές οι οποίοι ωστόσο βρίσκονται σε μία ευμετάβλητη μεταβολική ισορροπία. Η έντονη προπόνηση, η αγωνιστική δραστηριότητα, ψυχολογικοί παράγοντες και έξω-αγωνιστικές υποχρεώσεις μπορούν να επηρεάσουν την αλληλεπίδραση αναβολικών και καταβολικών δράσεων στον οργανισμό. Εάν δεν αναγνωριστούν έγκαιρα σημεία/δείκτες που οδηγούν σε μεταβολή της ισορροπίας, ώστε να (ανα)προσαρμοστεί κατάλληλα και η προπονητική διαδικασία, τότε η υπερπροπόνηση ή το σύνδρομο της ανεξήγητα μειωμένης απόδοσης είναι μία σοβαρή πιθανότητα. Επιπρόσθετα η μελέτη της καθημερινής σωματικής άσκησης υπό διάφορες συνθήκες όπως συμβαίνει στους επαγγελματίες αθλητές αποτελεί μία πρόκληση για την περαιτέρω κατανόηση των λεπτών μηχανισμών που διέπουν τις λειτουργίες των συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού.

Ερευνητικές υποθέσεις

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας τίθενται οι παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις:

1. Η περίοδος προετοιμασίας θα συνοδεύεται από μεγαλύτερες ενδείξεις αιματολογικών μεταβολών, μυϊκής καταστροφής και καταβολικών διεργασιών σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο
2. Κατά την περίοδο παρακολούθησης οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές θα είναι πιο εκτεταμένες στους βασικούς σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές.
3. Στο τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές θα πλησιάζουν προς τα αρχικά επίπεδα πριν την έναρξη της προετοιμασίας.
4. Οι βασικοί ποδοσφαιριστές θα έχουν υψηλότερες παραμέτρους φυσικής κατάστασης κατά την έναρξη της προετοιμασίας και κατά την έναρξη του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς.

Αντίστοιχα τίθενται και οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης:

1. Η περίοδος προετοιμασίας δεν θα συνοδεύεται από μεγαλύτερες ενδείξεις αιματολογικών μεταβολών, μυϊκής καταστροφής και καταβολικών διεργασιών σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο
2. Κατά την περίοδο παρακολούθησης οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές δεν θα είναι πιο εκτεταμένες στους βασικούς σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές
3. Στο τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές δεν θα πλησιάζουν προς τα αρχικά επίπεδα πριν την έναρξη της προετοιμασίας.
4. Οι βασικοί ποδοσφαιριστές δεν θα έχουν υψηλότερες παραμέτρους φυσικής κατάστασης κατά την έναρξη της προετοιμασίας και κατά την έναρξη του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς.

Οριοθέτηση και περιορισμοί της έρευνας

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης τίθενται οι εξής οριοθετήσεις:

1. Επαγγελματίες ποδοσφαιριστές της ίδιας ποδοσφαιρικής ομάδας θα πραγματοποιήσουν αιματολογικές και βιοχημικές/ορμονικές εξετάσεις πριν την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας (Ιούλιος), μετά την περίοδο προετοιμασίας και πριν την έναρξη των αγωνιστικών υποχρεώσεων (Σεπτέμβριος) και με το πέρας του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου (Νοέμβριος).
2. Επιπρόσθετα θα μετρηθούν στο εργαστήριο η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max), καθώς και η ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού οξέος στο αίμα (V_4) στις χρονικές περιόδους Ιουλίου και Σεπτεμβρίου.
3. Οι ποδοσφαιριστές θα χωριστούν σε δύο ομάδες, βασικούς (B) και αναπληρωματικούς (A) με βάση την συνολική αγωνιστική τους συμμετοχή κατά το τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου. Οι βασικοί θα πρέπει να έχουν αγωνιστεί σε >75% του συνολικού αγωνιστικού χρόνου κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο ($n= 7$ αγώνες με βάση το ανακοινωθέν αγωνιστικό πρόγραμμα) και οι αναπληρωματικοί σε <25% του συνολικού αγωνιστικού χρόνου.
4. Οι τρεις έλεγχοι θα προγραμματιστούν την ίδια ώρα (8:30-10:30), ώστε να μειωθεί η επίδραση του κερκάρδιου ρυθμού στις αιματολογικές, βιοχημικές και ιδιαίτερα στις ορμονικές παραμέτρους. Όλοι οι αθλητές θα έχουν πραγματοποιήσει την προηγούμενη ημέρα αποχή από προπονήσεις (ρεπό) ενώ οι αιμοληψίες θα απέχουν 72 από αγώνα ποδοσφαίρου.
5. Οι εργαστηριακές μετρήσεις της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού οξέος στο αίμα κατά τις χρονικές περιόδους Ιουλίου και Σεπτεμβρίου θα πραγματοποιηθούν την ίδια εβδομάδα με τις αντίστοιχες αιματολογικές εξετάσεις και θα απέχουν 48 ώρες από ποδοσφαιρικό αγώνα, ενώ την προηγούμενη ημέρα οι ποδοσφαιριστές είτε θα απέχουν πλήρως από προπονήσεις είτε θα πραγματοποιήσουν ελαφρά προπόνηση με ένταση <80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης τίθενται οι παρακάτω περιορισμοί:

1. Για την παρούσα μελέτη απαιτείται έγκριση από το τεχνικό-προπονητικό και το ιατρικό προσωπικό επαγγελματικής ομάδας ποδοσφαίρου.

2. Για να συμμετάσχει ένας ποδοσφαιριστής στην έρευνα θα πρέπει να πραγματοποιήσει και τις τρεις αιμοληψίες και να μην απέχει από προπονήσεις λόγω προβλημάτων τραυματισμού για περισσότερες από 10 ημέρες (συνολικά) από την έναρξη της προετοιμασίας έως και το τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου.
3. Ποδοσφαιριστές οι οποίοι θα απουσιάσουν για περισσότερες από 5 συνεχόμενες ημέρες προπονήσεων ή για περισσότερες από 10 ημέρες προπονήσεων συνολικά για το χρονικό διάστημα της μελέτης θα αποκλείονται από την συμμετοχή τους στους εργασία. Το ιατρικό προσωπικό της ομάδας θα διατηρεί αρχείο με το ιατρικό δελτίο της ομάδας όπου θα καταγράφονται τυχόν απουσίες από τις προπονήσεις καθώς και ο λόγος και η διάρκεια της αποχής από προπονήσεις.
4. Τα δείγματα αίματος θα ληφθούν από την μεσοβασίλική φλέβα του άνω άκρου σε ιδιωτικό εργαστήριο βιοπαθολογίας από έμπειρο ιατρό βιοπαθολόγο. Οι εργομετρικές μετρήσεις και η ανάλυση των δεδομένων θα πραγματοποιηθούν σε Αθλητιατρικό Εργαστήριο Πανεπιστημίου. Η ανάλυση του ιατρικού δελτίου κατά την διάρκεια της μελέτης θα λάβει χώρο στο προπονητικό κέντρο της επαγγελματικής ομάδας ποδοσφαίρου.

II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. Το “φυσιολογικό” προφίλ του ποδοσφαιρού

Από ενεργειακής άποψης το ποδόσφαιρο χαρακτηρίζεται ως κατά βάση αερόβιο άθλημα υψηλής έντασης με ενδιάμεσες περιόδους χαμηλής έντασης (Reilly, Drust, & Clarke, 2008). Τυπικά για κάθε αθλητή υπάρχουν περίοδοι δραστηριότητας ποικίλης έντασης και διάρκειας με ενδιάμεσες περιόδους παύσης όπου ο αθλητής έχει πολύ χαμηλή δραστηριότητα ή βρίσκεται σε πλήρη στάση (Drust, Atkinson, & Reilly, 2007). Επιπρόσθετα σε αυτό το απρόβλεπτο πρότυπο δράσεων πρέπει να ληφθούν υπόψη και συμβάματα τα οποία έχουν άμεση συσχέτιση με το παιχνίδι όπως για παράδειγμα η διεκδίκηση της μπάλας από έναν αντίπαλο, μια αλλαγή κατεύθυνσης ή ένα άλμα για κεφαλιά της μπάλας (Carling, Williams, & Reilly, 2007).

Τα υπάρχοντα δεδομένα σε σχέση με τα φυσικά χαρακτηριστικά των παικτών καταδεικνύουν την ανάγκη για υψηλά επίπεδα αερόβιας προκειμένου οι αθλητές να ανταπεξέλθουν στις φυσικές απαιτήσεις του παιχνιδιού (Bangsbo, 1994; Bangsbo, Mohr & Krusturp, 2006; Bangsbo, Iaia, & Krusturp, 2007; Reilly & Ekblom, 2005; Svensson & Drust, 2005). Παρότι οι περισσότερες μελέτες σε σχέση με τα χαρακτηριστικά αερόβιας αντοχής των ποδοσφαιριστών είναι καθαρά περιγραφικές, παρέχουν ωστόσο ένα λογικό πλαίσιο το οποίο υποδεικνύει και τις φυσικές απαιτήσεις για να αγωνιστεί κάποιος με επιτυχία σε υψηλό επαγγελματικό επίπεδο (Drust, Atkinson, & Reilly, 2007; Reilly & Gilbourne, 2003). Διαφορετικές μελέτες αναφέρουν ότι οι ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου καλύπτουν 8-13 χιλιόμετρα/αγώνα (Bangsbo, Mohr & Krusturp, 2006; Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991) με την μέση ένταση του αγώνα να κυμαίνεται γύρω από το αναερόβιο κατώφλι (Stolen et al, 2005). Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η ενεργειακή κατανάλωση ενός αγώνα κυμαίνεται γύρω στο 70-75% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) (Bangsbo, Mohr & Krusturp, 2006; Stolen et al, 2005; Reilly & Ekblom, 2005), γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι η απόδοση σε υψηλό τουλάχιστον επίπεδο μπορεί να επηρεαστεί κατά ένα βαθμό από την αερόβια αντοχή (Stolen et al, 2005; Reilly & Ekblom, 2005). Η αξία της αερόβιας αντοχής στο ποδόσφαιρο έχει μελετηθεί εκτεταμένα στο ποδόσφαιρο με την εφαρμογή έγκυρων και αξιόπιστων εργαστηριακών πρωτοκόλλων (Dittrich et al, 2011). Ο καθορισμός της VO_{2max} σε ποδοσφαιριστές είναι σημαντικός γιατί το σύστημα μεταφοράς οξυγόνου βελτιώνει την ικανότητα για παραγωγή έργου κατά την διάρκεια του 90-λεπτου (Bangsbo, 1994) αλλά και την ικανότητα επαναφοράς μεταξύ των μέγιστων μυϊκών δράσεων

υψηλής έντασης κατά την διάρκεια του παιχνιδιού (Dupont, Akakro, & Berthoin, 2004; Hoff, 2005; Stolen et al, 2005). Τα μέχρι σήμερα ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η τιμή της VO_2max σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κυμαίνεται από 52 έως 66 $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$, με τις μετρήσεις βέβαια να εξαρτώνται και από την περίοδο στην οποία πραγματοποιήθηκε η μέτρηση (Casajus, 2001; Clark et al, 2008; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003; Haritodinis et al, 2004; Kalapotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011; Metaxas et al, 2006).

Μια εξίσου σημαντική παράμετρος αερόβιας αντοχής στο ποδόσφαιρο είναι και το γαλακτικό κατώφλι (ή “αναερόβιο κατώφλι”) το οποίο ορίζεται ως η υψηλότερη ένταση άσκησης στην οποία η παραγωγή γαλακτικού οξέος στους ασκούμενους μύες ισοδυναμεί με την απομάκρυνσή του από αυτούς (Stolen et al, 2005). Μέχρι σήμερα έχουν προταθεί αρκετές μέθοδοι καθορισμού για το γαλακτικό κατώφλι και είναι πέρα από τους σκοπούς της παρούσας ανασκόπησης η κριτική ανάλυση των μεθόδων αυτών. Πάντως για τους αθλητικούς επιστήμονες που ασχολούνται με ποδοσφαιριστές φαίνεται ότι το γαλακτικό κατώφλι αποτελεί μια πιο ευαίσθητη μέθοδο ανίχνευσης αλλαγών στην αερόβια αντοχή σε σύγκριση με την VO_2max (Edwards, Macfadyen & Clark, 2003; Clark et al, 2008; Helgerud et al, 2001). Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η αερόβια αντοχή μετρούμενη ως VO_2max δεν είναι πάντοτε ενδεικτική του επιπέδου του ποδοσφαιριστή κατά την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας. Για παράδειγμα οι Ziogas et al, 2011 μέτρησαν μεταξύ άλλων παραμέτρων και την VO_2max σε 129 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές πρώτης, δεύτερης και τρίτης κατηγορίας πριν την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η VO_2max πριν την έναρξη της προετοιμασίας δεν μπορούσε να διακρίνει μεταξύ των διαφορετικών κατηγοριών ποδοσφαιριστών, καθώς οι ποδοσφαιριστές πρώτης και τρίτης κατηγορίας είχαν παρόμοιες τιμές VO_2max ($4.577,5 \pm 401,2$ έναντι $4,320.7 \pm 370,5$ $ml \cdot min^{-1}$) ενώ οι ποδοσφαιριστές δεύτερης κατηγορίας είχαν VO_2max ($4,300.7 \pm 348,1$ $ml \cdot min^{-1}$) χαμηλότερη τόσο από τους ποδοσφαιριστές πρώτης όσο και από τους ποδοσφαιριστές της τρίτης κατηγορίας (Ziogas et al, 2011). Αντίθετα παρατηρήθηκε ότι η ταχύτητα στο γαλακτικό κατώφλι διέφερε σημαντικά μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών με τους ποδοσφαιριστές της πρώτης κατηγορίας να έχουν την υψηλότερη ταχύτητα στο γαλακτικό κατώφλι ($13,2 \pm 0,7$ $km \cdot h^{-1}$) τόσο από τους ποδοσφαιριστές δεύτερης ($12,6 \pm 0,7$ $km \cdot h^{-1}$) όσο και από τους ποδοσφαιριστές τρίτης κατηγορίας ($12,3 \pm 0,8$ $km \cdot h^{-1}$), ενώ και οι ποδοσφαιριστές δεύτερης κατηγορίας είχαν υψηλότερη ταχύτητα

στο γαλακτικό κατώφλι σε σύγκριση με τους ποδοσφαιριστές της τρίτης κατηγορίας. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι κατά την έναρξη της προετοιμασίας (όπου οι ποδοσφαιριστές προέρχονται από μια περίοδο αποχής από οργανωμένες προπονήσεις διάρκειας 3-6 εβδομάδων) δεν είναι οι κεντρικές προσαρμογές (όπως αυτές μετριούνται με την VO_2max) αλλά οι περιφερικές προσαρμογές (που κατά κύριο λόγο αντανakλούνται στο γαλακτικό κατώφλι) οι οποίες διαχωρίζουν μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών επιπέδων. Για τους λόγους αυτούς το γαλακτικό κατώφλι και οι παράμετροι που σχετίζονται με αυτό (όπως για παράδειγμα ταχύτητα και καρδιακή συχνότητα στο γαλακτικό κατώφλι ή σε σταθερές συγκεντρώσεις γαλακτικού στο αίμα όπως τα 2 και 4 mM) αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την αξιολόγηση της αερόβιας αντοχής στο ποδόσφαιρο και συνίσταται να μετριούνται όχι μόνο στην έναρξη και το τέλος της περιόδου προετοιμασίας αλλά και εντός της αγωνιστικής περιόδου (Kalapotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011; McMillan et al, 2005). Με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα ίση με 4 mM αντιστοιχεί περίπου στο 77-78% της VO_2max στην αγωνιστική περίοδο και στο 75% της VO_2max κατά την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας (Clark et al, 2008; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003; Kalapotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011). Μια εξίσου σημαντική παράμετρος για την αξιολόγηση της αερόβιας αντοχής σε ποδοσφαιριστές είναι η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) η οποία συνδυάζει την VO_2max και την δρομική οικονομία σε ένα παράγοντα (Billat & Koralsztein, 1996) σε συνδυασμό με την μέγιστη διάρκεια μέχρι την βουλητική εξάντληση κατά την εκτέλεση μέγιστης δοκιμασίας (t_{lim}) (Arent et al, 2010; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003; Haritodinis et al, 2004; Metaxas et al, 2006). Πάντως φαίνεται ότι τουλάχιστον κατά την έναρξη της περιόδου προετοιμασίας η vVO_2max δεν μπορεί να διαχωρίσει ποδοσφαιριστές διαφορετικού επιπέδου (Ziogas et al, 2011).

Επιπρόσθετα η δρομική οικονομία η οποία ορίζεται ως ενεργειακή δαπάνη κατά το τρέξιμο έχει αξιολογηθεί στη φυσιολογία του ποδοσφαίρου με τους ερευνητές να αναφέρουν σημαντικές βελτιώσεις μετά την περίοδο προετοιμασίας (Helgerud et al, 2001; Bogdanis et al, 2011; Impellizzeri et al, 2006). Αν και η δρομική οικονομία στο ποδόσφαιρο δεν έχει την ίδια αξία με τα δρομικά αγωνίσματα (Stolen et al, 2005) εντούτοις έχει προταθεί ότι μπορεί να διαχωρίσει μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών επιπέδων με παρόμοιες VO_2max (Ziogas et al, 2011).

Από τα υπάρχοντα δεδομένα φαίνεται ότι οι ποδοσφαιριστές εμφανίζουν τις μεγαλύτερες βελτιώσεις στην VO_2max κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας ενώ στην αγωνιστική περίοδο παρατηρείται κατά βάση διατήρηση ή και μικρή μείωση των επιπέδων της VO_2max . Για παράδειγμα μια πληθώρα μελετών χρησιμοποιώντας ποδοσφαιριστές διαφόρων επιπέδων διαπίστωσαν σημαντική βελτίωση στη VO_2max κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας (Aziz, Tan, & Teh, 2005; Kalarotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011; Metaxas et al, 2006). Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η VO_2max είναι παρόμοια τόσο στο μέσο (Aziz, Tan, & Teh, 2005; Kalarotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011; Metaxas et al, 2006) όσο και στο τέλος (Aziz, Tan, & Teh, 2005; Metaxas et al, 2006) της αγωνιστικής περιόδου σε σύγκριση αμέσως μετά το τέλος της περιόδου προετοιμασίας. Επίσης φαίνεται ότι η βελτίωση της VO_2max είναι ανεξάρτητη της θέσης του ποδοσφαιριστή (Metaxas et al, 2006). Πάντως σε μερικές μελέτες φαίνεται ότι η VO_2max δεν αυξάνει περαιτέρω κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (Clark et al, 2008; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003). Είναι πιθανό ότι όταν ο μέσος όρος της ομάδας ξεπεράσει ένα ορισμένο κατώφλι είναι πολύ δύσκολο να επιτευχθούν περαιτέρω αυξήσεις στη VO_2max στη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου δεδομένου του περιορισμένου χρόνου προπόνησης για την παράμετρο αυτή (Edwards, Macfadyen & Clark, 2003).

Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία φαίνεται ότι η προπόνηση αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης τόσο στη γενική της μορφή (τρέξιμο) (Helgerud et al, 2001; Impellizzeri et al, 2006) όσο και σε ειδική μορφή (αγωνιστικά παιχνίδια σε μικρό χώρο) (Impellizzeri et al, 2006) είναι ικανή να αυξήσει σημαντικά την VO_2max σε ποδοσφαιριστές κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας. Για παράδειγμα οι Impellizzeri et al, 2006 διαπίστωσαν ότι ποδοσφαιριστές από την ομάδα νέων ενός επαγγελματικού συλλόγου υψηλού επιπέδου βελτίωσαν κατά 7,4% και κατά 6,4% τα αρχικά επίπεδα VO_2max πραγματοποιώντας γενική και ειδική αερόβια προπόνηση υψηλής έντασης αντίστοιχα. Επίσης στη μελέτη των Helgerud et al, 2001 παρατηρήθηκε αύξηση της αρχικής VO_2max κατά 10,7% με εφαρμογή προγράμματος γενικής αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης (3-4 X 4 λεπτά σε ένταση ίση με 90-95% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας). Επίσης ποδοσφαιριστές ομάδας Κ-17 οι οποίοι εφάρμοσαν πρόγραμμα ειδικής αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης για 10 εβδομάδες παρουσίασαν αύξηση της VO_2max κατά 10,1% (McMillan et al, 2005). Πάντως όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω κάποιες προοπτικές μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η VO_2max δεν βελτιώνεται σημαντικά κατά την διάρκεια της

αγωνιστικής περιόδου (Casajus, 2001; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003). Μάλιστα οι Impellizzeri et al, 2006 διαπίστωσαν ότι επιπλέον 8 εβδομάδες αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης κατά την έναρξη της αγωνιστικής περιόδου δεν επέφεραν περαιτέρω βελτιώσεις ούτε στους παίκτες που ακολούθησαν γενική ποδοσφαιρική αντοχή (0,84%) ούτε στους παίκτες που ακολούθησαν ειδική ποδοσφαιρική αντοχή (0,65%) σε σύγκριση με τις αντίστοιχες βελτιώσεις κατά την περίοδο προετοιμασίας (8,2% και 7,1%). Σε αντίθεση με τα παραπάνω ευρήματα οι Ferrari Bravo et al, 2008 προπόνησαν ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές με γενική αερόβια αντοχή υψηλής έντασης για 7 εβδομάδες εντός της αγωνιστικής περιόδου και διαπίστωσαν βελτιώσεις στη VO_2max της τάξεως 5-6,6%. Επίσης οι Jensen et al, 2009 αναφέρουν βελτίωση της VO_2max κατά 5,4% στις τελευταίες 12 εβδομάδες της αγωνιστικής περιόδου σε ποδοσφαιριστές Κ-20 με την εφαρμογή αερόβιας προπόνησης υψηλής έντασης.

Κατά γενική ομολογία φαίνεται ότι το κύριο μέγεθος των βελτιώσεων στη VO_2max επιτυγχάνεται κατά την περίοδο προετοιμασίας με μικρές ή και καθόλου βελτιώσεις κατά την αγωνιστική περίοδο. Επίσης φαίνεται ότι όταν οι ποδοσφαιριστές διαθέτουν VO_2max της τάξεως των $61-62 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ δεν επέρχονται περαιτέρω βελτιώσεις κατά την αγωνιστική περίοδο, μάλιστα στις μελέτες που διαπιστώνονται βελτιώσεις στη VO_2max κατά την αγωνιστική περίοδο, οι ποδοσφαιριστές είχαν χαμηλότερες τιμές από αυτό το “κατώφλι” (Ferrari Bravo et al, 2008; Jensen et al, 2009; Magal et al, 2009). Αντίθετα όταν επαγγελματίες ποδοσφαιριστές αρχίζουν την αγωνιστική περίοδο με $VO_2max > 61-62 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ δεν υπάρχει δυνατότητα για περαιτέρω αύξηση, πιθανότατα λόγω του ανεπαρκούς ερεθίσματος (όγκος αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης).

Όσο αφορά το κατώφλι γαλακτικού, οι ερευνητές θεωρούν ότι είναι πιο ευαίσθητο σε αλλαγές της αερόβιας αντοχής σε σύγκριση με την VO_2max για τον λόγο ότι μπορεί να βελτιωθεί ακόμα και αν δεν μεταβληθεί η VO_2max (Clark et al, 2008; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003). Υψηλότερη ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού σημαίνει, τουλάχιστον θεωρητικά, ότι οι ποδοσφαιριστές μπορούν να διατηρήσουν υψηλότερο “tempo” μέσα στο παιχνίδι χωρίς την συσσώρευση γαλακτικού στο αίμα (Helgerud et al, 2001). Από τις διάφορες μελέτες που εξέτασαν το κατώφλι γαλακτικού σε ποδοσφαιριστές η πλειοψηφία αναφέρει βελτίωση κατά την περίοδο προετοιμασίας (Clark et al, 2008; Edwards, Macfadyen & Clark, 2003; Kalapotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011; Mohr, Krusturup, & Bangsbo, 2003; Zoppi et al, 2006) με διατήρηση τόσο κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (Clark et al, 2008) όσο και στο

τέλος της αγωνιστικής περιόδου (Clark et al, 2008). Σε μερικές περιπτώσεις μάλιστα έχει διαπιστωθεί και βελτίωση εντός της αγωνιστικής περιόδου (Casajus, 2001). Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο και με την μελέτη των McMillan et al, 2005α οι οποίοι διαπίστωσαν ότι ποδοσφαιριστές K-19 συλλόγου κορυφαίου επιπέδου αύξησαν την ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού από $13,62 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ στο τέλος της περιόδου προετοιμασίας σε $14,67 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ λίγες εβδομάδες εντός της αγωνιστικής περιόδου. Ωστόσο άλλοι συγγραφείς δεν διαπιστώνουν αύξηση στην ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού εντός της αγωνιστικής περιόδου (Kalapotharakos, Ziogas, & Tokmakidis, 2011).

Σχετικά με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της ταχύτητας στο κατώφλι γαλακτικού και στην περίπτωση αυτή έχει χρησιμοποιηθεί κατά βάση αερόβια υψηλής έντασης είτε με την μορφή διαλλειμματικού τρεξίματος (Helgerud et al, 2001; Impellizzeri et al, 2006) είτε με την μορφή αγωνιστικών παιχνιδιών σε μικρό χώρο (Impellizzeri et al, 2006). Προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι VO_2max και η ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού βελτιώνονται με τις ίδιες μεθόδους σε ποδοσφαιριστές, γεγονός που συμφωνεί με την υπόθεση των McMillan et al, 2005α ότι η βελτίωση της VO_2max θα “τραβήξει” και την ταχύτητα στο κατώφλι του γαλακτικού προς τα πάνω. Οι αυξήσεις στην ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού επιτυγχάνονται και αυτές όπως και οι αντίστοιχες της VO_2max κυρίως στην περίοδο προετοιμασίας και ποικίλουν από 4,5% (Impellizzeri et al, 2006) έως 21,6% (Helgerud et al, 2001). Πάντως ένα σημείο που αξίζει να αναφερθεί είναι το γεγονός ότι η ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού μπορεί να συνεχίσει να αυξάνεται και μετά το πέρας της περιόδου προετοιμασίας και μάλιστα ακόμα και αν η VO_2max παραμένει αμετάβλητη (Impellizzeri et al, 2006). Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν οι Impellizzeri et al, 2006 οποίοι παρατείνοντας την προπονητική παρέμβαση αερόβιας αντοχής υψηλής έντασης για 8 εβδομάδες μετά το πέρας της περιόδου προετοιμασίας διαπίστωσαν περαιτέρω αυξήσεις στην ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού της κατά 4,7% παρότι η VO_2max παρέμεινε αμετάβλητη. Το εύρημα αυτό υποδεικνύει ότι σε ποδοσφαιριστές που προέρχονται από περίοδο αποχής οι κεντρικές προσαρμογές αποκαθίστανται σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, αντίθετα οι περιφερικές προσαρμογές απαιτούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Impellizzeri et al, 2006). Επομένως υπό το πρίσμα αυτό έχει ιδιαίτερη αξία και το συμπέρασμα των (Ziogas et al, 2011) οι οποίοι προτείνουν ότι οι περιφερικές προσαρμογές είναι εκείνες που διαχωρίζουν μεταξύ ποδοσφαιριστών διαφορετικών

επιπέδων. Πάντως δεν έχει ερευνηθεί μέχρι σήμερα εάν καλύτερες περιφερικές προσαρμογές σε ποδοσφαιριστές στην έναρξη της προετοιμασίας σχετίζονται με καλύτερο βιοχημικό, ορμονικό ή αιματολογικό προφίλ ή λιγότερες διαταραχές στην ομοιοστασία μετά από περιόδους έντονης προπονητικής φόρτισης ή συνεχόμενων αγωνιστικών υποχρεώσεων.

2. Αιματολογικές, βιοχημικές και ορμονικές μεταβολές στο ποδόσφαιρο: επίδραση των αγώνων και της μακροχρόνιας προπόνησης

2.1 Εισαγωγή-Θεωρητικό υπόβαθρο

Οι υπάρχουσες μελέτες πάνω στην φυσιολογία του ποδοσφαίρου καταδεικνύουν ότι οι αθλητές υφίστανται σημαντικό βαθμό στρες τόσο στην προπόνηση όσο και στους αγώνες (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006). Ο σημαντικός όγκος προπονήσεων στην περίοδο προετοιμασίας αλλά και ο συνδυασμός μικρότερου όγκου προπονήσεων με συνεχόμενο αριθμό επίσημων παιχνιδιών αποτελούν πηγή σημαντικών φορτίσεων στα διάφορα συστήματα του οργανισμού (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006; Brites et al, 1999; Filaire, Lac, & Pequignot, 2003; Kraemer et al, 2004; Malm, Ekblom, & Ekblom, 2004α; Malm, Ekblom, & Ekblom, 2004β; Rebelo et al, 1998). Ο υψηλός αυτός βαθμός φόρτισης των συστημάτων του οργανισμού επιβεβαιώνεται από μελέτες που εξετάζουν τα πρότυπα δραστηριότητας των παικτών κατά την διάρκεια επίσημων αγώνων (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003; Randers et al, 2010; Rampinini et al, 2007), αλλά και από μελέτες που εξετάζουν την επαναφορά της απόδοσης και την βιοχημική απάντηση μετά από φιλικούς αγώνες ή ειδικά πρωτόκολλα στο εργαστήριο (Ascensao et al, 2008; Ispirlidis et al, 2008; Nicholas, Nuttall, & Williams, 2000; Krstrup et al, 2006β).

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα οι αθλητικοί επιστήμονες συμφωνούν ότι επιθυμητές προσαρμογές κατά την διάρκεια της προετοιμασίας αλλά και της αγωνιστικής περιόδου θα επέλθουν μόνο με την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ προπόνησης, αγώνων και αποκατάστασης. Αυτό έχει αντιληπτό μέσω μιας σειράς σχετικών μελετών είναι ότι υπερβολικά υψηλοί όγκοι προπόνησης βραχυπρόθεσμα οδηγούν σε κόπωση (Filaire, Lac, & Pequignot, 2003), ενώ μεσοπρόθεσμα είναι ορατός ο κίνδυνος ανάπτυξης συνδρόμου υπερπροπόνησης (Kraemer & Ratamess, 2005; Kraemer et al, 2004; Petibois et al, 2002). Με το ίδιο σκεπτικό ένας αγώνας οδηγεί σε βιοχημικές/αιματολογικές αλλαγές καθώς και σε αλλαγές στην αθλητική απόδοση (Ispirlidis et al, 2008) με κάθε μια από τις σχετικές μεταβλητές να ακολουθεί την δική της κινητική αποκατάστασης. Επομένως η κατάρτιση του εβδομαδιαίου προπονητικού προγράμματος μετά από αγώνα θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις μεταβολές αυτές (οι οποίες είναι ενδεικτικές του βαθμού φόρτισης των αντίστοιχων φυσιολογικών συστημάτων) και να εκπονεείται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει

αφενός την επαναφορά των συστημάτων στις αρχικές τους (προ του αγώνα) καταστάσεις αφετέρου την προετοιμασία των παικτών για τον επόμενο αγώνα. Για το λόγο αυτό έχοντας ως στόχο την πρόληψη ανεπιθύμητων μειώσεων στην απόδοση αλλά και για να εξασφαλίσουν την αποτελεσματικότητα των προπονητικών προγραμμάτων οι ερευνητές προτείνουν την διεξαγωγή βιοχημικών, αιματολογικών και ορμονικών ελέγχων σε τακτά ή κομβικά σημεία (έναρξη και τέλος προετοιμασίας, μεταξύ αγωνιστικών μεσόκυκλων και στο τέλος της περιόδου) (Filaire et al, 2001).

Πρέπει να αναφερθεί ότι η σύγκριση των αλλαγών σε συγκεκριμένες βιοχημικές/αιματολογικές/ορμονικές παραμέτρους μεταξύ περιόδων με διαφορετικά χαρακτηριστικά και περιεχόμενο, όπως για παράδειγμα μεταξύ της περιόδου προετοιμασίας (που χαρακτηρίζεται από υψηλό όγκο προπόνησης χωρίς όμως επίσημα παιχνίδια) και αγωνιστικών μεσόκυκλων (όπου υπάρχει σαφέστατα μικρότερος όγκος προπόνησης αλλά εβδομαδιαία ροή παιχνιδιών) μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την πορεία της προπονητικής διαδικασίας. Ιδανικά οι μετρήσεις των δεικτών αυτών θα πρέπει να συνοδεύονται και από μετρήσεις απόδοσης στις ίδιες χρονικές περιόδους προκειμένου να υπάρχει και εικόνα της φυσικής κατάστασης των παικτών μετά την περίοδο προετοιμασίας, ωστόσο (πλην ελαχίστων εξαιρέσεων) υπάρχει η πεποίθηση ότι η διεξαγωγή δοκιμασιών φυσικής κατάστασης (ειδικά αυτών που απαιτούν μέγιστη προσπάθεια) εντός της αγωνιστικής περιόδου μπορεί να παρεμποδίσει την ομαλή ροή της προπονητικής διαδικασίας.

Πάντως σε διεθνές επίπεδο έχει προταθεί ότι η επίτευξη υψηλής αποτελεσματικότητας στην προπονητική διαδικασία επιτυγχάνεται με ειδικά ερευνητικά πρωτόκολλα τα οποία μελετούν την φυσική κατάσταση σε συνδυασμό με βιοχημικές, αιματολογικές και ορμονικές παραμέτρους με σκοπό την ανάλυση των επιπέδων κόπωσης και αποκατάστασης (Bishop, Jones, & Woods, 2008). Για το λόγο αυτό η παρακολούθηση του κύκλου συσσώρευσης κόπωσης/αποκατάστασης στο σύγχρονο ποδόσφαιρο απαιτεί την ταυτόχρονη μελέτη φυσιολογικών παραμέτρων, βιοχημικών δεικτών και ορμονών (Bishop, Jones, & Woods, 2008; Kraemer & Ratamess, 2005; Margonis et al, 2007). Ωστόσο μέχρι σήμερα υπάρχει σχετική έλλειψη στη μελέτη των παραπάνω παραμέτρων σε ποδοσφαιριστές σε διαφορετικές φάσεις της αγωνιστικής περιόδου.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως έχει αναγνωρισθεί ότι οι απαιτήσεις του αγωνιστικού ποδοσφαίρου επιφέρουν σημαντικού βαθμού φορτίσεις στα συστήματα

του οργανισμού (Faude et al, 2011; Kraemer et al, 2004; Reilly & Ekblom, 2005). Επιπρόσθετα περίοδοι υψηλών προπονητικών φορτίων συνοδεύονται και από ανεπαρκή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (Malm, Ekblom, & Ekblom, 2004α; Reinke et al, 2009), αλλαγές στην αναλογία αναβολικού/καταβολικού περιβάλλοντος (Kraemer et al, 2004; Handziski et al, 2006) καθώς και αυξημένα επίπεδα οξειδωτικού στρες (Arent et al, 2010). Επιπρόσθετα βιοχημικές αναλύσεις αμέσως μετά από φιλικούς ποδοσφαιρικούς αγώνες έχουν καταδείξει αυξημένα επίπεδα μυϊκής καταστροφής (Ispirididis et al, 2008; Ascensao et al, 2008) καθώς και μια αδρή προ-φλεγμονώδη αντίδραση (Ispirididis et al, 2008) σε συνδυασμό με είτε αυξημένο καταβολικό περιβάλλον (Ispirididis et al, 2008) είτε προ-οξειδωτικές συνθήκες (Ascensao et al, 2008). Τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν ότι κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου η απόδοση ενός ποδοσφαιριστή δεν καθορίζεται μόνο από τα επίπεδα φυσικής του κατάστασης αλλά επηρεάζεται και από την ικανότητα του οργανισμού του να δέχεται υψηλές φορτίσεις και να αντιδρά με γρήγορη αποκατάσταση των βιολογικών συστημάτων στα υψηλά επίπεδα προπονητικού όγκου και αγώνων (Kraemer et al, 2004). Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι δεν συμφωνούν όλοι οι ερευνητές με την άποψη ότι οι ποδοσφαιριστές “συσσωρεύουν” κόπωση καθώς προχωρά η αγωνιστική περίοδος (Reilly & Ekblom, 2005). Πάντως σε κάθε περίπτωση καμία από τις δύο παραπάνω υποθέσεις δεν έχει μελετηθεί διεξοδικά με πραγματικά δεδομένα. Στην πραγματικότητα λίγα είναι γνωστά σχετικά με την αλληλοσυσχέτιση φυσικής κατάστασης, ορμονικού περιβάλλοντος και βιοχημικών/αιματολογικών παραμέτρων σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατά την μετάβαση από την περίοδο προετοιμασίας σε περίοδο με εβδομαδιαίες αγωνιστικές υποχρεώσεις.

Εκείνο που πρέπει να αναφερθεί είναι το γεγονός ότι οι περισσότερες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει φιλικούς και όχι επίσημους αγώνες για τα ερευνητικά τους πρωτόκολλα. Επίσης υπάρχει έλλειψη μελετών που να εξέτασαν τις παρατηρούμενες μεταβολές τόσο κατά την διάρκεια της προετοιμασίας όσο και αμέσως μετά κατά την έναρξη της αγωνιστικής περιόδου. Επιπρόσθετα παρότι υπάρχουν αρκετά δεδομένα σχετικά με την μελέτη της αλληλοσυσχέτισης προ-οξειδωτικού στρες, οξείας φλεγμονώδους αντίδρασης και μυϊκής καταστροφής σε ποδοσφαιριστές υψηλού (Ispirididis et al, 2008; Rampinini et al, 2011) και χαμηλού επιπέδου (Fatouros et al, 2010; Ascensao et al, 2008), δεν υπάρχουν αντίστοιχα δεδομένα μετά από μια σειρά επίσημων αγώνων υψηλού επιπέδου. Επιπρόσθετα υπάρχουν πρώιμα δεδομένα

που υποδηλώνουν ότι πιθανώς οι ποδοσφαιριστές υψηλότερου επιπέδου να έχουν καλύτερη ικανότητα ανάρρωσης από τις φορτίσεις του αγώνα (Fatouros et al, 2010; Ascensao et al, 2008; Rampinini et al, 2011) ή από περιόδους υψηλών προπονητικών φορτίων (Michalczyk et al, 2008; Nakagami et al, 2009).

2.2 Μυϊκή καταστροφή και ποδόσφαιρο

Η βλάβη στο μυϊκό ιστό μπορεί να είναι τόσο άμεση όσο και έμμεση. Η άμεση βλάβη είναι συχνή λόγω του ότι το ποδόσφαιρο είναι άθλημα επαφής και προκαλείται από άμεση πλήξη κυρίως των μυϊκών ομάδων των κάτω άκρων (Brancaccio et al, 2010; Cervellin et al, 2011) αλλά κυρίως από την μηχανική φόρτιση και τις επερχόμενες μικρό-βλάβες που προκύπτουν από τις συνεχείς προπονήσεις (Tidball, 2005α). Η έμμεση βλάβη στο μυϊκό ιστό μπορεί να προκύψει από διάφορες αιτίες που προκαλούν αύξηση της διαβατότητας στα μυϊκά κύτταρα (φάρμακα, τοξίνες, ηλεκτρολυτικές διαταραχές, βακτηριακές λοιμώξεις, ιώσεις και ανεπαρκή λήψη υδατανθράκων) (Brancaccio et al, 2010). Η μυϊκή βλάβη σχετίζεται με αποδιοργάνωση της δομής του μυο-ινιδίου όπως καταστροφή της ζώνης Z, της εξωκυττάριας ουσίας και του σαρκολλείματος με αποτέλεσμα απελευθέρωση ενδοκυττάρων πρωτεϊνών στο πλάσμα (Sayers & Clarkson, 2003). Ανάμεσα στις ουσίες αυτές βρίσκονται η κρεατινική κινάση (CPK), η γαλακτική δευδρογονάση (LDH) και η ασπαρτική αμινοτρανσφεράση (AST). Οι βιοχημικοί αυτοί δείκτες θεωρούνται ενδεικτικοί της λειτουργικής κατάστασης του μυός και η αύξηση των συγκεντρώσεών τους υποδηλώνει είτε μυϊκή καταστροφή είτε μυϊκή προσαρμογή στην προπόνηση (Brancaccio et al, 2010; Lazarim et al, 2009). Για την CPK υπάρχουν κάποιες αμφιβολίες ως προς την αξία της ως δείκτης μυϊκής καταστροφής στο ποδόσφαιρο, κυρίως για το λόγο ότι τα επίπεδα της στο αίμα δεν συμβαδίζουν με τον βαθμό των ιστολογικών αλλοιώσεων (Malm, 2001). Επιπρόσθετα όταν ποδοσφαιριστές υποβλήθηκαν στην άσκηση με το ίδιο εξωτερικό φορτίο παρουσίασαν μεγάλη διακύμανση στις μεταβολές της CPK (Lazarim et al, 2009). Φαίνεται ότι μετά από ένα παιχνίδι ποδοσφαίρου οι τιμές της CPK φτάνουν στα μέγιστα τους επίπεδα περίπου 48 ώρες μετά το αγώνα (Fatouros et al, 2010), ενώ σε μετά από εφαρμογή πλειομετρικής άσκησης μπορεί να φτάσει στα μέγιστα επίπεδα της μετά από 72 ώρες (Chatzinikolaou et al, 2010). Πάντως παρότι η κινητική της CPK έχει μελετηθεί μετά από ένα παιχνίδι (Brancaccio et al, 2010; Lazarim et al,

2009; Fatouros et al, 2010) είναι άγνωστο τι συμβαίνει με την μακροχρόνια προπόνηση και μάλιστα σε διαφορετικούς μεσοκυκλους με εφαρμογή διαφορετικών προπονητικών ερεθισμάτων ή διαφορετική συχνότητα επίσημων παιχνιδιών.

2.3 Φλεγμονώδης αντίδραση και ποδόσφαιρο

Η απάντηση του οργανισμού σε οξεία άσκηση όπως ένας αγώνας ποδοσφαίρου είναι μια αδρή φλεγμονώδης αντίδραση η οποία αποσκοπεί στην επαναδόμηση του ιστού και στην επαναδιάρθρωση των μυϊκών ινών (Fatouros et al, 2010). Η αντίδραση αυτή είναι τόσο τοπική όσο και συστηματική και χαρακτηρίζεται από την κυκλοφορία ουσιών τόσο με προ-φλεγμονώδη όσο και αντιφλεγμονώδη δράση. Ο απώτερος στόχος είναι η επανάκτηση της ομοιοστασίας του οργανισμού είτε μετά από μία προπόνηση ή έναν αγώνα είτε μετά από μια σειρά προπονητικών μονάδων. Η οξεία φάση χαρακτηρίζεται από τις συνδυασμένες δράσεις της ενεργοποίησης των λευκών αιμοσφαιρίων, των κυτταροκινών, άλλων πρωτεϊνών οξείας φάσης όπως C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, φερριτίνη, ορμονών και άλλα μόρια τα οποία καθορίζουν τελικά και τις μακροπρόθεσμες προσαρμογές από την προπόνηση (Gruys et al, 2005). Τα λευκοκύτταρα είναι τα πρώτα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος που ανταποκρίνονται στην ιστική βλάβη (Smith, 2000) με τα πολυμορφοπύρηνα ουδετερόφιλα να είναι ο πρώτος υποπληθυσμός ο οποίος μεταναστεύει στο σημείο της φλεγμονής (Tidball, 2005β). Η απελευθέρωση πολυμορφοπύρηνων ουδετερόφιλων επάγεται από την κορτιζόλη (Pyne, 1994) και ο κύριος ρόλος τους είναι η καταστροφή και φαγοκυττάρωση άχρηστων υποπροϊόντων της κυτταρικής βλάβης. Η βιβλιογραφία διακρίνει δύο διαφορετικές φλεγμονώδεις απαντήσεις τόσο στην οξεία όσο και στη χρόνια άσκηση (Catanho da Silva & Macedo, 2011). Σε γενικές γραμμές η οξεία φλεγμονώδης αντίδραση χαρακτηρίζεται από παροδική λευκοκυττάρωση η οποία ακολουθείται από μερική ανοσοκαταστολή. Η αύξηση των λευκοκυττάρων στις αμέσως επόμενες ώρες μετά την άσκηση είναι συνάρτηση της έντασης και διάρκειας της άσκησης (Gleeson, 2007). Επίσης μια σειρά από βιοχημικούς δείκτες αυξάνει στο πλάσμα (κρεατινική κινάση, C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, φερριτίνη) (Pedersen & Hoffman-Goetz, 2000). Σε αντίθεση η χρόνια άσκηση/προπόνηση φαίνεται ότι οδηγείται σε μια τοπική αλλά και συστηματική ανισορροπία μεταξύ αντιφλεγμονωδών και προφλεγμονωδών παραγόντων. Αυτή η ανισορροπία προαγεί τις ιστικές προσαρμογές στο προπονητικό ερέθισμα και

προστατεύει τα όργανα ενάντια στην ανάπτυξη χρόνιας φλεγμονής (Catanho da Silva & Macedo, 2011; Petersen & Pedersen, 2005). Μερικές μελέτες δείχνουν μια μείωση στην παραγωγή πρωτεΐνων οξείας φάσης και μεγαλύτερη παραγωγή αντιφλεγμονωδών παραγόντων (Petersen & Pedersen, 2005). Πάντως σε γενικές γραμμές υπάρχουν λίγα δεδομένα που να καταδεικνύουν κλινικές διαφορές στην λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος μεταξύ μη αθλουμένων και επαγγελματιών αθλητών (Gleeson, 2007).

2.4 Μεταβολισμός αζωτούχων ενώσεων και ποδόσφαιρο

Η φλεγμονώδης αντίδραση και κατά συνέπεια η αθρόα εισροή ουδετερόφιλων λευκοκυττάρων στο σημείο ιστικής βλάβης οδηγεί σε αυξημένη παραγωγή ελευθέρων ριζών οξυγόνου οι οποίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη συστηματικής φλεγμονής (Tidball, 2005β). Ο οργανισμός χρησιμοποιεί μια σειρά από ενζυματικούς και μη ενζυματικούς μηχανισμούς για την αντιμετώπιση της αυξημένης παραγωγής ελευθέρων ριζών (Ji, 1999). Το ουρικό οξύ είναι ο κυριότερος μη ενζυμικός αντι-οξειδωτικός μηχανισμός του πλάσματος (Lippi et al, 2008). Για το λόγο αυτό έχει προταθεί ότι η παρακολούθηση των επιπέδων ουρικού οξέος στο αίμα μπορεί να αποβεί χρήσιμη για την αξιολόγηση αθλητών (Finaud et al, 2006; Carlsohn et al, 2008; Youssef et al, 2008). Άλλοι δείκτες του μεταβολισμού του αζώτου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο ποδοσφαιριστών είναι η κρεατινίνη και η ουρία. Η ουρία αποτελεί το τελικό προϊόν του μεταβολισμού του αζώτου, συντίθεται στο ήπαρ και αποβάλλεται από τους νεφρούς. Οι κυριότεροι παράγοντες που μπορεί να αυξήσουν την συγκέντρωση ουρίας σε αθλητές είναι η αυξημένη πρωτεϊνική πρόσληψη, η ανεπαρκής ενυδάτωση και η ανεπαρκής αναπλήρωση των αποθηκών γλυκογόνου (Hartmann & Mester, 2000). Η υψηλή συγκέντρωση ουρίας αποτελεί ένδειξη πρωτεϊνικού καταβολισμού και έχει βρεθεί ότι διεγείρει την γλυκονεογένεση σε περιόδους υψηλών προπονητικών φορτίων. Για το λόγο αυτό έχει προταθεί ότι η ταυτόχρονη μέτρηση ουρίας και CPK μπορεί να εφαρμοστεί ως δείκτης για την οξεία δυσανεξία στα προπονητικά φορτία (Urhausen & Kindermann, 2002). Η κρεατινίνη αποτελεί τον πιο αξιόπιστο δείκτη ρουτίνας της νεφρικής λειτουργίας (Perrone et al, 1992), ωστόσο υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα της κρεατινίνης στο πλάσμα (Banfi et al, 2009). Σε ότι αφορά το ποδόσφαιρο οι παραπάνω δείκτες μεταβολισμού του αζώτου έχουν μελετηθεί από αρκετούς

ερευνητές. Για παράδειγμα οι Silva et al, 2013 διαπίστωσαν ότι το ουρικό οξύ δεν μεταβλήθηκε τις πρώτες 48 ώρες μετά από ποδοσφαιρικό αγώνα υψηλού επιπέδου. Σε αντίθετα αποτελέσματα κατέληξαν οι (Fatouros et al, 2010) που διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα ουρικού οξέος παρέμεινα υψηλά για 48 ώρες μετά από αγώνα ποδοσφαίρου και οι Ispirididis et al, 2008 και Ascensao et al, 2008 που αναφέρουν αυξημένα επίπεδα ουρικού οξέος για 72 ώρες μετά από παιχνίδι ποδοσφαίρου. Σχετικά με τους άλλους δείκτες οι Silva et al, 2008β διαπίστωσαν αύξηση της κρεατινίνης σε ποδοσφαιριστές μετά από ένα έντονο προπονητικό πρόγραμμα αλλά καμία μεταβολή στα επίπεδα ουρίας. Επίσης οι Heisterberg et al, 2008 διαπιστώνουν ότι η ουρία είναι στα χαμηλότερα επίπεδα κατά την έξω-αγωνιστική περίοδο και υψηλότερη όλη την υπόλοιπη περίοδο χωρίς όμως να διαφέρει μεταξύ των διαφόρων προπονητικών κύκλων. Επίσης οι ίδιοι μελετητές καταδεικνύουν ότι η κρεατινίνη δεν μεταβάλλεται καθόλη την διάρκεια του έτους.

2.5 Ορμονικές μεταβολές και ποδόσφαιρο

Για τον αθλητικό επιστήμονα οι ορμονικές μεταβολές σε αθλητές είναι ενδεικτικές της διεργασίας προσαρμογής σε προπονητικά φορτία ή αγώνες. Ιδιαίτερα έχουν μελετηθεί οι μεταβολές της τεστοστερόνης και της κορτιζόλης όπως επίσης και η αναλογία τεστοστερόνης/κορτιζόλης για την εκτίμηση της ισορροπίας μεταξύ αναβολισμού και καταβολισμού. Οι Carli et al, 1982 διαπίστωσαν ότι κατά την διάρκεια της αγωνιστική περιόδου τα επίπεδα ηρεμίας τόσο της τεστοστερόνης όσο και της κορτιζόλης αυξάνουν. Ωστόσο είναι άγνωστο εάν αυξάνουν περισσότερο σε αυτούς τους ποδοσφαιριστές που θα αγωνιστούν περισσότερα παιχνίδια. Οι Bosco et al, 1996 αναφέρουν ότι τα επίπεδα ηρεμίας για την κορτιζόλη και την τεστοστερόνη παρέμειναν εντός φυσιολογικών ορίων. Επίσης παρόμοια ευρήματα παρουσιάζουν και οι Celani & Grandi για μη επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Οι Kraemer et al, 2004 επίσης παρατήρησαν ότι οι συγκεντρώσεις τεστοστερόνης αν και εντός φυσιολογικών ορίων ήταν χαμηλές για ποδοσφαιριστές κολεγιακού επιπέδου οι οποίοι ξεκινούσαν την αγωνιστική περίοδο αμέσως μετά από μια περίοδο έντονης προετοιμασίας. Επίσης οι ίδιοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι και η συγκέντρωση κορτιζόλης ήταν στα υψηλότερα φυσιολογικά όρια για τους ποδοσφαιριστές. Το συμπέρασμα των συγγραφέων ήταν κατά το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου παρακολούθησης οι ποδοσφαιριστές βρισκόταν σε ένα στάδιο καταβολισμού. Ένα άλλο σημαντικό εύρημα της μελέτης αυτής ήταν ότι οι μεταβολές κορτιζόλης και τεστοστερόνης ήταν

παρόμοιες τόσο για ποδοσφαιριστές που αγωνίστηκαν τον περισσότερο χρόνο στα επίσημα παιχνίδια όσο και για τους ποδοσφαιριστές που δεν αγωνίστηκαν. Ένα αυξημένο καταβολικό περιβάλλον μπορεί να είναι υπεύθυνο για μειώσεις στη μυική δύναμη κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου (Kraemer et al, 2004). Η μείωση στην παραγωγή δύναμης μπορεί να επηρεάσει χαρακτηριστικά όπως ταχύτητα και αλτικότητα. Σε μια άλλη μελέτη οι Silva et al, 2013 διαπίστωσαν ότι η κορτιζόλη αυξάνεται και η αναλογία τεστοστερόνης/κορτιζόλης μειώνεται μέχρι και 48 ώρες μετά από ποδοσφαιρικό αγώνα υψηλού επιπέδου. Επίσης η ίδια ερευνητική ομάδα διαπίστωσε ότι η τεστοστερόνη, η κορτιζόλη και η αναλογία τεστοστερόνης/κορτιζόλης είναι ευαίσθητες σε ένα ποδοσφαιρικό προπονητικό πρόγραμμα διάρκειας 12 εβδομάδων (Silva et al, 2011). Συγκεκριμένα διαπίστωσαν ότι οι περίοδοι που πραγματοποιήθηκε αύξηση της έντασης οδήγησαν σε αύξηση της συγκέντρωσης της κορτιζόλης, ενώ στις ίδιες περιόδους παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης τεστοστερόνης. Με βάση μάλιστα τα ευρήματά τους οι μελετητές προτείνουν ότι μείωση της αναλογίας τεστοστερόνης/κορτιζόλης για >30% μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων είναι ένδειξη κυριαρχίας καταβολικών διεργασιών (Silva et al, 2011).

2.6 Αιματολογικές μεταβολές στο ποδόσφαιρο

Οι μελέτη των αιματολογικών μεταβολών στους ποδοσφαιριστές αποσκοπεί στην εκτίμηση του αριθμού των ερυθρών αιμοσφαιρίων, στη συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης και στον αιματοκρίτη. Το ιστόγραμμα των ερυθρών αιμοσφαιρίων θεωρείται χρήσιμο στην διάγνωση της “αθλητικής αναιμίας” η οποία μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην αθλητική απόδοση (Schumacher et al, 2011; Sottas et al, 2010). Οι αθλητές θεωρείται ότι παρουσιάζουν αυξημένη αιμόλυση η οποία οφείλεται σε αυξημένη καταστροφή ερυθρών αιμοσφαιρίων και η οποία είναι πιο συχνή σε αθλητές που έχουν τρέξιμο στο άθλημά τους όπως οι ποδοσφαιριστές, αν και εμφανίζεται και σε άλλα αθλήματα που δεν σχετίζονται με τρέξιμο (κολύμπι, κωπηλασία) (Telford et al, 2003). Η αναιμία εκτός από την επίμονη μείωση της αιμοσφαιρίνης συνοδεύεται και μείωση του μέσου όγκου των ερυθρών αιμοσφαιρίων, μείωση της μέσης περιεκτικότητας ερυθρών αιμοσφαιρίων σε αιμοσφαιρίνη και αύξηση του εύρους κατανομής των ερυθρών αιμοσφαιρίων (Zoller & Vogel, 2004). Η μέση διάρκεια ζωής των ερυθρών αιμοσφαιρίων φυσιολογικά είναι ~120 ημέρες αλλά σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές ή άλλους αθλητές αντοχής μπορεί να είναι λίγο μικρότερη, κυρίως

εξαιτίας της μικρής αύξησης της αιμόλυσης η οποία συνοδεύει τα αθλήματα αντοχής (Weight et al, 1991). Ο αυξημένος βαθμός καταστροφής των πιο γερασμένων ερυθρών αιμοσφαιρίων σε συνδυασμό με την αυξημένη παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων που παρατηρείται στους αθλητές αντοχής μπορεί να οδηγήσει σε ένα σταθερό αριθμό νέων ερυθρών αιμοσφαιρίων τα οποία είναι πιο αποτελεσματικά στην μεταφορά οξυγόνου, κυρίως λόγω των υψηλότερων συγκεντρώσεων 2-3 διφωσφορικήςγλυκεραλδεύδης. Ορισμένοι ερευνητές πάντως αναφέρουν πτώση του αιματοκρίτη ή της αιμοσφαιρίνης κατά την διάρκεια περιόδου προετοιμασίας (Ostojic και συνεργάτες, 2009), άλλοι ωστόσο διαπίστωσαν αύξηση του αιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης (Silva και συνεργάτες, 2008β) Σύμφωνα με μία πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση παράμετροι όπως η αιμοσφαιρίνη και ο αιματοκρίτης μειώνονται γενικά κατά τις περιόδους έντονων προπονητικών επιβαρύνσεων σε διάφορα αθλήματα (κυρίως αντοχής) με την εξαίρεση του ποδοσφαίρου (Banfi και συνεργάτες, 2012).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, επαγγελματίες ποδοσφαιριστές μελετήθηκαν για μια περίοδο 16 εβδομάδων. Η παρακολούθηση ξεκίνησε με την έναρξη της προετοιμασίας για την επερχόμενη αγωνιστική περίοδο (Ιούλιος) και ολοκληρώθηκε με το πέρας του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου (Νοέμβριος). Η περίοδος παρακολούθησης χωρίστηκε στην περίοδο προετοιμασίας (8 εβδομάδες) και στον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο (8 εβδομάδες). Στα πλαίσια της έρευνας πραγματοποιήθηκαν τρεις αιμομοληψίες (με την έναρξη της προετοιμασίας-ΙΟΥΛΙΟΣ, πριν την έναρξη του αγωνιστικού μεσόκυκλου-ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ και στο τέλος του αγωνιστικού μεσόκυκλου-ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ), ενώ πραγματοποιήθηκαν και δύο έλεγχοι φυσικής κατάστασης στο εργαστήριο (με την έναρξη της προετοιμασίας-ΙΟΥΛΙΟΣ και πριν την έναρξη του αγωνιστικού μεσόκυκλου-ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ). Σε κάθε αιμοληψία ελέχθησαν 10 διαφορετικές παράμετροι του αίματος.

Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες ήταν επαγγελματίες ποδοσφαιριστές μέλη του ίδιου ποδοσφαιρικού συλλόγου. Κατά την έναρξη της μελέτης οι ποδοσφαιριστές είχαν ηλικία, ύψος, βάρος και μέγιστη καρδιακή συχνότητα $26,2 \pm 5,6$ έτη, $1,80 \pm 0,01$ μέτρα, $77,7 \pm 6,1$ χιλιόγραμμα, 190 ± 10 παλμούς·λεπτό⁻¹ αντίστοιχα. Οι ποδοσφαιριστές αγωνιζόταν σε επαγγελματικό επίπεδο για τουλάχιστον 3 έτη πριν την έναρξη της μελέτης (εύρος 3-14 έτη).

Πειραματικός σχεδιασμός

Οι ποδοσφαιριστές προσήλθαν στο ίδιο εργαστήριο βιοπαθολογίας (Ιωάννινα) 3 φορές μέσα σε διάστημα 16 εβδομάδων για τις αιμοληψίες. Μετά τις δύο πρώτες αιμοληψίες οι ποδοσφαιριστές προσήλθαν σε Πανεπιστημιακό Αθλητιατρικό Εργαστήριο (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων – Ορθοπαιδικό Αθλητιατρικό Κέντρο Ιωαννίνων), όπου έγιναν σωματομετρικές μετρήσεις και μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_2max) και ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού (V_4).

Αιματολογικές-Βιοχημικές-Ορμονικές μετρήσεις

Έγινε λήψη 10 ml αίματος από την βραχιόνιο φλέβα μεταξύ 8:30-9:30 μετά από 12ωρη νηστεία. Εντός μίας ώρας από την αιμοληψία της καθεμιάς επίσκεψης μετρήθηκαν τα εξής: αιματοκρίτης, αιμοσφαιρίνη, ουρία, CPK, AST, ALT, σίδηρος.

Επιπλέον, δείγμα ορού (ξεχωριστό aliquot) καταψύχθηκε άμεσα στους -30°C και διατηρήθηκε για μέτρηση των ακόλουθων παραμέτρων: φερριτίνη, ελεύθερη τεστοστερόνη και κορτιζόλη.

Αρχικά σε ένα μέρος του δείγματος, αναμειγμένο με αντιπηκτικό (EDTA), προσδιορίστηκαν ο αιματοκρίτης και η συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης από αυτόματο αιματολογικό αναλυτή Sysmex K-1000 (Sysmex Norderstedt, Γερμανία). Από το υπόλοιπο αίμα, μετά την πήξη, παρασκευάστηκε ορός με φυγοκέντρηση στα $1500 \times g$ επί 10 min για τον προσδιορισμό ουρίας, CPK, AST, ALT, σιδήρου, φερριτίνης, ελεύθερης τεστοστερόνης, κορτιζόλης.

Η ουρία μετρήθηκε σε αναλυτή Beckman-Coulter με την δοκιμασία ουρεάσης (urease-GLDH-UV test). Ο ενδο-αναλυτικός συντελεστής διακύμανσης ήταν 3,0%. Η CPK μετρήθηκε σε αναλυτή Olympus με ενζυμική δοκιμασία ανοσοαναστολής με τον ενδο-αναλυτικό συντελεστή διακύμανσης να βρίσκεται στο 3,0%. Η AST μετρήθηκε σε αναλυτή Olympus με κινητική δοκιμασία υπεριωδών με τον ενδο-αναλυτικό συντελεστή διακύμανσης να βρίσκεται στο 4,23%. Η ALT μετρήθηκε σε αναλυτή Olympus με κινητική δοκιμασία υπεριωδών με τον ενδο-αναλυτικό συντελεστή διακύμανσης να βρίσκεται στο 3,16%. Ο σίδηρος μετρήθηκε σε αναλυτή Olympus με φωτομετρική χρωματική διαδικασία με τον ενδο-αναλυτικό συντελεστή διακύμανσης να βρίσκεται στο 2,83%. Η φερριτίνη εκτιμήθηκε με μέθοδο ανοσοχημειοφωταύγειας (ICLA) και τη χρήση του αυτόματου αναλυτή ADVIA Centaur CP (Siemens Healthcare Diagnostics, Deerfield, IL, USA) με ειδικά kits της ίδιας εταιρείας. Οι συντελεστές διακύμανσης εντός (intra-assay) και μεταξύ (inter-assay) των μεθόδων ήταν για τη φερριτίνη 2,1-3,0% και 2,7-5,4%. Οι μετρήσεις τεστοστερόνης, και κορτιζόλης εκτιμήθηκαν με μέθοδο ανοσοχημειοφωταύγειας (ICLA) και τη χρήση του αυτόματου αναλυτή Immulite 2500 (Siemens Healthcare Diagnostics, Deerfield, IL, USA) με ειδικά kits της ίδιας εταιρείας. Οι συντελεστές διακύμανσης εντός (intra-assay) και οι ολικοί συντελεστές διακύμανσης των μεθόδων ήταν αντίστοιχα για την τεστοστερόνη 5,1-11,7% και για την κορτιζόλη 5,2-7,4%.

Σωματομετρικές μετρήσεις

Οι αθλητές παρουσιάστηκαν στο εργαστήριο 4 ώρες μεταγευματικά, και απέχοντας από κατανάλωση καφεΐνης ή αλκοόλ για 4 ώρες. Οι αθλητές εκτέλεσαν μόνο χαμηλής έντασης αερόβια άσκηση την προηγούμενη ημέρα από κάθε πειραματική διαδικασία.

Το ύψος μετρήθηκε με αναστημόμετρο (Seca, Germany) και το βάρος με ζυγαριά (Seca, Germany) και στρογγυλοποιήθηκε στο πλησιέστερο 0,1 kg.

Μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_2max) και ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού (V_4)

Κατά την διάρκεια της προθέρμανσης οι αθλητές πραγματοποίησαν 3 λεπτά περπάτημα σε ταχύτητα της επιλογής τους πάνω σε δαπεδοεργόμετρο (Technogym Runrace 1200, Italy) καθώς και 5 λεπτά χαλαρό τρέξιμο σε ταχύτητα 8 km/h με καταγραφή της καρδιακής συχνότητας (ΚΣ) και μέτρηση του γαλακτικού οξέος στο αίμα. Μετά το πέρας της προθέρμανσης οι αθλητές πραγματοποίησαν μία δοκιμασία προοδευτικής επιβάρυνσης μέχρι τα όρια βουλητικής εξάντλησης με ανάλυση των αναπνευστικών αερίων εκπνεόμενου αέρα για τον καθορισμό της VO_2max και συνεχή καταγραφή της καρδιακής συχνότητας με ειδικό πομπό (Polar Corporation, Finland) με το σήμα να μεταφέρεται αυτόματα στο μεταβολικό σύστημα. Η ανάλυση των αναπνευστικών αερίων λάμβανε χώρα σε κάθε εισπνοή-εκπνοή με την βοήθεια ειδικής μάσκας. Η αρχική ταχύτητα του δαπεδοεργόμετρου τέθηκε στα 10 km/h ανάλογα με την εκτιμώμενη φυσική κατάσταση του αθλητή. Κάθε αθλητής ολοκλήρωσε 4 υπομέγιστα στάδια των 3 λεπτών με την ταχύτητα να αυξάνει 2 km/h μεταξύ των σταδίων. Στο τέλος κάθε σταδίου ο αθλητής διέκοπτε το τρέξιμο χρησιμοποιώντας τις μπάρες και τοποθετώντας τα πόδια του στα πλάγια της ζώνης του δαπεδοεργόμετρου. Αμέσως λάμβανε χώρα λήψη δείγματος τριχοειδικού αίματος από το ακροδάκτυλο με τη βοήθεια συσκευής δήξης και ανάλυση του δείγματος για συγκέντρωση γαλακτικού οξέος με αναλυτή γαλακτικού οξέος αίματος (Accutrend Lactate, Roche Diagnostics, Germany). Ο αναλυτής βαθμονομούνταν με ειδικά διαλείμματα πριν από κάθε δοκιμασία. Οι αθλητές συνέχιζαν στο επόμενο στάδιο μέσα σε 20-30 δευτερόλεπτα. Μετά την ολοκλήρωση και του τελευταίου τρίλεπτου σταδίου (16 km/h) η ταχύτητα του δαπεδοεργόμετρου αυξανόταν 1 km/h ανά λεπτό μέχρι τα όρια βουλητικής εξάντλησης. Ο αθλητής συνέχιζε την προσπάθεια μέχρι τα απόλυτα όρια εξάντλησης. Τα κριτήρια για τον καθορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, όπως έχουν καθοριστεί από το American College of Sports Medicine είναι τα ακόλουθα:

- “πλατώ” της VO_2 (αύξηση $<2,1$ ml/min/kg παρά την αύξηση της ταχύτητας)
- αναπνευστικό πηλίκο (RER) $>1,1$
- ΚΣ $\pm 5\%$ της προβλεπόμενης με βάση την ηλικία μέγιστη ΚΣ (220-ηλικία)
- Μέγιστη τιμή γαλακτικού οξέος στο αίμα (LA_{max}) > 8 mmol/l.

Σε κάθε περίπτωση ικανοποιήθηκαν τουλάχιστον 3 από τα 4 κριτήρια. Για τον υπολογισμό της V_4 χρησιμοποιήθηκε η καμπύλη γαλακτικού οξέος ταχύτητας και η ταχύτητα στα 4mM υπολογίστηκε με linear interpolation με βάση τις ταχύτητες στις συγκεντρώσεις αμέσως πριν και αμέσως μετά τα 4mM [Heck et al, 1985].

Προπονητικό πρόγραμμα

Το προπονητικό πρόγραμμα χωρίστηκε σε 2 περιόδους. Αυτό της περιόδου προετοιμασίας και αυτό του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου. Η περίοδος προετοιμασίας είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και οι ποδοσφαιριστές πραγματοποίησαν συνολικά 84 προπονητικές μονάδες καθώς και 8 φιλικούς αγώνες. Από το σύνολο των προπονητικών μονάδων 25 αφιερώθηκαν στην βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, 10 αποσκοπούσαν στην βελτίωση της δύναμης, 8 αφιερώθηκαν στην βελτίωση της ταχύτητας, 8 στη βελτίωση της νευρομυϊκής συναρμογής, 5 στη βελτίωση της ειδικής αντοχής και 28 στη βελτιστοποίηση τεχνικών/τακτικών στοιχείων. Ο πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και η ομάδα αγωνίστηκε σε 7 επίσημα παιχνίδια πρωταθλήματος. Τα παιχνίδια πραγματοποιούνταν Σάββατο ή Κυριακή. Κάθε εβδομαδιαίος μικρόκυκλος είχε 1 ρεπό (48 ώρες μετά τον αγώνα, δηλαδή την μεθεπόμενη ημέρα του αγώνα), μια διπλή προπονητική μονάδα (72 ώρες μετά τον αγώνα, δηλαδή την επόμενη ημέρα του ρεπό) και όλες οι υπόλοιπες ήταν απλές προπονητικές μονάδες (μια προπόνηση). Ένα ενδεικτικό πρόγραμμα ενός τυπικού εβδομαδιαίου μικρόκυκλου παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Τυπικός εβδομαδιαίος μικρόκυκλος κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο.

Ημέρα	Κύρια χαρακτηριστικά της προπονητικής μονάδας
Κυριακή	Αγώνας
Δευτέρα	Αποκατάσταση για του ποδοσφαιριστές που αγωνίστηκαν Αγωνιστικά παιχνίδια σε μικρό χώρο (2 vs. 2 έως 5 vs. 5) για τους ποδοσφαιριστές που δεν αγωνίστηκαν
Τρίτη	Ρεπό
Τετάρτη	Πρωί: Προπόνηση δύναμης με ή χωρίς πλειομετρία και προπόνηση ταχύτητας (συνολική διάρκεια ≤ 60 λεπτά) Απόγευμα: Αγωνιστικά παιχνίδια σε μικρό χώρο (2 vs. 2 έως 4 vs. 4) ή αντοχή στην ταχύτητα (συνολική διάρκεια 20 λεπτά). Προπόνηση τακτικής (αμυντική λειτουργία και επιθετικού συνδυασμοί)
Πέμπτη	Προπόνηση τακτικής στα $\frac{1}{2}$ του γηπέδου. Αγωνιστικά παιχνίδια στα $\frac{3}{4}$ του γηπέδου.
Παρασκευή	Προπόνηση ταχύτητας. Αγωνιστικά παιχνίδια μέτριας-υψηλής έντασης (20-30 λεπτά)
Σάββατο	Ταχύτητα αντίδρασης. Αγωνιστικά παιχνίδια στο $\frac{1}{2}$ του γηπέδου (15 λεπτά)
Κυριακή	Αγώνας

Στατιστική ανάλυση

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο (Statistica v11.0, StatSoft). Βάση των ερευνητικών υποθέσεων μας, εξαρτημένες μεταβλητές ήταν οι μετρούμενες αιματολογικές, βιοχημικές, αιματολογικές παράμετροι, η $VO_2\max$ και η ταχύτητα στα 4 mM γαλακτικού. Ανεξάρτητες μεταβλητές στην παρούσα μελέτη ήταν η χρονική στιγμή των μετρήσεων (τρία επίπεδα: Ιούλιος, Σεπτέμβριος, Νοέμβριος) και η ομάδα (2 επίπεδα: Βασικοί-Μη Βασικοί ποδοσφαιριστές). Τα δεδομένα ελέγχθηκαν για κανονική κατανομή με την χρήση της δοκιμασίας Kolmogorov-Smirnov. Τα δεδομένα είχαν κανονική κατανομή και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν παραμετρικές στατιστικές δοκιμασίες. Επομένως για τον έλεγχο των ερευνητικών μας υποθέσεων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) με δύο παράγοντες [ομάδα, μεταξύ των συμμετεχόντων (between-subjects factor) και χρόνος, εντός των συμμετεχόντων (within-subjects factor)]. Για περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων με σημαντική κύρια επίδραση ή αλληλεπίδραση, επιλέχθηκε μετά-πειραματική ανάλυση με έλεγχο Tukey για πολλαπλές συγκρίσεις. Για όλες τις συγκρίσεις το επίπεδο σημαντικότητας τέθηκε στο $\alpha=0,05$.

Για την μελέτη των ερευνητικών μας υποθέσεων εκτός της κλασικής στατιστικής ανάλυσης με τον έλεγχο των μηδενικών υποθέσεων, επιπρόσθετα ακολουθήθηκε και μία προσέγγιση βασισμένη στο μέγεθος των μεταβολών μεταξύ των διαφορετικών φάσεων καθώς και στις πιθανότητες το μέγεθος αυτό να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από την μεταβολή με την ελάχιστη πρακτική σημασία (Batterham και Hopkins, 2006). Η προσέγγιση αυτή βασίζεται σε δημοσιευμένα φύλα εργασίας στο Microsoft Excel (Batterham και Hopkins, 2006) στοχεύει στην εφαρμογή ερευνητικών δεδομένων στην πράξη μέσω του υπολογισμού και της αναφοράς στατιστικών στοιχείων τα οποία φανερώνουν το μέγεθος μίας παρέμβασης (Batterham και Hopkins, 2006) με πρόσφατες μελέτες έχουν κινηθεί προς την κατεύθυνση αυτή (Hamilton et al, 2006, Cormack et al, 2008). Για την ανάλυση αυτού του τύπου τα δεδομένα σε πρώτη φάση μετατράπηκαν λογαριθμικά και στην συνέχεια ελέγχθηκαν για πρακτική σημασία με την χρήση του μεγέθους της επίδρασης (Hopkins et al, 2009). Η χρήση αυτής της ποιοτικής στατιστικής ανάλυσης έγκειται στο γεγονός ότι η συμβατή στατιστική ανάλυση συχνά δεν είναι ενδεικτική του μεγέθους μιας παρέμβασης ή

επίδρασης. Σε πολλές περιπτώσεις για τον αθλητικό επιστήμονα το μέγεθος μιας παρέμβασης ή επίδρασης είναι πιο σημαντικό στην προπονητική διαδικασία και αθλητική απόδοση από ότι ένα στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Οι διαφορές μεταξύ βασικών-αναπληρωματικών στις αιματολογικές παραμέτρους ελέγχθηκαν με το Cohen effect size (\pm τυπική απόκλιση). Κατώφλια για το effect size ήταν $>0,2$ = μικρό, $>0,5$ = μέτριο και $>0,8$ =μεγάλο. Επίσης υπολογίστηκε η πιθανότητα η παρατηρούμενη διαφορά να είναι μικρότερη, παρόμοια ή μεγαλύτερη από την διαφορά με την μικρότερη πρακτική σημασία ($0,2 \times$ τυπική απόκλιση του δείγματος). Από ποσοτικής άποψης οι πιθανότητες για μεγαλύτερες ή μικρότερες διαφορές υπολογίστηκαν ως εξής: $<1\%$, *σχεδόν σίγουρα όχι*; $1-5\%$, *πολύ πιθανότατα όχι*; $5-25\%$ *πιθανότατα όχι*; $25-75\%$, *πιθανώς ναι*; $75-95\%$ *πιθανότατα ναι*; $95-99\%$, *πολύ πιθανότατα ναι*; $>99\%$ *σχεδόν σίγουρα ναι* (Hopkins et al, 2009). Εάν τόσο η πιθανότητα για μεγαλύτερες όσο και η πιθανότητα για μικρότερες διαφορές ήταν $>5\%$ τότε η πραγματική διαφορά κρινόταν *μη ξεκαθαρισμένη* (Hopkins et al, 2009). Σε κάθε άλλη περίπτωση ερμηνεύσαμε την διαφορά όπως η παρατηρούμενη πιθανότητα.

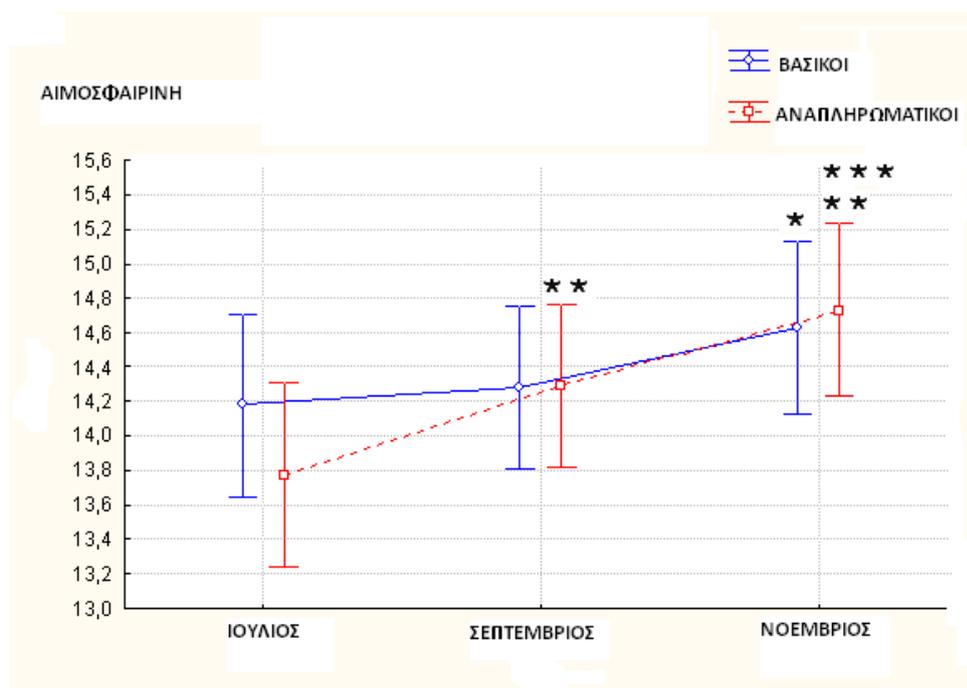
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις αιματολογικές μεταβολές παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 για την αιμοσφαιρίνη και στον Πίνακα 3 για τον αιματοκρίτη.

Πίνακας 2. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της αιμοσφαιρίνης

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	0,15	1	0,15	0,10	0,753
Μέτρηση	4,994	2	2,497	19,69	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	0,741	2	0,371	2,92	0,067*

Διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=19,69$ και $p<0,001$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι η αιμοσφαιρίνη αυξήθηκε από τον Ιούλιο στο Σεπτέμβριο (13,98 vs. 14,29 με $p=0,024$) καθώς και αυξήθηκε περαιτέρω από τον Σεπτέμβριο στο Νοέμβριο (14,29 vs. 14,68 με $p<0,001$). Επίσης διαπιστώθηκε μια τάση για στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ μέτρησης και ομάδας ($F=2,92$ και $p=0,067$). Για τους βασικούς η αιμοσφαιρίνη έμεινε αμετάβλητη τον Σεπτέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο (14,18 vs. 14,28 με $p=0,988$), ενώ έδειξε μια τάση να αυξηθεί το Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο (14,18 vs. 14,63 με $p=0,076$). Αντίθετα για τους αναπληρωματικούς η αιμοσφαιρίνη ήταν αυξημένη τόσο τον Σεπτέμβριο όσο και τον Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο (14,29 και 14,73 vs. 13,77 με $p=0,026$ και $p<0,001$ αντίστοιχα), ενώ έδειξε μια τάση να αυξηθεί το Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο (14,73 vs. 14,29 με $p=0,087$) (Εικόνα 4).



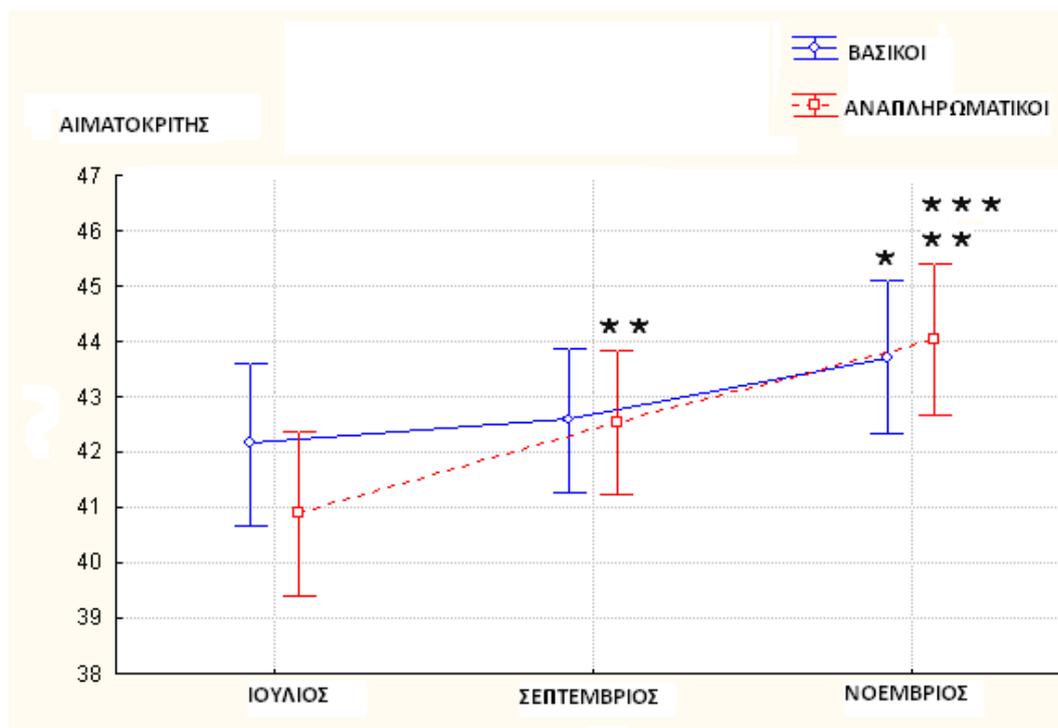
Εικόνα 4. Οι μεταβολές της αιμοσφαιρίνης. * υποδηλώνει τάση για μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους βασικούς. ** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους αναπληρωματικούς. *** υποδηλώνει τάση για μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο για τους αναπληρωματικούς.

Πίνακας 3. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές του αιματοκρίτη

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	1,57	1	1,57	0,14	0,714
Μέτρηση	55,71	2	27,86	28,83	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	6,92	2	3,46	3,58	0,038*

Διαπιστώθηκε με στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=28,83$ και $p<0,001$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι ο αιματοκρίτης αυξήθηκε από τον Ιούλιο στο Σεπτέμβριο (41,51 vs. 42,55 με $p=0,005$) καθώς και αυξήθηκε περαιτέρω από τον Σεπτέμβριο στο Νοέμβριο (42,55 vs. 43,87 με $p<0,001$). Επίσης διαπιστώθηκε και μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ μέτρησης και ομάδας ($F=3,58$ και $p=0,038$). Για τους βασικούς ο αιματοκρίτης έμεινε αμετάβλητος τον Σεπτέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο (42,57 vs. 42,14 αντίστοιχα με $p=0,921$), ενώ το Νοέμβριο αυξήθηκε σε σύγκριση με τον Ιούλιο (43,70 vs. 42,14 αντίστοιχα με $p=0,013$). Αντίθετα για τους αναπληρωματικούς ο αιματοκρίτης ήταν αυξημένος τόσο τον Σεπτέμβριο όσο και τον Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο (42,53 και 44,03 vs. 40,88 με $p=0,007$ και $p<0,001$ αντίστοιχα), ενώ επίσης αυξήθηκε

και το Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο (44,03 vs. 42,53 με $p=0,018$) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Οι μεταβολές του αιματοκρίτη. * υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους βασικούς. ** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Ιούλιο για τους αναπληρωματικούς. *** υποδηλώνει μεγαλύτερο σε σύγκριση με τον Σεπτέμβριο για τους αναπληρωματικούς.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις μεταβολές πρωτεϊνικού μεταβολισμού (ουρία) παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ουρίας

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	395,3	1	395,3	7,035	0,016*
Μέτρηση	52,9	2	26,5	4,891	0,013*
Μέτρηση*Ομάδα	22,9	2	11,5	2,119	0,135

Διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή ομάδα ($F=7,035$ και $p=0,016$) καθώς και μια στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=3,58$ και $p=0,038$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι βασικοί είχαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές ουρίας σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς (31,77 vs. 36,90 με $p=0,016$). Επίσης οι τιμές ουρίας ήταν υψηλότερες τον Σεπτέμβριο σε σύγκριση με το Νοέμβριο (35,50 vs. 33,20 με $p=0,009$).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις ενδείξεις μυϊκής καταστροφής/φλεγμονής παρουσιάζονται στον Πίνακα 5 για την CPK, στον Πίνακα 6 για την AST, στον Πίνακα 7 για την ALT, στον Πίνακα 8 για τον σίδηρο και στον Πίνακα 9 για την φερριτίνη.

Πίνακας 5. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της CPK

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	1972,1	1	1972,1	0,044	0,836
Μέτρηση	295,2	2	147,6	5,693	0,007*
Μέτρηση*Ομάδα	681,2	2	341,5	1,315	0,281

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=5,693$ και $p=0,007$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές CPK του Σεπτεμβρίου ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές του Νοεμβρίου (410 vs. 242 με $p=0,006$). Επιπρόσθετα υπήρχε μια τάση οι τιμές Νοεμβρίου να είναι χαμηλότερες από τις τιμές Ιουνίου (242 vs. 357 με $p=0,006$).

Πίνακας 6. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της AST

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	136,5	1	136,5	0,731	0,404
Μέτρηση	202,2	2	101,1	4,437	0,019*
Μέτρηση*Ομάδα	87,7	2	43,8	1,923	0,161

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντικά επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=4,437$ και $p=0,019$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές AST του Σεπτεμβρίου ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές του Ιουλίου (32,8 vs. 27,7 με $p=0,014$). Επιπρόσθετα οι τιμές Νοεμβρίου δεν διέφεραν από τις τιμές Ιουλίου (29,6 vs. 27,7 με $p=0,44$).

Πίνακας 7. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ALT

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	49,5	1	49,5	0,562	0,463
Μέτρηση	40,76	2	20,38	2,056	0,143
Μέτρηση*Ομάδα	26,16	2	13,08	1,319	0,280

Δεν διαπιστώθηκε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση για την ALT με τις τιμές να παραμένουν αμετάβλητες καθόλη την διάρκεια του πειράματος.

Πίνακας 8. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές του σιδήρου

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	3390,5	1	3390,5	5,589	0,03*
Μέτρηση	1199,2	2	600,6	1,302	0,285
Μέτρηση*Ομάδα	713	2	357	0,774	0,469

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή ομάδα ($F=5,589$ και $p=0,03$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι βασικοί είχαν σταθερά χαμηλότερα επίπεδα σιδήρου σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς (77,7 vs. 92,8 με $p=0,029$).

Πίνακας 9. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της φερριτίνης

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	2020	1	2020	5,291	0,034*
Μέτρηση	1498	2	749	9,500	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	169	2	85	1,073	0,353

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή ομάδα ($F=5,291$ και $p=0,034$) καθώς και για την μεταβλητή μέτρηση ($F=9,5$ και $p<0,001$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι βασικοί είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές φερριτίνης σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς (118,57 vs. 81,91 με $p=0,033$). Επιπρόσθετα οι τιμές φερριτίνης τόσο τον Σεπτέμβριο όσο και τον Νοέμβριο ήταν χαμηλότερες από τις τιμές του Ιουλίου (97,81 και 95,72 vs. 107,21 με $p=0,005$ και $p<0,001$ αντίστοιχα).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις ενδείξεις καταβολικών/αναβολικών διεργασιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 για την ελεύθερη τεστοστερόνη και στον Πίνακα 11 για την κορτιζόλη.

Πίνακας 10. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ελεύθερης τεστοστερόνης

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	142,9	1	142,9	2,0	0,175
Μέτρηση	137,6	2	68,8	12,33	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	2,8	2	1,4	0,25	0,782

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=12,33$ και $p<0,001$). Συγκεκριμένα η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές Νοεμβρίου ήταν σημαντικά υψηλότερες τόσο από τις τιμές Ιουλίου όσο και από τις τιμές Σεπτεμβρίου (21,17 vs. 17,79 και 18,17 με $p<0,001$ και $p<0,001$ αντίστοιχα).

Πίνακας 11. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της κορτιζόλης

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	8,66	1	8,66	0,648	0,431
Μέτρηση	0,18	2	0,091	0,025	0,976
Μέτρηση*Ομάδα	13,41	2	6,705	1,82	0,177

Δεν διαπιστώθηκε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση ή αλληλεπίδραση για την κορτιζόλη. Οι τιμές της κορτιζόλης παρέμειναν αμετάβλητες κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για τις παραμέτρους φυσικής κατάστασης παρουσιάζονται στον Πίνακα 12 για την VO_2max και στον Πίνακα 13 για την ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού.

Πίνακας 12. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της VO_2max

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	57,2	1	57,2	3,5	0,082*
Μέτρηση	123,2	2	123,2	74,26	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	2,9	2	2,9	1,74	0,209

Διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=74,26$ και $p<0,001$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές VO_2max του Σεπτεμβρίου ήταν υψηλότερες από αυτές του Ιουλίου (57,3 vs. 53,3 με $p<0,001$). Επίσης διαπιστώθηκε μια τάση για την μεταβλητή ομάδα ($F=3,5$ και $p=0,082$). Συγκεκριμένα οι βασικοί έτειναν να έχουν υψηλότερες τιμές VO_2max σε σχέση με τους αναπληρωματικούς (56,6 vs. 53,9 με $p<0,001$).

Πίνακας 13. Στατιστική ανάλυση για τις μεταβολές της ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού

Effect	SS	Degrees of freedom	MS	F	p
Ομάδα	3,85	1	3,85	6,79	0,021*
Μέτρηση	7,508	2	7,508	97,61	<0,001*
Μέτρηση*Ομάδα	0,0	2	0,0	0,0	0,95

Διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή μέτρηση ($F=97,61$ και $p<0,001$). Η μετά-πειραματική ανάλυση έδειξε ότι οι τιμές ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού του Σεπτεμβρίου ήταν υψηλότερες από αυτές του Ιουλίου (13,5 vs. 12,5 με $p<0,001$). Επίσης διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική επίδραση για την μεταβλητή ομάδα ($F=6,79$ και $p=0,021$). Συγκεκριμένα οι βασικοί είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές ταχύτητας στα 4mM γαλακτικού σε σχέση με τους αναπληρωματικούς (13,4 vs. 12,7 με $p=0,02$).

Για την ανάλυση βασισμένη στο μέγεθος των μεταβολών μεταξύ των διαφορετικών φάσεων καθώς και στις πιθανότητες το μέγεθος αυτό να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από την μεταβολή με την ελάχιστη πρακτική σημασία (Batterham και Hopkins, 2006), τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 14 για τους βασικούς και στον Πίνακα 15 για τους αναπληρωματικούς.

Πίνακας 14. Effect size±τυπική απόκλιση του μεγέθους της μεταβολής των δεικτών των βασικών και πιθανότητες οι παρατηρούμενες τελικές τιμές να είναι αντίστοιχα υψηλότερες (higher) /αμετάβλητες (trivial)/μικρότερες (lower) των αρχικών για κάθε φάση.

	Σεπτέμβριος-Ιούλιος	Νοέμβριος-Σεπτέμβριος	Νοέμβριος-Ιούλιος
HGB	0,11±0,39 higher/trivial/lower 34/57/9	0,34±0,24 higher/trivial/lower 84/16/0	0,45±0,33 higher/trivial/lower 90/10/0
HCT	0,17±0,43 higher/trivial/lower 45/47/7	0,41±0,29 higher/trivial/lower 89/11/0	0,58±0,32 higher/trivial/lower 97/3/0
UREA	-0,08±0,44 higher/trivial/lower 14/55/31	-0,40±0,48 higher/trivial/lower 2/21/77	-0,47±0,53 higher/trivial/lower 2/16/82
CPK	0,32±0,64 higher/trivial/lower 63/28/9	0,76±0,68 higher/trivial/lower 1/7/92	0,43±0,70 higher/trivial/lower 7/21/72
AST	0,39±0,34 higher/trivial/lower 83/11/1	-0,06±0,37 higher/trivial/lower 11/64/25	0,33±0,29 higher/trivial/lower 78/22/0
ALT	0,08±0,28 higher/trivial/lower 5/73/22	0,14±0,36 higher/trivial/lower 39/56/5	0,22±0,29 higher/trivial/lower 56/43/1
FER	-0,21±0,11 higher/trivial/lower 0/44/56	0,05±0,19 higher/trivial/lower 9/89/2	-0,16±0,14 higher/trivial/lower 0/72/28
Fe	0,24±0,41 higher/trivial/lower 57/39/4	-0,27±0,61 higher/trivial/lower 9/32/59	-0,03±0,51 higher/trivial/lower 22/50/28
Free T	0,03±0,10 higher/trivial/lower 1/99/0	0,55±0,41 higher/trivial/lower 92/7/0	0,59±0,38 higher/trivial/lower 95/4/0
C	0,26±0,35 higher/trivial/lower 62/36/2	0,08±0,31 higher/trivial/lower 24/69/7	0,34±0,42 higher/trivial/lower 72/26/2

Πίνακας 15. Effect size±τυπική απόκλιση του μεγέθους της μεταβολής των δεικτών των αναπληρωματικών και πιθανότητες οι παρατηρούμενες τελικές τιμές να είναι αντίστοιχα υψηλότερες (higher) /αμετάβλητες (trivial)/μικρότερες (lower) των αρχικών για κάθε φάση.

	Σεπτέμβριος-Ιούλιος	Νοέμβριος-Σεπτέμβριος	Νοέμβριος-Ιούλιος
HGB	0,95±0,38 higher/trivial/lower 100/0/0	0,80±0,58 higher/trivial/lower 95/4/1	1,76±0,23 higher/trivial/lower 100/0/0
HCT	1,08±0,34 higher/trivial/lower 100/0/0	0,92±0,46 higher/trivial/lower 99/1/0	1,95±0,24 higher/trivial/lower 100/0/0
UREA	0,53±0,33 higher/trivial/lower 95/5/0	-0,62±0,37 higher/trivial/lower 0/3/97	0,00±0,37 higher/trivial/lower 18/65/17
CPK	0,39±0,54 higher/trivial/lower 73/23/4	-1,61±0,65 higher/trivial/lower 0/0/100	-1,16±0,68 higher/trivial/lower 0/1/99
AST	1,03±0,88 higher/trivial/lower 94/4/2	-1,16±1,08 higher/trivial/lower 2/5/93	-0,10±0,48 higher/trivial/lower 14/51/35
ALT	0,64±0,61 higher/trivial/lower 89/9/2	-0,33±0,60 higher/trivial/lower 7/28/65	0,32±0,43 higher/trivial/lower 69/28/3
FER	-0,43±0,24 higher/trivial/lower 0/5/95	-0,24±0,43 higher/trivial/lower 5/38/57	-0,67±0,44 higher/trivial/lower 0/4/96
Fe	0,75±0,76 higher/trivial/lower 89/9/2	-0,12±0,69 higher/trivial/lower 21/37/42	0,60±0,75 higher/trivial/lower 82/14/4
Free T	0,75±0,52 higher/trivial/lower 96/4/0	1,83±1,15 higher/trivial/lower 99/1/0	2,37±1,08 higher/trivial/lower 100/0/0
C	-0,15±0,45 higher/trivial/lower 9/48/43	-0,10±0,20 higher/trivial/lower 2/79/20	-0,26±0,55 higher/trivial/lower 8/34/58

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει το μέγεθος των μεταβολών σε συγκεκριμένους αιματολογικούς, βιοχημικούς και ορμονικούς δείκτες κατά την μετάβαση από τον μεσόκυκλο προετοιμασίας στον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας τέθηκαν οι παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις:

1. Η περίοδος προετοιμασίας θα συνοδεύεται από μεγαλύτερες ενδείξεις αιματολογικών μεταβολών, μυϊκής καταστροφής και καταβολικών διεργασιών σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο
2. Κατά την περίοδο παρακολούθησης οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές θα είναι πιο εκτεταμένες στους βασικούς σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές.
3. Στο τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου οι αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές μεταβολές θα πλησιάζουν προς τα αρχικά επίπεδα πριν την έναρξη της προετοιμασίας.
4. Οι βασικοί ποδοσφαιριστές θα έχουν υψηλότερες παραμέτρους φυσικής κατάστασης κατά την έναρξη της προετοιμασίας και κατά την έναρξη του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς.

Αναφορικά με την πρώτη ερευνητική υπόθεση τα αποτελέσματα κατέδειξαν αύξηση του αιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης τόσο κατά των περιόδων προετοιμασίας (41,51 vs. 42,55 με $p=0,005$ και 13,98 vs. 14,29 με $p=0,024$) όσο και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο (42,55 vs. 43,87 με $p<0,001$ και 14,29 vs. 14,68 με $p<0,001$ και αντίστοιχα). Επίσης η περίοδος προετοιμασίας συσχετίστηκε με μεγαλύτερες μεταβολές στην ουρία καθώς οι τιμές της τον Σεπτέμβριο ήταν υψηλότερες από ότι τον Νοέμβριο (35,50 vs. 33,20 με $p=0,009$). Παρόμοια κινητική έδειξαν και οι μεταβολές της CPK με τις τιμές του Σεπτεμβρίου να είναι σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές του Νοεμβρίου (410 vs. 242 με $p=0,006$). Επίσης οι τιμές της AST κατά τον Σεπτέμβριο ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές του Ιουλίου (32,8 vs. 27,7 με $p=0,014$). Δεν διαπιστώθηκε καμία αλλαγή για την ALT με τις τιμές να παραμένουν αμετάβλητες καθόλη την διάρκεια του πειράματος. Επιπρόσθετα διαπιστώθηκε ότι οι τιμές φερριτίνης μειώθηκαν κατά την περίοδο προετοιμασίας ενώ έμειναν αμετάβλητες κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο [τιμές Σεπτεμβρίου και

Νοεμβρίου χαμηλότερες από τις τιμές του Ιουλίου (97,81 και 95,72 vs. 107,21 με $p=0,005$ και $p<0,001$ αντίστοιχα)]. Τέλος διαπιστώθηκε ότι οι τιμές Νοεμβρίου για την ελεύθερη τεστοστερόνη ήταν σημαντικά υψηλότερες τόσο από τις τιμές Ιουλίου όσο και από τις τιμές Σεπτεμβρίου (21,17 vs. 17,79 και 18,17 με $p<0,001$ και $p<0,001$ αντίστοιχα). Επομένως παρατηρήθηκε αύξηση της τεστοστερόνης στον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο ενώ κατά την περίοδο προετοιμασίας η ελεύθερη τεστοστερόνη παρέμεινε αμετάβλητη. Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν μερικώς την πρώτη ερευνητική μας υπόθεση. Η περίοδος προετοιμασίας χαρακτηρίστηκε από σαφείς ενδείξεις μεγαλύτερης μυϊκής καταστροφής σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο (ουρία, CPK, AST) καθώς και από μείωση των αποθηκών σιδήρου (φερριτίνη). Αντίθετα τόσο ο αιματοκρίτης όσο και η αιμοσφαιρίνη μεταβλήθηκαν με παρόμοιο τρόπο κατά την περίοδο προετοιμασίας και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Τέλος η ελεύθερη τεστοστερόνη παρουσίασε αύξηση μόνο κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο και όχι κατά την περίοδο προετοιμασίας.

Σχετικά με τις αιματολογικές αλλαγές σε αιμοσφαιρίνη και αιματοκρίτη οι Malcovati et al, 2003 μελέτησαν το αιματολογικό προφίλ επαγγελματιών ποδοσφαιριστών για 3 συνεχόμενα έτη. Διαπίστωσαν ότι η μέση συγκέντρωση αιμοσφαιρίνης ήταν 15,0, 14,6 και 14,7 gr/lit στην αρχική φάση (Ιούλιος-Σεπτέμβριος), στο μέσο (Οκτώβριος-Ιανουάριος) και στο τέλος (Φεβρουάριος-Μάιος) της αγωνιστικής περιόδου. Οι διαφορές μεταξύ των διαφόρων περιόδων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Παρομοίως ο αιματοκρίτης δεν μεταβλήθηκε σημαντικά (43,4 vs. 43,0 %). Επιπρόσθετα η αιμοσφαιρίνη δεν μεταβλήθηκε κατά την αγωνιστική περίοδο σε 35 άρρενες επαγγελματίες ποδοσφαιριστές στη Σερβία, ωστόσο διαπιστώθηκε ότι ο αιματοκρίτης ήταν υψηλότερος κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας (43 ± 2) σε σύγκριση με την έναρξη της αγωνιστικής περιόδου (40 ± 3) (Ostojic & Ahmetovic, 2009). Στη συνέχεια αυξήθηκε στο μέσο της αγωνιστικής περιόδου σε 42 ± 2 και σε 44 ± 2 στο τέλος της αγωνιστικής περιόδου (Ostojic & Ahmetovic, 2009). Στη βιβλιογραφία έχει τεκμηριωθεί μείωση των τιμών του αιματοκρίτη και της αιμοσφαιρίνης κατά την διάρκεια εντατικών προπονητικών περιόδων τόσο σε αθλητές αντοχής (Banfi et al, 2006; Karakoc et al, 2006) καθώς και σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (Meyer & Meister, 2011). Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται ως “αναιμία των αθλητών” και συχνά εξηγείται ως έκπτωση του όγκου πλάσματος πριν και κατά την διάρκεια έντονης προπόνησης (Meyer & Meister, 2011). Κεντρικό σημείο

στη θεωρία της “αναιμίας των αθλητών” είναι το γεγονός ότι η απόλυτη συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης αυξάνεται λόγω της διέγερσης της αιμοποίησης από την έντονη άσκηση, ωστόσο η αύξηση αυτή υπερκαλύπτεται από πολλαπλάσια αύξηση του όγκου πλάσματος (Schumacher et al, 2002). Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές η “αναιμία των αθλητών” είναι το πρώτο σημείο υπερπροπόνησης και μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της αερόβιας ικανότητας (Peeling et al, 2008). Στην παρούσα μελέτη ωστόσο διαπιστώσαμε αύξηση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη με τα ευρήματά μας να πιο κοντά σε αυτά των Ostojic & Ahmetovic, 2009. Επιπρόσθετα προηγούμενες μελέτες σε αθλητές αντοχής και ποδοσφαιριστές έχουν καταδείξει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ αιματοκρίτη και αερόβιας αντοχής γεγονός που υποδηλώνει ότι η μείωση του αιματοκρίτη συσχετίζεται με αυξημένη αερόβια αντοχή (Brun et al, 1998). Το υπόβαθρο πίσω από αυτή την άποψη είναι η “αιμοδιάλυση” που οδηγεί σε μείωση της γλοιότητας του αίματος και επομένως σε καλύτερη κυκλοφορία (Brun et al, 1998). Ωστόσο σύμφωνα με την παραπάνω θεωρία η αύξηση του αιματοκρίτη θα πρέπει να θεωρείται ως ένδειξη μείωσης της φυσικής κατάστασης γεγονός που δεν συμβαδίζει με τα ευρήματα της μελέτης μας αφού τόσο η VO_2max όσο και η ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού αυξήθηκαν σημαντικά κατά την περίοδο προετοιμασίας (Πίνακας 14 και Πίνακας 15). Επομένως η σχέση αιματοκρίτη, αιμοσφαιρίνης και φυσικής κατάστασης πρέπει να είναι αρκετά περίπλοκη. Φυσικά δεν θα πρέπει να αποκλειστεί η περίπτωση οι αιματολογικές αλλαγές να οφείλονται σε μεταβολές του όγκου πλάσματος. Η αιμοσυμπύκνωση προκύπτει από αυξημένες απώλειες υγρού μέσω αυξημένης διαβατότητας τριχοειδών, υψηλότερης ωσμωτικής πίεσης στους ασκούμενους μύες, εφίδρωσης και αποτελεί φυσιολογική αντίδραση στην οξεία άσκηση (Schumacher et al, 2002). Μάλιστα οι Edwards & Clark, 2006 αναφέρουν σημαντική μείωση του όγκου πλάσματος μετά από αγώνα ποδοσφαίρου τόσο σε ερασιτέχνες όσο και σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές. Ωστόσο προκειμένου να επιβεβαιωθούν ότι οι αλλαγές του όγκου πλάσματος είναι υπεύθυνες για τις μεταβολές σε αιματοκρίτη και αιμοσφαιρίνη απαιτείται μέτρηση του όγκου πλάσματος το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη σε μελλοντικές εργασίες.

Η συγκέντρωση της CPK έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της μυϊκής φόρτισης κατά την διάρκεια άσκησης (Ispiridis et al, 2008; Yamin et al, 2007; Plebani, 2010) αλλά και για την εκτίμηση των προπονητικών φορτίων (Brancaccio, 2010; Coutts et al, 2007). Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση ή η διάρκεια της άσκησης, τόσο μεγαλύτερος

είναι ο βαθμός της ιστικής μικροβλάβης ο οποίος οδηγεί σε απελευθέρωση CPK στον μεσοκυττάριο χώρο (Branccaccio, 2010). Επομένως η παρακολούθηση των επιπέδων της CPK έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό και στο ποδόσφαιρο για την εκτίμηση τόσο του προπονητικού φορτίου όσο και για την μακροπρόθεσμη παρακολούθηση της ανταπόκρισης των ποδοσφαιριστών στις επιβαρύνσεις (Ispirilidis et al, 2008; Ascensao et al, 2008; Andersson et al, 2008). Οι συγκεντρώσεις CPK αμέσως μετά από άσκηση κυμαίνονται μεταξύ 300-500 iu/lt. Η συγκέντρωση του ενζύμου στον ορό εξαρτάται από τα ατομικά χαρακτηριστικά του αθλητή (Branccaccio, 2010) και στην περίπτωση του ποδοσφαίρου μπορεί να παραμείνει αυξημένη για 72 ώρες μετά το παιχνίδι. Με βάση το γεγονός ότι τα κύρια χαρακτηριστικά του ποδοσφαίρου τόσο σε συνθήκες προπόνησης όσο και σε συνθήκες αγώνα είναι τα άλματα, τα σπριντ και οι έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις (Bangsbo et al, 1991), είναι αναμενόμενο οι ποδοσφαιριστές να έχουν συνεχώς υψηλά επίπεδα CPK. Σε αυτό φυσικά συμβάλλει και το γεγονός ότι οι ποδοσφαιριστές πέραν του εβδομαδιαίου αγώνα προπονούνται σε καθημερινή βάση (Meyer & Meister, 2011). Δεν είναι επομένως παράδοξο το γεγονός ότι η μέση συγκέντρωση CPK για τον μήνα Σεπτέμβριο ήταν κατά μέσο όρο 470 iu/lt, πολύ υψηλότερα από το ανώτερο φυσιολογικό όριο (50-270 iu/lt). Επιπρόσθετα σύμφωνα με την υπόθεση μας οι υψηλότερες τιμές CPK παρουσιάστηκαν τον Σεπτέμβριο όταν οι ποδοσφαιριστές είχαν ολοκληρώσει μια περίοδο προετοιμασίας 8 εβδομάδων. Περισσότερο από 70% των ποδοσφαιριστών του δείγματός μας είχαν την υψηλότερη τιμή CPK τον Σεπτέμβριο. Η περίοδος Ιουλίου-Σεπτεμβρίου ήταν η περίοδος με τον μεγαλύτερο όγκο προπόνησης αντοχής και προπονήσεων με αντιστάσεις. Επιπρόσθετα κατά τον Νοέμβριο μόνο 5/21 ποδοσφαιριστές είχαν τιμή CPK >270 (το ανώτερο φυσιολογικό όριο), παρότι οι ποδοσφαιριστές πραγματοποιούσαν περίπου τον ίδιο όγκο και τύπο προπόνησης. Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι σε απόλυτη αναλογία με την CPK που θεωρείται το κατεξοχήν ένζυμο μυϊκής βλάβης, οι τιμές της AST κορυφώθηκαν τον Σεπτέμβριο. Η AST θεωρείται επίσης ένζυμο μυϊκής βλάβης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με την για καλύτερη παρακολούθηση των μεταβολών εξατομικευμένα σε κάθε αθλητή (Banfi et al, 2012; Branccaccio, 2010). Αντίθετα η ALT παρέμεινε αμετάβλητη καθόλη την διάρκεια της μελέτης και πιθανότατα δεν έχει αξία ως δείκτης παρακολούθησης ποδοσφαιριστών (Banfi et al, 2012). Τέλος η ουρία εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές Σεπτέμβριο σε αντιστοιχία με την AST και την CPK. Η ουρία σε αθλητές μπορεί να αυξηθεί λόγω αυξημένης πρωτεϊνικής πρόσληψης, η ανεπαρκούς

ενυδάτωση ή ανεπαρκούς αναπλήρωσης των αποθηκών γλυκογόνου (Hartmann & Mester, 2000). Η υψηλή συγκέντρωση ουρίας αποτελεί ένδειξη πρωτεϊνικού καταβολισμού και έχει βρεθεί ότι διεγείρει την γλυκονεογένεση σε περιόδους υψηλών προπονητικών φορτίων (Hartmann & Mester, 2000). Με βάση το γεγονός ότι ουρία και CPK παρουσίασαν ταυτόχρονα τις υψηλότερες τιμές τους, η ταυτόχρονη μέτρηση ουρίας και CPK μπορεί να εφαρμοστεί ως δείκτης για την οξεία δυσανεξία στα προπονητικά φορτία (Urhausen & Kindermann, 2002).

Σχετικά με την φερριτίνη διαπιστώθηκε ότι τόσο οι τιμές Σεπτεμβρίου όσο και οι τιμές Νοεμβρίου παρέμειναν χαμηλότερες από τις αρχικές τιμές Ιουλίου. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι αφενός μεν ότι η περίοδος προετοιμασίας οδήγησε σε μείωση των αποθηκών σιδήρου, αφετέρου δε ο πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος όπου δεν ήταν αρκετός για την ομαλοποίηση των τιμών φερριτίνης στα αρχικά του επίπεδα. Η φερριτίνη ορού αποτελεί τον πιο κοινό δείκτη αποθηκών σιδήρου και αρκετοί ερευνητές θεωρούν ότι τα επίπεδα φερριτίνης συσχετίζονται με το προπονητικό φορτίο (Bannister & Hamilton, 1985; Pate et al, 1993; Malcovati et al, 2003; Williford et al, 1993) Επιπρόσθετα έχει αποδειχθεί ότι τα επίπεδα φερριτίνης ελαττώνονται ή αυξάνονται πολύ γρήγορα ώστε η μεταβολή τους να αποδοθεί σε αιμόλυση, αιμορραγία ή εφίδρωση (Candau et al, 1992). Μάλιστα σε ποδοσφαιριστές οι φερριτίνη καταδεικνύει τάσεις μείωσης από την περίοδο προετοιμασίας ακόμα η οποία από ψυχοβιολογικής άποψης θεωρείται χαμηλού στρες αλλά από άποψης προπονητικών φορτίων σημειώνονται μεγάλες επιβαρύνσεις (Malcovati et al, 2003). Αρχικά θεωρήθηκε ότι τα επίπεδα φερριτίνης μειώνονται καθώς αυξάνει το προπονητικό φορτίο. Ωστόσο τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η αρχική μείωση κατά την περίοδο Ιουλίου-Σεπτεμβρίου όπου κυριαρχούσαν οι υψηλές προπονητικές επιβαρύνσεις, παραμένει και κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου όπου τα προπονητικά φορτία έχουν σαφέστατα μειωθεί λόγω της έναρξης της αγωνιστικής περιόδου. Επομένως φαίνεται ότι παρότι όντως τα υψηλά προπονητικά φορτία συνοδεύονται από μείωση των επιπέδων φερριτίνης, η ομαλοποίηση των προπονητικών φορτίων δεν συνοδεύεται (τουλάχιστον για το χρονικό διάστημα που έγινε αυτό στην παρούσα μελέτη) από αύξηση των επιπέδων φερριτίνης.

Τέλος διαπιστώθηκε ότι η κορτιζόλη παρέμεινε αμετάβλητη καθόλη την διάρκεια της μελέτης ενώ η ελεύθερη τεστοστερόνη έμεινε αμετάβλητη κατά την περίοδο προετοιμασίας για να αυξηθεί κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Τα δεδομένα

αυτά καταδεικνύουν πιθανότατα σωστή επιλογή των προπονητικών φορτίων κατά την περίοδο προετοιμασίας. Αυτό υποστηρίζεται από τα δεδομένα των Kraemer et al, 2004 που παρατήρησαν ότι οι συγκεντρώσεις τεστοστερόνης αν και εντός φυσιολογικών ορίων ήταν χαμηλές για ποδοσφαιριστές κολεγιακού επιπέδου οι οποίοι ξεκινούσαν την αγωνιστική περίοδο αμέσως μετά από μια περίοδο έντονης προετοιμασίας. Στους ποδοσφαιριστές αυτούς η συγκέντρωση κορτιζόλης ήταν στα υψηλότερα φυσιολογικά όρια. Το συμπέρασμα των συγγραφέων ήταν κατά το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου παρακολούθησης οι ποδοσφαιριστές βρισκόταν σε ένα στάδιο καταβολισμού, γεγονός που αποδόθηκε στο πολύ έντονο προπονητικό φορτίο κατά την περίοδο προετοιμασίας στη μελέτη αυτή. Στην παρούσα μελέτη οι ποδοσφαιριστές δεν παρουσίασαν μείωση της ελεύθερης τεστοστερόνης κατά τον Σεπτέμβριο, άρα πιθανότατα τα προπονητικά φορτία αφενός δεν ήταν υπερβολικά από οργανικής άποψης αφετέρου συνοδεύτηκαν από βελτιώσεις στην αερόβια αντοχή. Επίσης ένα άλλο σημαντικό εύρημα είναι το γεγονός ότι ο πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος συνοδεύτηκε από αύξηση των επιπέδων τεστοστερόνης γεγονός που συσχετίζεται με αναβολικό περιβάλλον η σημασία του οποίου στην αγωνιστική απόδοση έχει επισημανθεί Kraemer et al, 2004.

Αναφορικά με την δεύτερη ερευνητική μας υπόθεση τα αποτελέσματα έδειξαν μια διαφοροποίηση στις αιματολογικές μεταβολές σε βασικούς και αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές. Συγκεκριμένα για την αιμοσφαιρίνη διαπιστώθηκε για μεν τους βασικούς μια τάση για σταθεροποίηση κατά την περίοδο προετοιμασίας που ακολουθήθηκε από μια τάση για αύξηση κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο, για δε τους αναπληρωματικούς διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική αύξηση κατά την περίοδο προετοιμασίας που ακολουθήθηκε από μια τάση για αύξηση και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Για τον αιματοκρίτη διαπιστώθηκε ότι για τους βασικούς έμεινε αμετάβλητος κατά την περίοδο προετοιμασίας και στη συνέχεια αυξήθηκε κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο, ενώ για τους αναπληρωματικούς διαπιστώθηκε μια στατιστικά σημαντική αύξηση κατά την περίοδο προετοιμασίας που ακολουθήθηκε από μια επίσης στατιστικά σημαντική αύξηση και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Για την ουρία διαπιστώθηκε ότι οι βασικοί ποδοσφαιριστές είχαν σταθερά χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς. Για την φερριτίνη διαπιστώθηκε ότι οι βασικοί ποδοσφαιριστές είχαν σταθερά υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς. Δεν διαπιστώθηκε καμία άλλη διαφορά μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών σε σχέση με τις

ελεγχόμενες αιματολογικές/βιοχημικές/ορμονικές παραμέτρους. Συνολικά τα αποτελέσματα καταδεικνύουν λίγες διαφορές μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών και δεν υποδηλώνουν σαφέστατα πιο εκτεταμένο βαθμό μεταβολών στους βασικούς ποδοσφαιριστές οι οποίοι κατά την δεύτερη φάση της περιόδου παρακολούθησης είχαν να αντιμετωπίσουν και το επιπλέον στρες των αγώνων. Τα δεδομένα δεν προσφέρουν απόλυτη υποστήριξη στην ερευνητική μας υπόθεση αλλά παρέχουν κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία σχετικά με τις διαφορές βασικών και αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών.

Συγκεκριμένα διαπιστώθηκε ότι οι βασικοί παρουσίασαν μια ανθεκτικότητα στην αύξηση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη κατά την προετοιμασία, αλλά κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο τόσο οι βασικοί όσο και οι αναπληρωματικοί αύξησαν αιμοσφαιρίνη και αιματοκρίτη. Πιο συγκεκριμένα οι ανάλυση των μεγεθών των μεταβολών έδειξε ότι η βασικοί είχαν κατά την περίοδο προετοιμασίας *πιθανώς αμετάβλητο* αιματοκρίτη και *πιθανώς αμετάβλητη* αιμοσφαιρίνη. Αντίθετα οι αναπληρωματικοί κατά την περίοδο προετοιμασίας είχαν *σχεδόν σίγουρα μεγάλη αύξηση* του αιματοκρίτη και *σχεδόν σίγουρα μεγάλη αύξηση* της αιμοσφαιρίνης. Για τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο οι βασικοί είχαν *πιθανότατα μικρή αύξηση* της αιμοσφαιρίνης και *πιθανότατα μικρή αύξηση* του αιματοκρίτη. Αντίθετα οι αναπληρωματικοί κατά την περίοδο του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου είχαν *σχεδόν σίγουρα μεγάλη αύξηση* του αιματοκρίτη και *πολύ πιθανότατα μεγάλη αύξηση* της αιμοσφαιρίνης. Από τα δεδομένα αυτά πρέπει να σταθούμε ιδιαίτερα στις (μη) μεταβολές για τους βασικούς ποδοσφαιριστές κατά την περίοδο προετοιμασίας, ενώ πρέπει να αναφερθεί ότι παρότι τόσο οι βασικοί όσο και οι αναπληρωματικοί παρουσίασαν αύξηση της αιμοσφαιρίνης και του αιματοκρίτη στον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο, οι μεταβολές στους βασικούς είχαν μικρό μέγεθος. Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω η περίοδος προετοιμασίας αποτέλεσε ερέθισμα για αιμοποίηση εξαιτίας των υψηλών προπονητικών φορτίων. Ωστόσο για τους βασικούς φαίνεται ότι δεν ήταν τόσο ισχυρό όσο για τους αναπληρωματικούς τουλάχιστον. Αυτό εν μέρει τουλάχιστον μπορεί να εξηγηθεί και από το γεγονός ότι οι βασικοί είχαν καλύτερη φυσική κατάσταση από τους αναπληρωματικούς ήδη από την έναρξη της προετοιμασίας (βλ. και παρακάτω συζήτηση για τρίτη ερευνητική υπόθεση). Η αιμοσφαιρίνη παρέμεινε αμετάβλητη για τους βασικούς κατά την διάρκεια της προετοιμασίας γεγονός που ίσως οφείλεται σε μικρότερες μεταβολές του όγκου πλάσματος σε αυτούς (δηλ. τους βασικούς). Θεωρητικά εάν ο βαθμός αφυδάτωσης

των βασικών ποδοσφαιριστών ήταν μικρότερος από τον αντίστοιχο των αναπληρωματικών τότε μπορούν να εξηγηθούν οι παρατηρούμενες μεταβολές. Ωστόσο στην παρούσα μελέτη δεν παρακολουθήσαμε αναλυτικά τις συνήθειες ενυδάτωσης βασικών και αναπληρωματικών κατά την διάρκεια της προετοιμασίας. Πρέπει πάντως να αναφερθεί ότι το προπονητικό επιτελείο της ομάδας έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στην κατάλληλη ενυδάτωση του συνόλου των ποδοσφαιριστών κατά την διάρκεια της προετοιμασίας. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να καταγράψουν τις συνήθειες και πρακτικές ενυδάτωσης ποδοσφαιριστών κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας και να διαπιστώσουν εάν υπάρχει κάποια συσχέτιση με τις αιματολογικές μεταβολές.

Το γεγονός ότι οι βασικοί ποδοσφαιριστές παρουσίασαν σταθερά χαμηλότερες τιμές ουρίας σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς προσφέρει στήριξη στις παραπάνω υποθέσεις. Μάλιστα αν και οι μεταβολές ουρίας μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών δεν παρουσίασαν στατιστική σημαντικότητα, η ανάλυση των μεγεθών έδειξε ότι κατά την περίοδο προετοιμασίας η ουρία παρουσιάστηκε *πιθανώς αμετάβλητη* στους βασικούς, ενώ για τους αναπληρωματικούς παρουσίασε *πολύ πιθανότατα μέτρια αύξηση*. Αντίθετα κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο οι βασικοί παρουσίασαν *πιθανότατα μικρή μείωση* της ουρίας, ενώ για τους αναπληρωματικούς διαπιστώθηκε *πολύ πιθανότατα μέτρια μείωση* της ουρίας. Όπως αναφέρθηκε η ουρία μπορεί να αυξηθεί σε περίπτωση αυξημένης πρωτεϊνικής πρόσληψης, ανεπαρκούς ενυδάτωσης και ανεπαρκούς αναπλήρωσης των αποθηκών γλυκογόνου (Hartmann & Mester, 2000). Στις περιπτώσεις αυτές η υψηλή συγκέντρωση ουρίας αποτελεί ένδειξη πρωτεϊνικού καταβολισμού και έχει βρεθεί ότι διεγείρει την γλυκονεογένεση σε περιόδους υψηλών προπονητικών φορτίων. Η ανεπαρκής ενυδάτωση εκ μέρους των αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών προσφέρει μια πιθανή εξήγηση τόσο για τις σταθερά υψηλότερες τιμές ουρίας όσο και για τις προαναφερθείσες αιματολογικές διαφοροποιήσεις μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι δεν εξηγεί για ποιο λόγο κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο όπου και οι δύο ομάδες ποδοσφαιριστών αύξησαν τον αιματοκρίτη τους οι βασικοί εξακολουθούσαν να έχουν χαμηλότερες τιμές ουρίας. Πάντως το γεγονός ότι η ανάλυση μεγεθών έδειξε ότι η μείωση της ουρίας κατά τον αγωνιστικό μεσόκυκλο ήταν μεγαλύτερο μέγεθος στους αναπληρωματικούς σε σύγκριση με τους βασικούς δίνει υπόβαθρο στην υπόθεση ότι τα προπονητικά

φορτία κατά την προετοιμασία είχαν μεγαλύτερο “αντίκτυπο” στους αναπληρωματικούς παρά στους βασικούς.

Επίσης οι βασικοί σε κάθε σημείο της παρούσας μελέτης είχαν υψηλότερες αποθήκες σιδήρου σε σύγκριση με τους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές. Η ανάλυση μεγεθών έδειξε *πολύ πιθανότατα μέτρια πτώση* κατά την περίοδο προετοιμασίας και *πιθανώς μικρή πτώση* κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο για τους αναπληρωματικούς. Αντίθετα οι βασικοί παρουσίασαν *πιθανώς μικρή πτώση* κατά την περίοδο προετοιμασίας, ενώ κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο η φερριτίνη διατηρήθηκε *πιθανότατα αμετάβλητη*. Όπως αναφέρθηκε τα επίπεδα φερριτίνης συσχετίζονται εν μέρει με το προπονητικό φορτίο (Bannister & Hamilton, 1985; Pate, 1993; Malcovati et al, 2003; Williford et al, 1993). Το γεγονός αυτό μπορεί να υποδηλώνει ότι τα προπονητικά φορτία τόσο της περιόδου προετοιμασίας όσο και τα προπονητικά φορτία του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου είχαν μεγαλύτερο “αντίκτυπο” στους αναπληρωματικούς σε σύγκριση με τους βασικούς. Πάντως δεν θα πρέπει να αποκλειστεί και το γεγονός οι παρατηρούμενες διαφορές να οφείλονται σε καλύτερη ομοιοστασία σιδήρου για τους βασικούς ποδοσφαιριστές. Ωστόσο από την στιγμή που διαπιστώθηκε ότι και η ουρία είχε από πρακτικής (αλλά όχι στατιστικής) άποψης διαφορά στη μεταβολή μεγέθους σε μεταξύ αναπληρωματικών και βασικών δεν θα πρέπει να αποκλειστεί η υπόθεση οι προπονητικές επιβαρύνσεις να είχαν μεγαλύτερο “αντίκτυπο” στους αναπληρωματικούς από ότι στους βασικούς.

Αναφορικά με την τρίτη ερευνητική μας υπόθεση τα αποτελέσματα μας καταδεικνύουν ότι τα επίπεδα ουρίας και AST δεν διέφεραν μεταξύ Νοεμβρίου και Ιουλίου, οι τιμές CPK το Νοέμβριο ήταν χαμηλότερες από αυτές του Ιουλίου, η ελεύθερη τεστοστερόνη ήταν σε υψηλότερα επίπεδα το Νοέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο. Αντίθετα για τον αιματοκρίτη και την αιμοσφαιρίνη τα επίπεδα Νοεμβρίου ήταν υψηλότερα από τα επίπεδα Ιουλίου. Τέλος η φερριτίνη παρουσίασε πτωτική τάση και τα επίπεδα Νοεμβρίου ήταν χαμηλότερα από τα αντίστοιχα του Ιουλίου. Δεν διαπιστώθηκε καμία μεταβολή κατά την διάρκεια της μελέτης για την κορτιζόλη και την ALT. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν σε μεγάλο βαθμό την υπόθεσή μας. Με την εξαίρεση των αιματολογικών παραμέτρων και της φερριτίνης, η ουρία, οι δείκτες μυϊκής καταστροφής (CPK και AST) και η ελεύθερη τεστοστερόνη ως δείκτης αναβολισμού κατέδειξαν θετικές προσαρμογές κατά το τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε σύγκριση με τα αρχικά τους επίπεδα πριν την έναρξη της προετοιμασίας. Οι τιμές CPK και AST καταδεικνύουν ότι η μυϊκή βλάβη που

επήλθε κατά την περίοδο προετοιμασίας αποκαταστάθηκε μέσα σε 8 εβδομάδες μετά επίπεδα AST να μην διαφέρουν από τα αρχικά και τα επίπεδα της CPK να είναι μάλιστα χαμηλότερα ακόμα και από τα αρχικά. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι δεν διαπιστώθηκαν διαφορές ως προς αυτό το πρότυπο μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών παικτών καθώς οι τιμές και των δύο ομάδων επέστρεψαν στα αρχικά τους επίπεδα. Αυτό υποδηλώνει ότι ο πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος δεν επέφερε σημαντική επίδραση στην μυϊκή καταστροφή των βασικών ποδοσφαιριστών. Κατά συνέπεια η παράμετρος που οδήγησε στην αύξηση της μυϊκής καταστροφής κατά τον Σεπτέμβριο ήταν η συσσώρευση υψηλών προπονητικών φορτίων κατά την περίοδο προετοιμασίας. Μάλιστα φαίνεται ότι 7 αγώνες σε περίοδο 8 εβδομάδων δεν είναι ικανοί να ανακόψουν την ομαλοποίηση των επιπέδων μυϊκής καταστροφής στους βασικούς ποδοσφαιριστές. Επιπρόσθετα πρέπει να αναφερθεί ότι η παραπάνω εικόνα ομαλοποίησης της μυϊκής καταστροφής είναι σε απόλυτη συμφωνία με την μείωση των επιπέδων ουρίας. Μάλιστα η ελεύθερη τεστοστερόνη παρουσιάζεται αυξημένη κατά τον Σεπτέμβριο σε σύγκριση με τον Ιούλιο γεγονός που επιβεβαιώνει ότι κατά το τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου επικρατούσαν συνθήκες αναβολισμού και ότι οι όποιες ενδείξεις μυϊκής καταστροφής είχαν υποστραφεί. Τα δεδομένα αυτά πιθανώς να υποδηλώνουν και το γεγονός ότι τα προπονητικά φορτία της περιόδου προετοιμασίας ήταν κατάλληλα επιλεγμένα ώστε δεν οδήγησαν σε υπερβολικού βαθμού μυϊκή καταστροφή και συνθήκες καταβολισμού καθώς μόλις 8 εβδομάδες αγωνιστικής περιόδου ήταν ικανές να αναστρέψουν την μυϊκή φλεγμονή η οποία έφτασε στο μέγιστο βαθμό τον Σεπτέμβριο (Kraemer et al, 2004).

Αντίθετα πάντως με τους δείκτες μυϊκού καταβολισμού/μυϊκής φλεγμονής οι αιματολογικοί δείκτες συνέχισαν να παρουσιάζουν ανοδική πορεία και κατά την αγωνιστική περίοδο. Τα αποτελέσματά μας είναι σε συμφωνία με αυτά των Ostojic & Ahmetovic, 2009 όσο αφορά την αύξηση κατά την αγωνιστική περίοδο ωστόσο έρχονται σε αντίθεση με αυτά των ίδιων ερευνητών οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι περίοδοι προετοιμασίας οδηγεί σε μείωση του αιματοκρίτη. Προφανώς απαιτούνται περαιτέρω μελέτες προκειμένου να διαπιστωθεί ποια είναι η φύση της κινητικής των αιματολογικών παραμέτρων τόσο κατά την διάρκεια της περιόδου προετοιμασίας όσο και κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Επιπλέον η ταυτόχρονη και συνεχόμενη πτώση των επιπέδων φερριτίνης μπορεί να υποδηλώνει ότι ακόμα και εάν η αύξηση της αιμοσφαιρίνης είναι επιθυμητή μπορεί να οδηγηθεί σε πλατό ή

ακόμα και να σταματήσει σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου (πχ ολόκληρη αγωνιστική περίοδο).

Τέλος σχετικά με την τέταρτη ερευνητικής υπόθεση διαπιστώσαμε μια τάση για τους βασικούς να έχουν υψηλότερη VO_2max καθώς επίσης και μια στατιστικά σημαντική διαφορά στην ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού με τους βασικούς να έχουν σταθερά υψηλότερη ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού. Παρότι η επιλογή των ποδοσφαιριστών οι οποίοι αγωνίστηκαν στα παιχνίδια του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου έγινε με τακτικά/τεχνικά κριτήρια από το προπονητικό επιτελείο, είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι η ομάδα των βασικών είχε εξ αρχής υψηλότερη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με την ομάδα των αναπληρωματικών. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν εν μέρει τα ευρήματα των Ziogas et al, 2011. Οι ερευνητές αυτοί αναφέρουν ότι το κατώφλι γαλακτικού είναι η παράμετρος φυσικής κατάστασης που ξεχωρίζει ποδοσφαιριστές διαφορετικού επιπέδου. Στην παρούσα έρευνα οι ποδοσφαιριστές που τελικά αγωνίστηκαν τον περισσότερο χρόνο παρουσίασαν μια τάση να έχουν καλύτερη VO_2max τόσο πριν όσο και μετά το κατώφλι, με την διαφορά ωστόσο να μην φτάνει στη στατιστική σημαντικότητα. Αντίθετα η ταχύτητα στα 4mM γαλακτικού κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών παικτών. Παρότι μέχρι σήμερα δεν έχει αποδειχθεί με σαφήνεια συσχέτιση μεταξύ φυσικής κατάστασης και ρόλου/απόδοσης μέσα στο παιχνίδι, δεν μπορεί να παραληφθεί το γεγονός ότι οι παίκτες που τελικά αγωνίστηκαν είχαν ήδη πριν την έναρξη της προετοιμασίας καλύτερη φυσική κατάσταση, με τις διαφορές να εντοπίζονται κυρίως στις περιφερικές προσαρμογές και όχι τόσο στις κεντρικές προσαρμογές (Ziogas et al, 2011). Νέες μελέτες θα πρέπει να διαπιστώσουν εάν αυτές οι διαφορές παρατηρούνται και σε πρωτόκολλα μεγαλύτερης διάρκειας (πχ ολόκληρη αγωνιστική περίοδος).

V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα συμπεράσματα από την παρούσα έρευνα συνοψίζονται στα εξής:

1. Η περίοδος προετοιμασίας χαρακτηρίστηκε από ενδείξεις μεγαλύτερης μυϊκής καταστροφής σε σύγκριση με τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο (ουρία, CPK, AST) καθώς και από μείωση των αποθηκών σιδήρου (φερριτίνη). Αντίθετα τόσο ο αιματοκρίτης όσο και η αιμοσφαιρίνη μεταβλήθηκαν με παρόμοιο τρόπο κατά την περίοδο προετοιμασίας και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο. Τέλος ο πρώτος αγωνιστικός μεσόκυκλος και όχι η περίοδος προετοιμασίας παρουσίασε ενδείξεις αναβολισμού όπως προκύπτει από τις μεταβολές της ελεύθερης τεστοστερόνης.
2. Συνολικά τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης καταδεικνύουν λίγες διαφορές μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών τόσο κατά την περίοδο προετοιμασίας όσο και κατά τον πρώτο αγωνιστικό μεσόκυκλο και δεν υποδηλώνουν σαφέστατα πιο εκτεταμένο βαθμό μεταβολών στους βασικούς ποδοσφαιριστές οι οποίοι κατά την δεύτερη φάση της περιόδου παρακολούθησης είχαν να αντιμετωπίσουν και το επιπλέον στρες των αγώνων. Λαμβάνοντας συνολικά τις μεταβολές σε αιμοσφαιρίνη, αιματοκρίτη, ουρία, και φερριτίνη τίθεται η υποψία ότι τα προπονητικά φορτία να είχαν ως ένα βαθμό μεγαλύτερο “φυσιολογικό” “αντίκτυπο” στους αναπληρωματικούς ποδοσφαιριστές, ειδικά κατά την περίοδο προετοιμασίας. Εναλλακτικά μεγαλύτερος βαθμός αφυδάτωσης/ενεργειακής αναπλήρωσης στους αναπληρωματικούς (ή καλύτερης ενυδάτωσης/ενεργειακής αναπλήρωσης στους βασικούς) μπορεί να προσφέρει μια πιθανή εξήγηση για τα παρατηρούμενα αποτελέσματα.
3. Η ουρία, οι δείκτες μυϊκής καταστροφής (CPK και AST) και η ελεύθερη τεστοστερόνη ως δείκτης αναβολισμού καταδεικνύουν θετικές προσαρμογές κατά το τέλος του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου σε σύγκριση με τα αρχικά τους επίπεδα πριν την έναρξη της προετοιμασίας. Αντίθετα οι αιματολογικοί παράμετροι και η φερριτίνη δεν αλλάζουν πρότυπο κατά την μετάβαση από την προετοιμασία σε αγωνιστική δραστηριότητα.
4. Η ομάδα των βασικών ποδοσφαιριστών είχε εξ αρχής υψηλότερη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με την ομάδα των αναπληρωματικών. Επιπρόσθετα

οι περιφερικές προσαρμογές παρά οι κεντρικές καταδεικνύουν ισχυρότερες διαφορές μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών ποδοσφαιριστών.

Η παρούσα μελέτη δεν είναι φυσικά χωρίς ερευνητικούς περιορισμούς. Το δείγμα είναι σχετικά περιορισμένο, ωστόσο μια ποδοσφαιρική ομάδα τυπικά θα ξεκινήσει την περίοδο προετοιμασίας με περίπου 26-30 ποδοσφαιριστές, οπότε αν εξαιρεθούν οι 3 ή τυπικά 4 τερματοφύλακες το μέγιστο δυνατό δείγμα μιας τέτοιας μελέτης μπορεί να υπολογιστεί σε 22-26 ποδοσφαιριστές. Στην παρούσα μελέτη η ποδοσφαιρική ομάδα ξεκίνησε την προετοιμασία με 28 συνολικά ποδοσφαιριστές (4 τερματοφύλακες). Από τους 24 ποδοσφαιριστές 1 αποχώρησε πριν την έναρξη της αγωνιστικής περιόδου και 2 προερχόταν από την ομάδα νέων οι οποίοι ακολούθησαν την προετοιμασία, πραγματοποίησαν τις δοκιμασίες αλλά δεν αγωνίστηκαν με την πρώτη ομάδα. Επομένως το δείγμα το 21 ποδοσφαιριστών ήταν το μέγιστο δυνατό στην περίπτωση της παρούσας μελέτης. Ο χρόνος παρακολούθησης ήταν μόνο 16 εβδομάδες (8 εβδομάδες προετοιμασίας και οι 8 πρώτες εβδομάδες της αγωνιστικής περιόδου). Ωστόσο ο σκοπός ήταν η σύγκριση δύο περιόδων με διαφορετικά χαρακτηριστικά, μιας περιόδου που να χαρακτηρίζεται από υψηλά προπονητικά φορτία αλλά χωρίς επίσημους αγώνες και μιας αμέσως μετά που να χαρακτηρίζεται από σαφή μείωση των προπονητικών όγκων αλλά από εβδομαδιαίο ρυθμό επίσημων παιχνιδιών. Υπό το πρίσμα αυτό οι 16 εβδομάδες της παρακολούθησης της παρούσας μελέτης θεωρούμε ότι ήταν ικανές για να διαπιστώσουμε διαφορές μεταξύ των δύο διαφορετικών προπονητικών φάσεων. Μελλοντικές μελέτες θα πρέπει φυσικά να επεκταθούν σε μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και να καλύψουν εάν είναι δυνατό ολόκληρη την αγωνιστική περίοδο. Επίσης στην παρούσα μελέτη οι εργομετρικές δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν μόνο πριν και μετά την προετοιμασία, οπότε παραμένει άγνωστο εάν στις 8 εβδομάδες του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου όπου αγωνίστηκαν συγκεκριμένοι παίκτες, οι παράμετροι φυσικής κατάστασης μειώθηκαν για τους αναπληρωματικούς εξαιτίας τόσο της μείωσης των προπονητικών φορτίων αλλά και της έλλειψης αγωνιστικού χρόνου. Γενικά πάντως το προπονητικό επιτελείο δεν επιθυμούσε την πραγματοποίηση ενός επιπλέον εργομετρικού ελέγχου με το πέρας του πρώτου αγωνιστικού μεσόκυκλου οπότε δεν ήταν δυνατό να εξεταστεί αυτή η παράμετρος. Πάντως ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της παρούσας μελέτης ήταν το γεγονός ότι στους αγώνες του πρώτου μεσόκυκλου αγωνίστηκε ουσιαστικά η ίδια ενδεκάδα, ενώ οι αναπληρωματικοί πήραν από πολύ

λίγο έως καθόλου αγωνιστικό χρόνο. Επομένως το υλικό στην παρούσα έρευνα σχηματίστηκε από 2 ομάδες οι οποίες αφενός στην περίοδο προετοιμασίας υποβλήθηκαν στις ίδιες προπονητικές επιβαρύνσεις, αφετέρου στην αγωνιστική περίοδο διέφεραν πάρα πολύ ως προς τον αγωνιστικό χρόνο. Τέλος ο αγωνιστικός μεσόκυκλος των 8 εβδομάδων επιλέχτηκε ως αποδεκτός συμβιβασμός ανάμεσα στο να παρακολουθηθεί η ομάδα για ικανό χρονικό διάστημα και να αποφευχθεί μεγαλύτερη παρακολούθηση στην διάρκεια της οποίας τυχόν τραυματισμοί να μειώναν περαιτέρω το δείγμα των ποδοσφαιριστών. Στη διάρκεια της παρούσας μελέτη κανένας ποδοσφαιριστής δεν έλλειψε για περισσότερες από 3 συνεχόμενες ημέρες προπονήσεων ή για περισσότερες από 10 ημέρες προπονήσεων συνολικά για το χρονικό διάστημα της μελέτης.

Από πρακτικής άποψης η παρούσα μελέτη διαπίστωσε ότι οι ποδοσφαιριστές που τελικά θα αγωνιστούν κατά τον πρώτο μεσόκυκλο είχαν καλύτερη φυσική κατάσταση ήδη πριν την έναρξη της προετοιμασίας σε σύγκριση με τους ποδοσφαιριστές που δεν αγωνιστήκαν κατά τον πρώτο μεσόκυκλο. Χωρίς να παραγνωρίζεται η αξία των τεχνικών/τακτικών χαρακτηριστικών είναι ίσως επιθυμητό οι ποδοσφαιριστές να παρουσιάζονται σε μια σχετικά κατάσταση ετοιμότητας κατά την έναρξη της προετοιμασίας και να μην ξεκινούν με χαμηλή φυσική κατάσταση. Για τον προπονητική ιδιαίτερη αξία έχουν οι περιφερικές προσαρμογές όπως για παράδειγμα η ταχύτητα στα 4 mM γαλακτικού διότι καταδεικνύουν μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ βασικών και αναπληρωματικών σε σύγκριση με τις κεντρικές προσαρμογές όπως η πολύ διαδεδομένη μέτρηση της $\dot{V}O_2\max$. Επίσης η ταυτόχρονη μέτρηση σχετικά απλών βιοχημικών δεικτών όπως CPK, AST, ουρία και φερριτίνη μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με την αντιρρόπηση των προπονητικών φορτίων ή το βαθμό ενυδάτωσης/ενεργειακής αναπλήρωσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular Fatigue and Recovery in Elite Female Soccer: Effects of Active Recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(2):372-80.
2. Arent, S. M., Pellegrino, J. K., Williams, C. A., Difabio, D. A., & Greenwood, J. C. (2010). Nutritional supplementation, performance, and oxidative stress in college soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(4), 1117-1124.
3. Ascensao, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., & Magalhaes, J. (2008). Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem*, 41(10-11), 841-851.
4. Aziz, A., Tan, F., & Teh, K. (2005). Variation in selected fitness attributes of professional soccer players during a league season. In T. Reilly, D. Araujo & J. Cabri (Eds.), *Science and Football V* (pp. 134-138): London/New York: E and FN Spon.
5. Banfi G, Colombini A, Lomabrdi G, Lubkowska A. (2012). Metabolic markers in Sports Medicine. *Adv Clin Chem* 56:1-54
6. Banfi, G., Del Fabbro, M. & Lippi, G. (2009). Serum creatinine concentration and creatinine-based estimation of glomerular filtration rate in athletes. *Sports Med*, Vol.39, No.4, pp.331-337
7. Banfi G, Del Fabbro M, Lippi G. Relation between serum creatinine and body mass index in elite athletes of different sport disciplines. *Br J Sports Med* 40:675-678, 2006
8. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand.*, 150, suppl. 615.
9. Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krusturup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform*, 2(2), 111-127.
10. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krusturup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24(7), 665-674.
11. Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16(2), 110-116.

12. Banister EW, Hamilton CL. Variations in iron status with fatigue modelled from training in female distance runners. *Eur J Appl Physiol* 54: 16-23, 1985
13. Billat, L. V., & Koralsztein, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Med*, 22(2), 90-108.
14. Bishop, P. A., Jones, E., & Woods, A. K. (2008). Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res*, 22(3), 1015-1024.
15. 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, 63-70.
16. Bogdanis, G. C., Papaspyrou, A., Souglis, A. G., Theos, A., Sotiropoulos, A., & Maridaki, M. (2011). Effects of Two Different Half-Squat Training Programs on Fatigue During Repeated Cycling Sprints in Soccer Players. *J Strength Cond Res*.
17. Bosco, C., J. Tihanyi, A. Viru. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin. Physiol.* 16:317–322. 1996.
18. Brancaccio, P., Lippi, G. & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med*, Vol.48, No.6 (Jun), pp.757-767.
19. Brites, F. D., Evelson, P. A., Christiansen, M. G., Nicol, M. F., Basilico, M. J., Wikinski, R. W., et al. (1999). Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clin Sci (Lond)*, 96(4), 381-385.
20. Brun JF, Khaled S, Raynaud E, Buix D, Micallef JP, Orsettii A. The triphasic effects of exercise on blood rheology: Which relevance to physiology and pathophysiology? *Clin Hemorheol Microcirc* 19:89-104, 1998
21. Carli, G., C.L. i Prisco, G. Martelli, A. Viti. Hormonal changes in soccer players during an agonistic season. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 22:489–494. 1982.
22. Carling, C., Williams, A., & Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: a systematic approach to improving performance*. London: Routledge.
23. Carlsohn, A., Rohn, S., Bittmann F., Raila, J., Mayer, F. & Schweigert, F.J. (2008). Exercise increases the plasma antioxidant capacity of adolescent athletes. *Ann Nutr Metab*, Vol.53, No.2, pp.96-103

24. Casajus, J. A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(4), 463-469.
25. Catanho da Silva, F.O. & Macedo, D.V. (2011). Physical exercise, inflammatory process and adaptive condition: an overview. *Braz. J. Kinanthropometry and Human Performance*. Vol.13, No.4, pp.320–328
26. Celani, M.F., M. Grandi. The pituitary-testicular axis in non-professional soccer players. *Exp. Clin. Endocrinol.* 94:244–252. 1989
27. Cervellin, G., Comelli, I. & Lippi, G. (2010). Rhabdomyolysis: historical background, clinical, diagnostic and therapeutic features. *Clin Chem Lab Med*, 48(6):749-756.
28. Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Michailidis, Y., Beneka, A., Malliou, P., Tofas, T., Georgiadis, I., Mandalidis, D. & Taxildaris, K. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *J Strength Cond Res*, Vol.24, No.5 (May), pp.1389-1398
29. Clark, N., Edwards, A. M., Morton, R., & Butterly, J. (2008). Season-to-season variation of physiological fitness within a squad of professional male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 157-165.
30. Coutts AJ, Reaburn P, Piva TJ, Rowsell GJ. Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(3):313-24.
31. Dittrich, N., da Silva, J. F., Castagna, C., de Lucas, R. D., & Antonacci Guglielmo, L. G. (2011). Validity of Carminatti's Test to Determine Physiological Indices of Aerobic Power and Capacity in Soccer and Futsal Players. *J Strength Cond Res*, 25(11), 3099-3106.
32. Drust, B., Atkinson, G., & Reilly, T. (2007). Future Perspectives in the Evaluation of the Physiological Demands of Soccer. *Sports Med*, 37(9), 783-805.
33. Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*, 18(3), 584-589.
34. Edwards, A. M., Macfadyen, A. M., & Clark, N. (2003a). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 23-29.

35. Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med* 3:50–60
36. Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, I., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Margonis, K., et al. (2010). Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *J Strength Cond Res*, 24(12), 3278-3286.
37. Faude, O., Kellmann, M., Ammann, T., Schnittker, R., & Meyer, T. (2011). Seasonal changes in stress indicators in high level football. *Int J Sports Med*, 32(4), 259-265.
38. Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*, 29(8), 668-674.
39. Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M., & Lac, G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur J Appl Physiol*, 86(2), 179-184.
40. Filaire, E., Lac, G., & Pequignot, J. M. (2003). Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Percept Mot Skills*, 97(3 Pt 2), 1061-1072.
41. Finaud, J., Lac, G. & Filaire, E. (2006). Oxidative Stress. Relationship with exercise and training. *Sports Med* 36(4):327-358
42. Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*, Vol.103, No.2 693-699
43. Gruys, E., Toussaint, M. J., Niewold, T. A. & Koopmans, S. J. (2005). Acute phase reaction and acute phase proteins. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, Vol.6, No.11(Nov), pp. 1045-1056
44. Handziski, Z., Maleska, V., Petrovska, S., Nikolik, S., Mickoska, E., Dalip, M., et al. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl Lek Listy*, 107(6-7), 259-263.
45. Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? (2004). An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Med* 34(14):967-81.
46. Haritodinis, K., Koutlianos, N., Koudi, E., Haritonidou, M., & Deligiannis, A. (2004). Seasonal variation of aerobic capacity in elite soccer, basketball and volleyball players. *Journal of Human Performance*, 46, 289-302.

47. Hartmann, U. & Mester, J. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol.32, No.1 (Jan), pp.209-215
48. Hawley, J.A., Burke, L.M., Phillips, S.M. & Spriet, L.L. (2011). Nutritional modulation of training induced skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol*, 110(3):834-845.
49. Hawley, J.A., Tipton, K.D. & Millard-Stafford, M.L. (2006). Promoting training adaptations through nutritional interventions. *Journal of Sports Sciences*, 24(7):709–721
50. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4mM lactate threshold. *Int J Sports Med* 6:117-130, 1985.
51. Heisterberg M, Fahrenkrug J, Krstrup P, Storskov A, Kjaer M, Andersen J.L. Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2013; 27:1260-1271.
52. Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1925-1931.
53. Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *J Sports Sci*, 23(6), 573-582.
54. Hohl, R., Ferrareso, R.L.P., Oliveira, R.B., Lucco, R., Brenzikofer, R., & Macedo, D.V. (2009). Development and characterization of an overtraining animal model. *Med Sci Sports Exerc*, 41(5):1155-1163
55. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41:3–13
56. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., et al. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*, 27(6), 483-492.
57. Ispirlidis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., et al. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*, 18(5), 423-431.
58. Jensen, J., Randers, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2009). Intermittent high intensity drills improve in-seasonal performance of elite soccer players. In T.

- Reilly & F. Korkusuz (Eds.), *Science and Football VI. The proceedings of the Sixth World Congress on Science and Football* (pp. 296-301): Routledge.
59. Ji, L.L. (1999). Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Biol Med*, Vol.222, No.3 (Dec), pp.283-292
60. Kalapotharakos, V. I., Ziogas, G., & Tokmakidis, S. P. (2011). Seasonal Aerobic Performance Variations in Elite Soccer Players. *J Strength Cond Res*.
61. Karakoc Y, Duzova H, Polat A, Emre MH, Arabaci I. Effects of training period on haemorheological variables in highly trained footballers. *Br J Sports Med* 39:e4, 2005
62. Kenttä G, Hassmén P. (1998). Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Med*, 26(1):1-16.
63. Kirkendall D.T. The applied sport science of soccer. *Phys Sportsmed* 13:53–59,1985.
64. Kraemer, W. J., French, D. N., Paxton, N. J., Hakkinen, K., Volek, J. S., Sebastianelli, W. J., et al. (2004). Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *J Strength Cond Res*, 18(1), 121-128.
65. Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*, 35(4), 339-361.
66. Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006b). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*, 38(6), 1165-1174.
67. Lac, G. & Maso F. (2004). Biological markers for the follow-up of athletes throughout the training season. *Pathol Biol* 52(1):43-49
68. Lazarim, F.L., Antunes-Neto, J.M.F., Oliveira da Silva, F.C., Nunes, L.A.S., Cameron, A.B., Cameron, L.C., Alves, A.A., Brenzikofer, R., & Macedo, D.V. (2009). The upper values of creatine kinase of professional soccer players during a Brazilian national championship. *J Sci Med Sport*. Vol.12, No. 1 (Jan), pp. 85-90
69. Lippi, G., Montagnana, M., Franchini M, Favaloro, E. J. & Targher, G. (2008). The paradoxical relationship between serum uric acid and cardiovascular disease. *Clin Chim Acta* 392(1-2):1-7

70. Magal, M., Smith, R. T., Dyer, J. J., & Hoffman, J. R. (2009). Seasonal variation in physical performance-related variables in male NCAA Division III soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2555-2559.
71. Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. Hematological passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Haematologica* 88:570-581, 2003.
72. Malm, C. (2001). Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *Acta Physiol Scand*, Vol.171, No.3 (Mar), pp.233—239
73. Malm, C., Ekblom, O., & Ekblom, B. (2004a). Immune system alteration in response to increased physical training during a five day soccer training camp. *Int J Sports Med*, 25(6), 471-476.
74. Malm, C., Ekblom, O., & Ekblom, B. (2004β). Immune system alteration in response to two consecutive soccer games. *Acta Physiol Scand*, 180(2), 143-155.
75. Margonis, K., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Chatzinikolaou, A., et al. (2007). Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: implications for diagnosis. *Free Radic Biol Med*, 43(6), 901-910.
76. Metaxas, T., Sendelides, T., Koutlianos, N., & Mandroukas, K. (2006). Seasonal variation of aerobic performance in soccer players according to positional role. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 520-525.
77. Meyer T, Meister S. Routine blood parameters in elite soccer players. *Int J Sports Med* 32:875-881, 2011
78. Michalczyk, M., Barbara Kłapcińska, B., Sadowska-Kręp, E., Jagsz, S., Pilis, W., Szoltysek-Bołdys, I., et al. (2008). Evaluation of the Blood Antioxidant Capacity in Two Selected Phases of the Training Cycle in Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 19, 93-1008.
79. McMillan, K., Helgerud, J., Grant, S.J., Newell, J., Wilson, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005α). Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *Br J Sports Med* 39:432–436
80. Mohr, M., Krusturup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7), 519-528.

81. Nakagami, Y., Takatsu, H., Okamoto, M., Terada, Y., & Maruta, K. (2009). Relationship between team performance levels and serum SH (sulfhydryl group) changes brought about by intensive athletic training summer camp. *Journal of Analytical Bio-Science*, 32(5), 427-433.
82. Nicholas, C. W., Nuttall, F. E., & Williams, C. (2000). The Loughborough Intermittent Shuttle Test: a field test that simulates the activity pattern of soccer. *J Sports Sci*, 18(2), 97-104.
83. Pedersen, B.K. & Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev* 80(3):1055-1081
84. Pedersen B.K., Rohde T.M. & Ostrowski K. (1998). Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiol Scand* 162:325-32
85. Petersen, A.M.W. & Pedersen, B.K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*, Vol.98, No.4 (Apr), pp.1154-1162
86. Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J. R., & Deleris, G. (2002). Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: a review. *Sports Med*, 32(13), 867-878.
87. Plebani M. Skeletal muscle biomarkers: not new but still interesting diagnostic tools. *Clin Chem Lab Med* 2010;48(6):745-6.
88. Rampinini, E., Bosio, A., Ferraresi, I., Petruolo, A., Morelli, A., & Sassi, A. (2011). Match-Related Fatigue in Soccer Players. *Med Sci Sports Exerc*.
89. Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, A., & Impellizzeri, F. (2007b). Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, 28, 1018-1024.
90. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*, 39(5), 273-277.
91. Ostojic SM, Ahmetovic Z. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. *Int J Lab Hematol*, 31(4):447-52, 2009
92. Pate PR, Miller BJ, Davis JM, Slenz CA, Klingshirn LA. Iron status of female runners. *Int J Sport Nutr*. 3: 222-231, 1993
93. Pattwell, D.M., McArdle, A., Morgan, J.E., Jackson, M. J. Patridge, T.A. (2004). Release of reactive oxygen and nitrogen species from contracting skeletal muscle cells. *Free Radic Biol Med* 37(7):1064-1072

94. Peeling P, Dawson B, Goodman C, Landers G, Trinder D. Athletic induces iron deficiency: New insights into the role of inflammation, cytokines and hormones. *Eur J Appl Physiol* 103:381-391, 2008
95. Perrone, R.D., Madias, N.E. & Levey, A.S. (1992). Serum creatinine as an index of renal function: new insights into old concepts. *Clin Chem*. Vol.38, No.10 (Oct), pp.1933–1953
96. Pyne, D.B. (1994). Regulation of neutrophil function during exercise. *Sports Med*, Vol.17, No.4(Apr), pp.245-258
97. Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., et al. (2010). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *J Sports Sci*, 28(2), 171-182.
98. Rebelo, A. N., Candeias, J. R., Fraga, M. M., Duarte, J. A., Soares, J. M., Magalhaes, C., et al. (1998). The impact of soccer training on the immune system. *J Sports Med Phys Fitness*, 38(3), 258-261.
99. Reilly, T., Drust, B., & Clarke, N. (2008). Muscle fatigue during football matchplay. *Sports Med*, 38(5), 357-367.
100. Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*, 23(6), 619-627.
101. Reilly, T., & Gilbourne, D. (2003). Science and football: a review of applied research in the football codes. *J Sports Sci*, 21(9), 693-705.
102. Reinke, S., Karhausen, T., Doehner, W., Taylor, W., Hottenrott, K., Duda, G. N., et al. (2009). The influence of recovery and training phases on body composition, peripheral vascular function and immune system of professional soccer players. *PLoS ONE*, 4(3), e4910.
103. Sawka, M.N., Convertino, V.A., Eichner, R., Schinieder, S.M., & Young, A.G. (2000). Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. *Med Sci Sports Exerc* 32(2): 332-348
104. Sayers, S.P. & Clarkson, P.M.(2003). Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II: creatine kinase and myoglobin. *Med Sci Sports Exerc*, Vol.35, No.5 (May), pp.762-768
105. Schumacher, Y.O., Schmid, A., Grathwohl, D., Böltermann, D. & Berg, A. (2002). Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol.34, No.5 (May), pp.869-875

106. Silva ASR, Papoti M, Santhiago V, JR Pauli, Gobatto CA. Serum and plasma hormonal concentrations are sensitive to periods of intensity and volume of soccer training. *Science & Sports* 2011, 26:278-285.
107. Silva ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Psychological, biochemical and physiological responses of Brazilian soccer players during a training program. *Science & Sports* 2008b, 23:66-72.
108. Silva RS, Ascensao A, Marques F, Seabra A, Rebelo A, Magalhaes J. Neuromuscular function, hormonal and redox status, muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J Appl Physiol*, 2013
109. Smith, L.L. (2000). Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Med Sci Sports Exerc* 32(2):317-331
110. Sottas, P.E., Robinson, N. & Saugy, M. (2010). The athlete's biological passport and indirect markers of blood doping. *Handb Exp Pharmacol*. Vol.195, pp305-326
111. de Souza EO, Tricoli V, Roschel H, Brum PC, Bacurau AV, Ferreira JC, Aoki MS, Neves-Jr M, Aihara AY, da Rocha Correa Fernandes A, Ugrinowitsch C. (2013). Molecular adaptations to concurrent training. *Int J Sports Med* 34(3):207-13.
112. Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536.
113. Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *J Sports Sci*, 23(6), 601-618. Telford, R. D., Sly, G. J., Hahn, A. G., Cunningham, R. B., Bryant, C. & Smith, J. A. (2003). Footstrike is the major cause of hemolysis during running. *J Appl Physiol*, Vol.94, No.1(Jan), pp.38-42
114. Tidball J.G. (2005a) Mechanical signal transduction in skeletal muscle growth and adaptation. *J Appl Physiol*, 98(5):1900-8.
115. Tidball, J.G. (2005b). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, Vol.288, No.2(Feb), R345-353
116. Urhausen, A. & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of Overtraining. What Tools Do We Have? *Sports Med*, Vol.32, No. 2, pp.95-102
117. Weight, L.M., Byrne, M. J. & Jacobs, P. (1991). Haemolytic effects of exercise. *Clin Sci (Lond)*, Vol.81, No.2 (Aug), pp.147-152

118. Williford HN, Olson MS, Keith RE, Barksdale JM, Blessing DEL, Wang NZ, Preston P. Iron status in women aerobic dance instructors. *Int J Sport Nutr* 3:387-397, 1993
119. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, Anderson JC. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res* 26(8):2293-307
120. Yamin C, Amir O, Sagiv M, Attias E, Meckel Y, Eynon N, et al. ACE ID genotype affects blood Creatine Kinase response to eccentric exercise. *J Appl Physiol* 2007;103(6):2057-61.
121. Youssef, H., Groussard, C., Machefer, G., Minella, O., Couillard, A., Knight, J. & Gratas-Delamarche, A. (2008). Comparison of total antioxidant capacity of salivary, capillary and venous samplings: interest of the salivary total antioxidant capacity on triathletes during training season. *J Sports Med Phys Fitness*, Vol.48, No.4 (Dec), pp.522-529
122. Ziogas G, Patras KN, Stergiou N, Georgoulis AD. Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered when testing professional soccer players during preseason. *J Strength Cond Res* 2012
123. Zoller, H. & Vogel, W. (2004). Iron supplementation in athletes--first do no harm. *Nutrition*, Vol.20, No.7-8
124. Zoppi, C. C., Hohl, R., Silva, F. C., Lazarim, F. L., Neto, J. M., Stancanneli, M., et al. (2006). Vitamin C and e supplementation effects in professional soccer players under regular training. *J Int Soc Sports Nutr*, 3, 37-44.